

РУССКИЙ ИНЖЕНЕР

29 – 31 октября • 2025

III Международный конгресс

Конгресс — площадка для взаимодействия университетов с технологическим сектором. Мероприятие посвящено вопросам подготовки инженерных кадров и обеспечения технологической независимости отечественной промышленности. В повестке Конгресса — поиск ответов на актуальные вызовы в сфере технологического лидерства Российской Федерации, кадрового обеспечения национальных проектов, повышения качества инженерного образования, развития критических и сквозных технологий, междисциплинарных научных исследований и инженерных разработок.

press.bmstu.ru



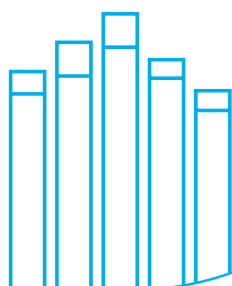
rusengineer.
bmstu.ru



ISBN 978-5-7038-6656-6



9 785703 866566



РУССКИЙ
ИНЖЕНЕР

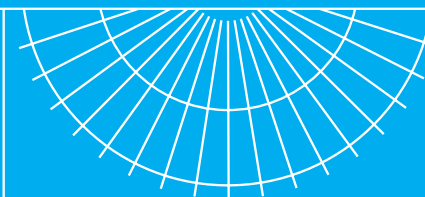
III МЕЖДУНАРОДНЫЙ КОНГРЕСС

СБОРНИК ТЕЗИСОВ

2025



ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Н.Э. БАУМАНА
(НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»



РУССКИЙ ИНЖЕНЕР

29.10

–

31.10

III Международный
конгресс

СБОРНИК
ТЕЗИСОВ



ИЗДАТЕЛЬСТВО
МГТУ им. Н.Э. БАУМАНА

УДК 62+004+9
ББК 30
Р89

Издание доступно в электронном виде по адресу
<https://press.bmstu.ru/catalog/item/8538/>

Председатель оргкомитета конгресса

Гордин Михаил Валерьевич, ректор МГТУ им. Н.Э. Баумана,
канд. техн. наук

Члены оргкомитета:

Дроговоз Павел Анатольевич, проректор по науке
и цифровому развитию МГТУ им. Н.Э. Баумана,
д-р экон. наук, профессор;

Байдаров Дмитрий Юрьевич, доцент кафедры экономики
и менеджмента в промышленности МИФИ,
канд. юрид. наук

Рецензенты:

д-р техн. наук, проф. *Е.В. Ляпунова*,
д-р техн. наук, проф. *В.Г. Санаев*,
д-р пед. наук, проф. *Т.Ю. Цибизова*,
канд. техн. наук, доц. *В.И. Терехов*

Русский инженер : III Международный конгресс (Москва, 29–31 октября 2025 года) : сборник тезисов / Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный технический университет имени Н. Э. Баумана (национальный исследовательский университет)». — Москва : Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2025. — 375, [1] с. : ил.

ISBN 978-5-7038-6656-6

Конгресс — площадка для взаимодействия университетов с технологическим сектором. Мероприятие посвящено вопросам подготовки инженерных кадров и обеспечения технологической независимости отечественной промышленности. В повестке Конгресса — поиск ответов на актуальные вызовы в сфере технологического лидерства стран-участниц, кадрового обеспечения национальных проектов, повышения качества инженерного образования, развития критических и сквозных технологий, междисциплинарных научных исследований и инженерных разработок.

УДК 62+004+9
ББК 30

Издается в авторской редакции.

ISBN 978-5-7038-6656-6

© МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2025
© Оформление. Издательство
МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2025

Уважаемые участники и гости III Международного конгресса «Русский инженер»!



Для нас большая честь приветствовать на конгрессе и видеть в стенах нашего университета специалистов из разных стран.

Во все времена способность государства самостоятельно создавать и развивать критические технологии была краеугольным камнем его суверенитета и процветания. Сегодня этот исторический вызов встал перед нами с новой силой. Ответом на него должны стать не только масштабные государственные инициативы, но и консолидированная воля всего нашего инженерного сообщества. Ведь именно инженеру — конструктору, технологу, исследователю — принадлежит ключевая роль в формировании устойчивой независимой экономики и достижении технологического лидерства страны.

Наследие В.Г. Шухова, А.Н. Туполева, С.П. Королёва и других титанов русской инженерии учит нас главному: настоящий инженер мыслит системно. Их труды давно стали достоянием мировой науки, а принципы русской инженерной школы — точность, масштабность, фундаментальность — служат универсальным языком технологического прогресса. Это призвание, которое объединяет специалистов вне государственных границ, вдохновляя на решение глобальных задач.

Современный инженер — это не просто создатель отдельных механизмов. Сегодня общество востребованы комплексные продукты и услуги, основанные на глубокой междисциплинарной интеграции и сквозных цифровых технологиях. Современный инженер — это архитектор сложных систем, способный видеть целое за множеством деталей, управлять взаимодействием элементов, решать многокритериальные задачи и нести ответственность за весь жизненный цикл создаваемой технической системы — от идеи до внедрения и эксплуатации.

Сегодня, как никогда, от четкости наших действий, профессиональной солидарности и сплоченности инженерного сообщества зависят технологический суверенитет и будущее страны.

Конгресс «Русский инженер», который проводится уже в третий раз, стал не только авторитетной площадкой для дискуссий, но и пространством для выработки конкретных решений. В повестке этого года — как фундаментальные вопросы инженерного образования, так и актуальные практические темы:

- цифровая трансформация и управление жизненным циклом сложных технических систем;
- инженерные ответы на социально-экономические вызовы, проблемы экологии, климата и здоровьесбережения;
- формирование у молодых специалистов качеств системного мышления и ответственности за результат.

Такой диалог между университетами, научными институтами и промышленностью жизненно необходим. Труды Конгресса станут основой для новых исследований, образовательных программ и, уверен, будущих технологических прорывов.

Желаю всем участникам вдохновляющей работы, содержательных дискуссий и новых профессиональных открытий!

М.В. Гордин,
ректор МГТУ им. Н.Э. Баумана

Раздел 1

Исследования и разработки русских инженеров

УДК 691.112

Обеспечение энергией экологичных зданий будущего: многофункциональная прозрачная древесина, защищающая от ультрафиолетового излучения

Caichao Wan^(*)

wancaichaojy@163.com

College of Materials and Energy, Central South University of Forestry and Technology,
Changsha, P. R. China

Аннотация. Прозрачная древесина (ПД) с защитой от УФ-излучения является очень перспективным материалом, однако, найти баланс между блокированием УФ-излучения и пропусканием видимого света крайне сложно. Использован метод пропитки с применением сверхкритического флюида CO_2 под высоким давлением для внедрения Ce-ZnO наностержней (NRDs) в ПД. Наностержни Ce-ZnO благодаря двухвалентному легированию церием, уникальной фотоактивной структуре и физическому рассеиванию, обеспечивают Ce-ZnO NRDs@TW способность блокировать 99,6 % УФ-А излучения, сохраняя при этом 83,2 % пропускания видимого света. Материал также обладает энергосберегающими, звукопоглощающими и антигрибными свойствами, что идеально подходит для экологичных зданий.

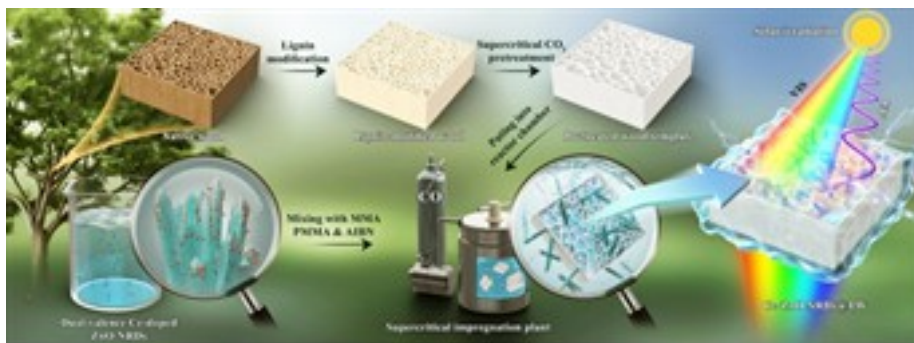
Ключевые слова: прозрачная древесина, защита от ультрафиолета, энергоэффективность, многофункциональность, здания будущего

Введение. Ультрафиолетовое излучение (УФИ) представляет серьезную угрозу для здоровья, однако распространенные строительные материалы, такие как стекло, обеспечивают недостаточную защиту [1], а прозрачная древесина (ПД) обычно не обладает функцией УФ-экранирования [2]. Существующие разработки по созданию УФ-блокирующей ПД сталкиваются с трудностями в достижении баланса между высоким светопропусканием в видимой области и эффективным поглощением УФ-излучения, проблемами масштабирования производства и отсутствием биологической проверки эффективности.

Для решения этих задач мы разработали высокоэффективный композит на основе ПД, пропитав делигнифицированный древесный каркас ПММА и наностержнями оксида цинка, легированного церием (Ce-ZnO NRDs), с помощью процесса с применением сверхкритического CO_2 . Этот метод обеспечивает равномерное распределение, позволяет получить крупноформатный (дециметрового размера) материал, который обеспечивает почти полную защиту от УФ-А излучения для кожи и ДНК в моделях на мышах, значительно превосходя обычное стекло. Одновременно композит демонстрирует высокое светопропускание в видимой области, превосходную механическую прочность, а также значительные тепло- и звукоизоляционные свойства.

Методы и материалы; результаты. Композит, защищающий от УФ-излучения, на основе прозрачной древесины (ПД) был получен следующим образом. Сначала проводили делигнификацию древесины липы с помощью щелоч-

ного раствора пероксида при 70 °С. Наностержни оксида цинка, легированного церием (Ce–ZnO NRDs), были синтезированы гидротермальным методом из ацетата цинка, нитрата церия и лимонной кислоты. Затем делигнифицированную древесину подвергали предварительной обработке сверхкритическим CO₂ для удаления влаги и экстрактивных веществ, после чего проводили пропитку под высоким давлением (24 МПа, 55 °С, 48 ч) смесью MMA, ПММА, Азобиси-зобутиронитрил (AIBN) и Ce–ZnO NRDs (0,1–1,0 мас. %). Полимеризацию инициировали повышением температуры до 70 °С, а конечный продукт Ce–ZnO NRDs@TW получали после контролируемого сброса давления (см. рисунок).



Принципиальная схема получения прозрачной древесины, защищенной от ультрафиолета

Закключение. В данном исследовании был успешно разработан многофункциональный прозрачный древесный композит с УФ-защитой с использованием метода пропитки с применением сверхкритического CO₂. Данный метод позволил улучшить проникновение ПММА на 71,3 % и обеспечить равномерное распределение наностержней ZnO, легированных церием. Оптимизированный композит блокирует 99,6 % излучения УФ-А диапазона, сохраняя при этом пропускание видимого света на уровне 83,2 %. Проверка на моделях у мышей подтвердила значительную защиту кожи и ДНК от повреждений ультрафиолетом. Материал также обладает комплексными энергосберегающими, звукопоглощающими и антигрибными свойствами, демонстрируя значительный потенциал в качестве экологичной альтернативы стеклу в строительстве зданий и в производстве транспортных средств.

Список источников

- [1] Grandahl K., Eriksen P., Ibler K.S. et al. Measurements of solar ultraviolet radiation exposure at work and at leisure in Danish workers. *Photochemistry and Photobiology*, 2018, vol. 94, pp. 807–814. <https://doi.org/10.1111/php.12920>
- [2] Qiu Z., Xiao Z., Gao L. et al. Transparent wood bearing a shielding effect to infrared heat and ultraviolet via incorporation of modified antimony-doped tin oxide nanoparticles. *Composites Science and Technology*, 2019, vol. 172, pp. 43–48. <https://doi.org/10.1016/j.compscitech.2019.01.005>

УДК 674

К 100-летию выдающегося отечественного ученого - древесиноведа, академика IAWS, профессора Бориса Наумовича Уголева: жизнь в работе

Горбачева Галина Александровна^{1(*)}

gorbacheva@bmstu.ru

SPIN-код: 4154-5542

Niemz Peter²

niemzp@retired.ethz.ch

Deglise Xavier³

xavier.deglise@univ-lorraine.fr

Teischinger Alfred⁴

alfred.teischinger@boku.ac.at

Sandberg Dick⁵

dick.sandberg@ntnu.no

Санаев Виктор Георгиевич¹

vgsanaev@bmstu.ru

SPIN-код: 4188-2004

¹ МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, Московская обл., Мытищи, Россия² ETH Zurich, Zurich, Switzerland³ ENSTIB, UL, Nancy, France⁴ BOKU, Tulln, Austria⁵ NTNU, Gjøvik, Norway

Аннотация. Доклад посвящен описанию научно-педагогического наследия выдающегося отечественного ученого-древесиноведа, академика и члена Правления IAWS, заслуженного деятеля науки РФ, почетного члена РАЕН, профессора Московского государственного университета леса (ныне — Мытищинский филиал МГТУ им. Н.Э. Баумана), доктора технических наук, профессора Бориса Наумовича Уголева.

Ключевые слова: профессор Борис Наумович Уголев, древесиноведение, физика древесины, эффект памяти формы древесины, древесина как природный умный материал

Введение. 31 июля 2025 г. исполнилось 100 лет со дня рождения академика IAWS Бориса Наумовича Уголева (1925-2015), выпускника Московского лесотехнического института, более 70 лет своей посвятившему служению науке и важному делу подготовки специалистов лесного профиля.

Методы и материалы; результаты. Обобщено и систематизировано огромное научное и педагогическое наследие Б.Н. Уголева как результата его многолетней многогранной деятельности, «жизни в работе» [1]. Реология, сушильные напряжения, неразрушающие методы контроля и другие проблемы физики и механики древесины — области интересов Б. Н. Уголева, положивших начало плодотворно развиваемым научным направлениям. В последнее время его занимали проблемы связанные с деформационными превращениями древесины; замороженные деформации; гигроусталость и особенно обнаруженный им еще в 80-е г. «эффект памяти» древесины [2, 3]. Б. Н. Уголев опубликовал более 440 печатных работ, среди них известные учебники для вузов,

монографии, справочник по древесине, многие из них переизданы за рубежом и цитируются в справочниках, учебниках по древесиноведению и физике древесины Болгарии, Венгрии, Германии, Словакии, Сербии, Швейцарии и других стран [2,4,5]. Мировое научное сообщество признало заслуги Б. Н. Уголева, избрав его в 1991 г. академиком Международной академии наук о древесине (IAWS), с 1998 г. по 2004 г. — членом Правления IAWS. Б.Н. Уголев поддерживал научные связи с зарубежными центрами более 25 стран по исследованиям древесины; состоял членом IUFRO, RILEM, был избран почетным доктором Западно-Венгерского университета. В 2009 г. впервые в России он организовал Пленарное заседание IAWS, представил Академическую лекцию «Wood as natural smart material» [3]. Руководство IAWS высоко оценило вклад Б.Н. Уголева в развитие науки о древесине, расширение международных связей, его активное участие в мероприятиях Академии, он был награжден медалью IAWS за выдающиеся достижения в области древесиноведения «IAWS — Distinguished Service Award» (см. рисунок).



Академик IAWS Б.Н. Уголев, МГУЛ, 2014 г.

Заключение. Академик IAWS Борис Наумович Уголев, обладая удивительной научной прозорливостью, предвосхитил появление новых научных направлений на основе междисциплинарного подхода к изучению древесины, внес огромный вклад и на долгие годы предопределил развитие отечественного и мирового древесиноведения.

Список источников

- [1] Санаев В.Г., Обливин А.Н., Горбачева Г.А. Памяти Бориса Наумовича Уголева. *Известия высших учебных заведений. Лесной журнал*, 2015, № 6 (348), с. 164–167.
- [2] Niemz P., Sonderegger W. *Holzphysik: Physik des Holzes und der Holzwerkstoffe*. München, Carl Hanser Verlag GmbH & Company KG, 2017.
- [3] Ugolev B.N. Wood as a natural smart material. *Wood Science and Technology*, 2014, vol. 48, pp. 553–568. <https://doi.org/10.1007/s00226-013-0611-2>
- [4] Niemz P., Teischinger A., Sandberg D. (eds). *Springer Handbook of Wood Science and Technology. Springer Handbooks*. Springer Cham., 2023. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-81315-4>
- [5] Niemz P., Teischinger A., Sandberg D. (eds). *Wood Material and Processing Data: The Most Relevant Data, Tables, and Figures*. Springer Cham., 2025. <https://doi.org/10.1007/978-3-031-38329>

УДК 674.032

Описание анатомии и некоторых свойств эндемичных видов сосны Кубы

Rojas Rojas Mederico Pascual^{1(*)}

mederico2025@gmail.com

Rondón González Daniel²

drondon2407@gmail.com

Rosabal Quintana Alexei³

arosabalq@udg.co.cu

Guzmán Torres Antonio⁴

toniguzman9522@mail.com

¹ UPR, Pinar del Río, Cuba² UDG, Bayamo, Cuba³ UDG, Bayamo, Cuba⁴ Servicio Estatal Forestal, La Habana, Cuba

Аннотация. Обобщение результатов исследований об эндемичных видах сосны Кубы определяет главную цель работы: описать анатомию, физические и механические свойства древесины видов *Pinus caribaea*, *P. cubensis*, *P. maestrensis* Bisse и *P. tropicalis* Morelet. Были определены анатомические элементы и показатели физических и механических свойств. Древесина 4 эндемичных видов сосны Кубы демонстрирует сходство в их анатомии и физико-механических свойствах.

Ключевые слова: *Pinus*, эндемичные виды сосны Кубы, древесина, физические и механические свойства

Введение. Флора Кубы выделяется среди других Карибских островов своими высокими значениями биоразнообразия и эндемичности, поддерживаемыми примерно 6700 видами сосудистых растений. Более половины видов цветковых растений являются эндемичными формами, включая 74 эндемичных рода, что является наивысшей цифрой на Антильских островах и превращает страну в главный центр разнообразия растительных видов в Карибском регионе [1]. Необходимость обобщения накопленных знаний и информации о сосновых лесах Кубы для их устойчивого, рационального и комплексного использования определяет главную цель этой работы: описать анатомию и некоторые физические и механические свойства древесины эндемичных видов сосны Кубы.

Методы и материалы; результаты. Использованы данные, полученные в результате анатомических исследований и испытаний физических и механических свойств эндемичных видов сосны Кубы *Pinus caribaea*, *P. cubensis*, *P. maestrensis* Bisse и *P. tropicalis* Morelet [2, 3]. Древесина изученных видов сосны в целом схожа, имеет светло-желтый цвет, разница в цвете между ядром и заболонью едва заметна. Годичные слои хорошо видны и различаются по ширине. Текстура средняя, волокна прямые, длинные, характерен незначительный блеск. Древесина имеет смолистый запах, горький привкус. Анатомические исследования и показатели физических и меха-

нических свойств были определены для образцов при влажности 12 % и представлены в таблице.

Физические и механические свойства древесины эндемичных видов сосны Кубы

Свойства	Единица измерения	Виды сосны				Среднее значение
		<i>P. caribaea</i>	<i>P. cubensis</i>	<i>P. maestrensis Bisse.</i>	<i>P. tropicalis Morelet</i>	
Физические свойства при влажности 12 %						
Плотность	кг/м ³	767	743	775	740	756
Объемная усушка	%	13,80	13,40	13,56	5,80	11,64
Предел насыщения клеточных стенок	%	24	24	36	32	29
Механические свойства при влажности 12 %						
Прочность на сжатие вдоль волокон	кгс/см ²	674	622	636	639	643
Динамическая прочность на изгиб	кгсм/см ²	0,67	0,45	0,43	0,53	0,47

Закключение. Проведенные исследования показали сходство анатомического строения и значений показателей физических и механических свойств, таких как плотность, объемная усушка, предел насыщения клеточных стенок, прочность на сжатие вдоль волокон и динамическая прочность на изгиб, для 4 эндемичных видов сосны Кубы.

Список источников

- [1] Ávila D. Estado y tendencias de la cobertura boscosa en Cuba en el siglo XXI. *I Congreso internacional de manejo de bosques*. La Habana, 2018.
- [2] Ibáñez A. et al. *Propiedades y usos de 50 especies maderables que crecen en Cuba*. Propuesta a premio a la Academia de Ciencias de Cuba. La Habana, 2001.
- [3] Rojas M. Especies maderables cubanas idóneas para la fabricación de muebles y carpintería. *Simposio Internacional del Mueble, IV Congreso FIMAE, 4ta Convención Internacional Cubaindustria*. La Habana, 2024.

УДК 674

Плотность древесины и механические свойства древесины *Robinia pseudoacacia* L. из трех регионов Венгрии

Younis Fath Alrhman A.A.^{1,2(*)}

fath.alrhman.awad.younis@phd.uni-sopron.hu

Báder Mátyás¹

bader.matyas@uni-sopron.hu

Németh Róbert¹

nemeth.robert@uni-sopron.hu

¹ University of Sopron, Sopron, Hungary² University of Gezira, Al Gezira, Wad Madani, Sudan

Аннотация. В работе выполнены исследования базисной плотности и механических свойств древесины белой акации (*Robinia pseudoacacia* L.). Древесина была заготовлена в трех различных районах на территории Венгрии. Статистический анализ показал, что базисная плотность, предел прочности при статическом изгибе и предел прочности при сжатии значительно различались в регионах исследования, самые высокие значения получены для образцов из района Iván, а наибольший модуль упругости у образцов из района Baktalórántháza.

Ключевые слова: *Robinia pseudoacacia*, плотность, механические свойства, изменчивость свойств, регион произрастания

Введение. Быстрый рост населения усилил вырубку лесов во всем мире, в основном, из-за расширения сельского хозяйства и увеличения спроса на древесину. Это создало дисбаланс, который угрожает устойчивости лесов и влияет на отрасли, зависящие от древесины как основного ресурса. Для решения этих проблем правительства и лесная промышленность продвигают выращивание быстрорастущих пород в качестве заменителей высококачественной, прочной древесины [1]. Среди них белая акация (*Robinia pseudoacacia* L.) известна своей исключительной долговечностью, прочностью и биологической стойкостью. Способность адаптироваться к бедным почвам, высокая скорость роста и широкий спектр применения делают ее ценным устойчивым ресурсом [2, 3]. В Венгрии белая акация является одной из самых значимых лиственных пород, вносящей вклад как в лесное хозяйство, так и в деревообрабатывающую промышленность. Способность фиксировать азот и положительное влияние на качество почвы еще больше усиливают ее экологическое и экономическое значение, способствуя устойчивому лесопользованию и развитию сельских районов [4]. В данном исследовании изучаются базисная плотность (BD) и механические свойства, включая модуль упругости (MOE), предел прочности при статическом изгибе (MOR) и предел прочности при сжатии вдоль волокон (CS) древесины *Robinia pseudoacacia* L.

Методы и материалы; результаты. Образцы древесины были отобраны в трех различных районах (Baktalórántháza, Kunfehértó, and Iván) на территории Венгрии. Эти участки характеризуются низкокачественными, уплотненными

и заболоченными почвами. Все испытания проводились в соответствии со стандартами ISO 13061:2014 [5]. Статистический анализ показал, что величины BD, MOR и CS значительно отличаются для трех исследованных районов. Самые высокие значения показателей этих свойств были зафиксированы в районе Iván, где базисная плотность (BD) составила 0,78 г/см³, MOR — 173 МПа, CS — 83,4 МПа. Эти результаты свидетельствуют о сильном влиянии условий произрастания на механические и физические характеристики древесины белой акации. Напротив, показатель MOE не показал статистически значимых различий между районами произрастания. Тем не менее, наибольшее значение MOE наблюдалось для района Baktalórántháza, где оно достигло 14 058 МПа.

Заключение. В целом, полученные результаты подчеркивают значительный прочностной потенциал древесины *Robinia pseudoacacia* L. Они подтверждают пригодность этого вида для широкого спектра применения, включая строительство, производство мебели и других изделий из древесины с добавленной стоимостью, а также предоставляют ценную информацию для лесного хозяйства, деревообрабатывающей промышленности и устойчивого управления ресурсами в Венгрии. Это свидетельствует о том, что, хотя некоторые механические характеристики белой акации сильно зависят от места произрастания, другие могут оставаться относительно стабильными в различных условиях произрастания.

Список источников

- [1] Grosser D. *Die Hölzer Mitteleuropas*. Kessel Verlag, Remagen-Winter, 2003.
- [2] Redei K. Black locust (*Robinia pseudoacacia* L.) energy plantations in Hungary. *Silva Gandavensis*, 1999, vol. 64. <https://doi.org/10.21825/sg.v64i0.827>
- [3] Rédei K., Keserű Z., Csiha I., Rásó J., Honfy V. Plantation silviculture of black locust (*Robinia pseudoacacia* L.) cultivars in Hungary — a review. *South-east European forestry: SEEFOR*, 2017, no. 2, pp. 151–156. <https://doi.org/10.15177/see-for.17-11>
- [4] ISO 13061:2014. *Determination of ultimate strength in static bending*. ISO, Switzerland, 2014.

УДК 674.81;630*81;690

Теплоизоляционный материал без связующего вещества из древесной коры

Zoltán Pásztory^(*)

pasztoryzoltan@gmail.com

University of Sopron, Sopron, Hungary

Аннотация. Устойчивая экономика требует более широкого использования природных материалов, таких как древесная кора — побочный продукт лесного хозяйства, ежегодно производимый в огромных количествах. В данной статье представлены результаты исследований, в ходе которых были разработаны теплоизоляционные панели из древесной коры без связующего. Теплопроводность и прочность на сжатие этих панелей сопоставимы с коммерческим продуктом, однако их водостойкость и огнестойкость требуют дальнейшего совершенствования.

Ключевые слова: кора дерева, теплоизоляция, изоляционная панель без связующего, устойчивое развитие, использование коры

Введение. В последнее время подчеркивается важность улучшения тепловых характеристик зданий, что подразумевает использование большего количества теплоизоляции. Лесозаготовительные компании и лесопильные заводы производят большое количество древесной коры различных видов и форм. СО₂-баланс древесной коры превосходит по сравнению с другими широко используемыми изоляционными материалами. Существуют породы деревьев, подходящие для производства теплоизоляционных плит из коры, например, тополь, акация и др. [1, 2].

Методы и материалы; результаты. В Университете Шопрона были проведены дополнительные исследования по превращению коры деревьев в пригодные для использования теплоизоляционные материалы. Кора использовалась разных размеров и технологий, применялось несколько методов для улучшения механических и эстетических свойств изоляционных панелей. Первым шагом было определение теплопроводности измельченной коры разных пород деревьев. Затем необходимо было определить оптимальную плотность, учитывая, что тепловые свойства панели зависят от плотности [3]. Первый вариант представлял собой простую измельченную кору, разделенную по размеру частиц. Теплопроводность панелей из измельченной коры находилась в диапазоне от 0,061 до 0,07 Вт/м·К.

Во втором варианте кору разделяли на волокна аналогично технологиям, используемым в бумажной промышленности для производства целлюлозы [5]. Эта целлюлоза из коры формировалась в форму панели и отверждалась без клея. В таком виде поверхность частиц достаточно велика для образования гидроксильных мостиков между цепями целлюлозы. Теплопроводность панелей из коры при таком способе достигла значительно более низкой теп-

лопроводности в диапазоне от 0,045 до 0,055 Вт/м·К, что вполне конкурентоспособно по сравнению с любым другим утеплителем на рынке.

Заключение. Исследования показали, что кора различных деревьев является подходящим сырьем для натуральной изоляции. Существует множество технологий, которые можно использовать для производства изоляционных панелей. Кроме того, выдающимся результатом является изоляционная панель из коры деревьев без связующего, которая отвечает всем требованиям устойчивого развития, переработки и принципам циклической экономики.

Список источников

- [1] Ronyecz I., Mohácsi K., Pásztor Z. Néhány hazai fafaj kérgének hőszigetelő képessége. *Faipar*, 2012, vol. LX/1, pp. 16–21.
- [2] Ronyecz I. *Természetes fakéreg anyagok hőszigetelési tulajdonságainak vizsgálata és fejlesztése*. Doktori (PhD) értekezés. University of West Hungary, Sopron, 2015.
- [3] Bayandin M., Strikun V., Namyatov A., Ermolin V., Pásztor Z. Thermal insulation panels with bio-based adhesives. *AIP Conference Proceedings. Ser. Proceedings of the II International Conference on Advances in Materials, Systems and Technologies, CAMSTech-II 2021, 2022*, vol. 2467, art. no. 020008.
- [4] Tsalagkas D., Börcsök Z., Pásztor Z. Thermal, physical and mechanical properties of surface overlaid, bark-based insulation panels. *European Journal of Wood and Wood Products*, 2019, vol. 77, pp. 721–730. <https://doi.org/10.1007/s00107-019-01436-5>
- [5] Кузьмин В.А., Радкевич Л.В., Пастори З., Божелко И.К., Федосенко И.Г., Дубовская Л.Ю., Коновалова А.А., Мелешко О.В. Использование коры в производстве теплоизоляционных строительных материалов (обзор). *Труды БГТУ. Сер. 1. Лесное хозяйство, природопользование и переработка возобновляемых ресурсов*, 2023, № 1 (264), с. 177–186. <https://doi.org/10.52065/2519-402X-2023-264-19>

УДК 338.33+321.011

Участие государственной корпорации «Росатом» в формировании коллективного технологического суверенитета

Байдаров Дмитрий Юрьевич^{1,2}

d_baydarov@mail.ru

SPIN-код: 7613-1681

¹ Государственная корпорация по атомной энергии «Росатом», Москва, Россия² НИЯУ МИФИ, Москва, Россия

Аннотация. Концепция коллективного технологического суверенитета позволяет формировать единое технологическое пространство группой дружественных стран, что усиливает их потенциал и дает возможности противостоять гегемонии недружественных государств — технологических лидеров. Важная роль в формировании коллективного технологического суверенитета принадлежит крупным высокотехнологичным компаниям, имеющим необходимый опыт, компетенции, занимающим передовые позиции на мировых рынках. В России в качестве такой компании можно рассматривать государственную корпорацию «Росатом».

Ключевые слова: технологический суверенитет, технологическое лидерство, технологические платформы, передача технологий, международное сотрудничество, государственная корпорация

Введение. Перестройка мирохозяйственной системы, стремление развивающихся государств избежать «технологического колониализма» [1], повышающаяся роль технологий в изменениях общественных отношений приводят к необходимости и теоретического, и практического осознания новых видов взаимодействий, одним из которых может быть концепция коллективного технологического суверенитета. Гипотеза состоит в том, что совместное технологическое развитие государств на институциональной основе крупных национальных компаний, лежащее в основе концепции коллективного технологического суверенитета, может стать базой для долгосрочного равноправного сотрудничества государств. Цель работы — дать авторскую оценку участию государственной корпорации «Росатом», как представителю класса крупных высокотехнологичных компаний, занимающих лидерские позиции на мировом рынке, в формировании коллективного технологического суверенитета.

Материалы и методы; результаты. Концепция коллективного технологического суверенитета рассмотрена авторами в предыдущих исследованиях, она основывается на таких экономико-политических целях государств, как национальный технологический суверенитет и технологическое лидерство [2, 3]. Методологической базой является системный анализ, институциональный анализ, логическое моделирование.

1. Формирование коллективного технологического суверенитета в рамках межгосударственного объединения требует наличие государства-инициа-

тора, обладающего достаточным технологическим развитием и потенциалом, а также необходимыми институтами для технологического развития: научными коллективами и объектами, технологическими платформами, компаниями-лидерами и пр. Такими признаками обладает государственная корпорация «Росатом», одна из крупнейших компаний на мировом рынке атомных технологий, имеющая собственные научные, производственные мощности, работающая в различных высокотехнологичных сферах.

2. «Росатом», развивая отношения с другими государствами, не просто строит атомные объекты, но и активно привлекает местные компании, помогает государствам создавать собственную суверенную национальную атомную отрасль, включая передачу технологий, подготовку кадров, формирование центров компетенций и пр. Все это дает государствам возможность снижать технологическую зависимость от стран-технологических «гегемонов», которые часто используют свое превосходство в политических целях. Такая деятельность создает базу для равноправного долгосрочного международного сотрудничества.

3. Деятельность «Росатома» инициирует создание совместных институтов для долгосрочного равноправного сотрудничества, выходящего за пределы атомной отрасли, то есть потенциально — для создания коллективного технологического суверенитета. К ним можно отнести платформу по атомной энергетике, цель которой — развитие и внедрение лучших практик и передовых подходов в энергетических и неэнергетических применениях ядерных технологий в мирных целях на рынках БРИКС и БРИКС+, развитие механизмов и моделей, стимулирующих атомные проекты; проекты финансирования атомных проектов Новым банком развития, созданным странами БРИКС и т. д. Эти институты, опробуемые на атомной отрасли, могут в дальнейшем стать универсальными.

4. Реализуя проекты в атомной сфере, «Росатом» дает возможность продвижения на зарубежные рынки не только своей продукции, но и отечественных продуктов и технологий, создаваемой иными российскими производителями. Жизненный цикл атомной электростанции (АЭС) — более 100 лет. АЭС может быть источником энергии не только для местной промышленности и социальных потребностей, но и, отдельно отметим, для крупных дата-центров, для развития искусственного интеллекта — наиболее активно растущей сегодня сферы. Такие дата-центры могут обеспечивать такие потребности государства, как местные государственные информационные системы, местные социальные сети, критическую инфраструктуру и пр., в разработке которых также могут участвовать российские компании. «Росатом» может предложить странам присутствия широкую кооперацию и в других сферах — электротранспорте, новых материалах, не атомной возобновляемой энергетике, медицине и пр. Все это может способствовать суверенному развитию стран-партнеров и быть интересным для развития российской экономики.

Заключение. Концепция коллективного технологического суверенитета, реализуемая в том числе, через деятельность крупных компаний лидеров,

к которым относится и государственная корпорация «Росатом», позволяет обеспечить равноправное и долгосрочное сотрудничество государств, равный доступ к технологиям, в широком смысле — обеспечить динамичное, при этом справедливое, устойчивое развитие, как страновое, так и глобальное.

Список источников

- [1] *Выступление Президента России на Глобальном атомном форуме. 25.09.2025.* URL: <http://www.kremlin.ru/events/president/news/78069> (дата обращения 26.09.2025).
- [2] Байдаров Д.Ю., Полосин А.В., Файков Д.Ю. Технологическое сотрудничество и равноправие — основа нового международного права? *Экономические отношения*, 2024, т. 14, № 3, с. 475–490. <https://doi.org/10.18334/eo.14.3.121430>
- [3] Безруков А.О., Байдаров Д.Ю., Файков Д.Ю. Технологическое лидерство государства: концептуальное понимание и механизмы формирования. *Экономическое возрождение России*, 2024, № 2, с. 75–89. <https://doi.org/10.37930/1990-9780-2024-1-79-75-89>

УДК 630*812

Анализ работы многооперационных лесных машин

Баканач Егор Александрович

egor-bakanach2002@mail.ru

Угрюмов Сергей Алексеевич

ugr-s@yandex.ru

SPIN-код: 6246-6269

СПбГЛТУ имени С.М. Кирова, Санкт-Петербург, Россия

Аннотация. *С применением разработанного программного продукта оценены размерно-качественные характеристики древесины, заготовленной с применением многооперационных лесных машин в лесничествах Северо-Западного Федерального округа. Изучены типичные схемы раскряжевки, наличие дефектов строения древесины, доля брака, структура товарной продукции.*

Ключевые слова: *лесозаготовка, многооперационные лесные машины, раскряжевка, размерно-качественные характеристики, отчетные данные, программа для ЭВМ*

Введение. В России лесозаготовка преимущественно осуществляется с применением высокопроизводительных многооперационных лесных машин, которые оснащены бортовыми компьютерами для сбора и хранения информации о размерных параметрах заготовленной древесины, а также о техническом состоянии машин [1]. Анализ полученных отчетных данных позволяет определить сбои в работе машин, а также оперативно корректировать работу с уменьшением издержек производства [2].

В настоящее время отсутствует программное обеспечение, которое можно было бы применять на российских предприятиях для обработки отчетных данных с различных харвестеров. Каждое фирменное программное обеспечение (Timbermatic от John Deere, Opti от Ponsse и т. д.) имеет собственную архитектуру и закрытый характер. Это затрудняет итоговый анализ, особенно если в парке организации присутствуют машины разных производителей.

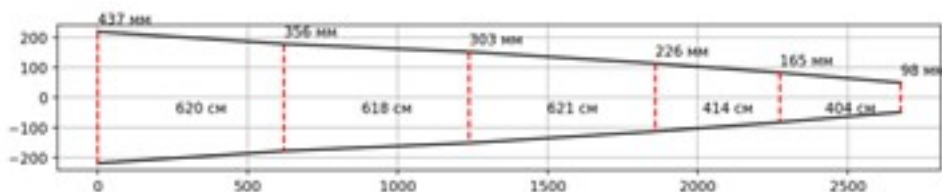
Целью работы является создание и апробация программного продукта для статистической оценки размерно-качественных характеристик заготовленной древесины на основе обработки массивов отчетных данных с бортовых компьютеров многооперационных лесных машин.

Методы исследования. В ходе исследования были извлечены и проанализированы массивы отчетных данных с бортовых систем Parker Motomit IT 6,5, установленных на машинах Caterpillar и Komatsu, осуществляющих лесозаготовки в лесничествах СЗФО. Для упрощения извлечения данных, оперативного анализа и визуального представления полученных итоговых результатов написана программа на языке Python (№ гос. рег. 2025617886 RU). Данная программа позволяет извлекать массивы данных из файлов формата stm., систематизировать их, производить статистическую обработку различ-

ных параметров работы машин, а также представлять полученные промежуточные и итоговые результаты в графическом виде.

Результаты исследования. Обработка полученных массивов данных позволила определить соотношение заготовленных хвойных и лиственных пород древесины, оценить основные параметры строения ствола, распределение заготовленной древесины по длинам и диаметрам, размеры и объемы порубочных остатков, объемы и товарное назначение заготовленной древесины.

Программа позволяет проанализировать раскрой каждого единичного сортимента, в том числе наличие отбраковок, выборку дефектных мест, а также наличие аномального строения древесины (см. рисунок).



Интерфейс программы во вкладке просмотра раскряжевки выбранного хлыста

Закключение. В ходе исследования проанализированы отчетные данные с бортовых компьютеров валочно-сучкорезно-раскряжевочных машин (харвестеров), работающих в природно-климатических условиях Северо-Западного Федерального округа. Статистически обработаны массивы данных из файлов формата stm., выгруженных из бортовых компьютеров многооперационных лесных машин. Установлено, что в рассмотренных лесничествах Северо-Западного Федерального округа преимущественно осуществляется заготовка хвойного пиловочника. Распределение схем раскряжевки значительно различается по районам.

Список источников

- [1] Мануковский А.Ю. и др. Программные комплексы современных лесных машин. *Приоритетные направления инновационной деятельности в промышленности. Шестая междунар. науч. конф.: сб. ст.* Казань, ООО «КОНВЕРТ», 2020, с. 57–59.
- [2] Уразова А.Ф., Васильев Н.Л. *Управление качеством продукции в лесном комплексе.* Екатеринбург, УГЛТУ, 2020, 112 с.

УДК 630

Окклюзия сосудов древесных покрытосеменных растений: обзор

Бардаров Николай Спасов^{1(*)}

niki_bardarov@abv.bg

Владиминова Елена Григорьевна²

evladimi@unb.ca

¹ Лесотехнический университет, София, Болгария² Университет Нью Браунсвика, Канада

Аннотация. Рассмотрены механизмы закупорки (окклюзии) сосудов у древесных покрытосеменных: образование тилл и отложение камедей. Показано, что выразенность и преобладающий механизм окклюзии имеют видоспецифичную (генетически обусловленную) составляющую и могут использоваться как диагностические признаки. Отмечено влияние окклюзии на свойства древесины (проницаемость, долговечность, переработка), особенно при гидротермальной обработке. Сделан вывод о практической значимости учета окклюзии при модификации, сушке и защите древесины.

Ключевые слова: окклюзия сосудов, тиллы (тилозы), камеди, сосуды ксилемы, заболонь, ядровая древесина

Vessel occlusion in woody angiosperms: a review

Bardarov Nikolay Spasov^{1(*)}

niki_bardarov@abv.bg

Vladimirova Elena Grigorievna²

evladimi@unb.ca

¹ University of Forestry, Sofia, Bulgaria² University of New Brunswick, Fredericton, Canada

Abstract. Mechanisms of vessel occlusion in woody angiosperms — tylosis formation and gum deposition — are summarized. Species-specific (genetically conditioned) patterns that justify diagnostic use are outlined. Effects on wood permeability, durability, and processing, especially under hydrothermal treatments, are highlighted, with practical implications for wood protection, modification, and drying regimes.

Keywords: vessel occlusion; tyloses; gums; xylem vessels; sapwood; heartwood; woody angiosperms

Введение. Переход от заболони к ядровой древесине сопровождается старением/отмиранием паренхимы и окклюзией сосудов, что напрямую связано с гидравликой ксилемы и свойствами материала [1, 2, 4].

Материалы и методы. Наративный обзор источников литературы по анатомии древесины и ксилемной гидравлике; отбор работ с описанием механизмов окклюзии (тиллы/камеди), диагностического применения и технологических последствий [1–5].

Результаты и обсуждение. Механизмы: (i) тиллы — пузыревидные выпячивания живых паренхимных клеток (осевой/лучевой), проникающие через полуокаймленные поры в просвет сосуда и разрастающиеся; (ii) камеди и иные экстрактивы, заполняющие просвет [1, 2]. Механизмы могут сочетаться [1, 2, 4]. Биологический смысл: локализация повреждений, ограничение распространения воздуха/патогенов, участие в формировании ядра [3]. Диагностика: выраженность и тип окклюзии видоспецифичны, что используется в перечнях анатомических признаков Международной ассоциации анатомов древесины (IAWA) [4]. Технологические последствия: тиллы резко снижают проницаемость (ложное ядро бука практически не пропитывается антисептиками) и нередко связаны с повышенной устойчивостью к дерево-разрушающим грибам; при гидротермальной обработке и модификации окклюзия влияет на перенос влаги/реагентов и требует корректировки режимов [1, 5].

Заключение. Окклюзия сосудов — ключевое звено между физиологией древесины и ее эксплуатационными/технологическими свойствами. Учет типа и выраженности окклюзии (тиллы/камеди) важен для анатомической диагностики и выбора режимов защиты, модификации и сушки.

Список источников

- [1] Енчев Е. *Древесиноведение*. София, Земиздат, 1984, 324 с.
- [2] Уголев Б.Н. *Древесиноведение и лесное товароведение*. Москва, Изд-во МГУЛ, 2007, 351 с.
- [3] Bonsen K.J.M., Kucera L.J. Vessel occlusions in plants: morphological, functional and evolutionary aspects. *IAWA Bulletin n.s.*, 1990, vol. 11 (4), pp. 393–399.
- [4] De Micco V. et al. Tyloses and gums: a review of structure, function and occurrence of vessel occlusions. *IAWA Journal*, 2016, vol. 37 (2), pp. 186–205.
- [5] Bosshard H.H. *Holzkunde: Band 1. Mikroskopie und Makroskopie des Holzes*. Basel, Boston, Stuttgart, Birkhäuser Verlag, 1982, 223 p.

УДК 621.45.018.2

Программирование модуля Logo Siemens для автоматизации стендовых испытаний ракетного двигателя малой тяги

Басов Леонид Романович

basovlr@student.bmstu.ru

Новиков Алексей Олегович

ovikovao@bmstu.ru

Ворожеева Олеся Андреевна^(*)

oa-vorozheeva@bmstu.ru

МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, Россия

Аннотация. Представлена блок-схема системы автоматического управления стендом для огневых испытаний ракетного двигателя малой тяги (РДМТ), работающего в импульсном режиме на экологически чистых газообразных компонентах топлива кислород и метан. Дано описание модуля Logo Siemens и приведен алгоритм его программирования. Разработанная система управления стендом позволяет реализовывать различные циклограммы импульсного режима работы РДМТ, а также осуществлять аварийное выключение двигателя при достижении предельных значений давления в камере сгорания и температуры конструкции.

Ключевые слова: ракетный двигатель малой тяги, автоматизация, стендовые испытания, аварийное выключение, Logo Siemens

Введение. Огневые стендовые испытания ракетных двигателей малой тяги (РДМТ), для которых характерен импульсный режим работы, требуют использования автоматизированных систем управления стендом [1]. Особенности организации рабочего процесса для данного класса двигателей могут приводить к скапливанию компонентов топлива в камере РДМТ на некоторых режимах его работы, что может вызывать забросы давления в камере сгорания в момент запуска, а следовательно, и к нерасчетным значениям тяги, что для двигателей системы управления недопустимо. При этом из-за отсутствия регенеративного охлаждения элементы конструкции РДМТ в процессе его работы нагреваются до температур, зачастую превышающих температуру плавления используемых материалов. В связи с этим целью работы является автоматизация стендовых испытаний РДМТ, работающего в импульсном режиме с системой аварийного выключения двигателя, что является актуальным.

Методы и материалы; результаты. В работе представлен алгоритм автоматизированной системы управления стендом, реализованный на основе модуля Logo Siemens [2].

В блок-схеме запрограммировано ручное управление двумя переключателями — кнопка «Пуск» и кнопка «Аварийное отключение». Также предусмотрено автоматическое аварийное выключение с помощью двух обратных связей — по давлению в камере сгорания и по температуре наружной поверхности стенки.

Для обеспечения импульсного режима работы РДМТ реализован блок «Асинхронный генератор импульсов». Настройка импульсного режима осуществляется вводом потребных значений времени паузы и периода включений двигателя. С помощью блока «Интервальное реле» задается суммарное время работы двигателя. С помощью отдельных реле задается время открытия клапанов и работы свечи, а с помощью блоков «Задержка включения/выключения» имеется возможность реализовать подачу одного из компонентов в камеру сгорания с задержкой.

Заключение. Блок-схема автоматизированной системы управления стендом позволяет осуществить запуск РДМТ в различных импульсных режимах, повысить точность и повторяемость экспериментов за счет уменьшения влияния человеческого фактора.

Система аварийного выключения, интегрированная в программное обеспечение, разработанное для модуля Logo Siemens, обеспечивает высокий уровень безопасности огневой стендовой отработки РДМТ.

Таким образом, данное решение обладает высоким потенциалом для применения в исследовательских и промышленных установках, требующих надежного и гибкого управления.

Список источников

- [1] Ягодников Д.А., Антонов Ю.В., Елисеев А.А., Новиков А.О., Ворожеева О.А., Козичев В.В., Титаевский С.В. *Физические основы рабочего процесса в ракетных двигателях*. Москва, Изд-во МГТУ им Н.Э. Баумана, 2016, 117 с.
- [2] *Siemens. Руководство LOGO!* Справочник по аппарату. A5E01248543-03, 2009, 302 с.

УДК 551.509.339

Усовершенствование методов прогнозирования лесных пожаров в целях повышения эффективности искусственного увлажнения территорий

Белозерова Татьяна Юрьевна

belozerova@bmstu.ru

SPIN-код: 1234-5678

МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, Россия

***Аннотация.** Негативные последствия лесных пожаров состоят в причинении значительного ущерба как экологическому, так и экономическому состоянию территории, а площади пораженных пространств обычно превышают площади распространения пламени за счет рассеивания дымового облака. Одним из методов снижения риска лесных пожаров является искусственное увлажнение территорий с высокой пожароопасностью. В настоящей работе предложен альтернативный подход, основанный на методах машинного обучения.*

***Ключевые слова:** лесные пожары, искусственное увлажнение территорий, пожароопасность, чрезвычайные ситуации, машинное обучение*

Введение. Лесные пожары относятся к опасным природным катастрофическим процессам, наносящим значительный урон экономико-экологическому состоянию территорий. Негативные последствия лесных пожаров состоят в причинении ущерба как экологическому, так и экономическому состоянию территории. Одним из наиболее эффективных способов уменьшения негативного влияния лесных пожаров является искусственное увлажнение территорий, для повышения эффективности которого необходимо предиктивное определение вероятных зон возгораний.

Целью данной работы является предложение подхода к прогнозированию лесных пожаров, основанного на алгоритме машинного обучения «Логистическая регрессия».

Методы и материалы; результаты. Для разработки методических подходов необходимо осуществить сбор исходных данных и выбор алгоритма для построения модели прогноза. Выбранным алгоритмом является логистическая регрессия (Logistic Regression), позволяющая получать вероятностную оценку показателя пожарной опасности. Также для разработки методических подходов прогнозирования необходимы: картографические материалы; метеорологическая информация; данные об очагах возгорания.

Предлагаемые методические подходы прогнозирования реализуются в три основных этапа (см. рисунок):

Ключевым элементом этапа создания модели и модуля прогнозирования является логистическая регрессия — алгоритм машинного обучения, используемый для решения задач бинарной классификации [2]. Основная идея логи-

стической регрессии заключается в том, чтобы предсказать вероятность принадлежности объекта к определенному классу, используя логистическую функцию

$$y(x) = \frac{1}{1 + e^{-x}}. \quad (1)$$

По результатам, полученным в ходе реализации программного кода, был проведен расчет точности прогноза по метрике ассигасу, равной отношению верных прогнозов к числу всех прогнозов

$$accuracy = \frac{TP + TN}{TP + TN + FP + FN} = 0,81. \quad (2)$$



Основные этапы предлагаемой методических подходов прогнозирования

Заключение. Модель машинного обучения «Логистическая регрессия», реализованная на языке программирования Python может являться способом повышения эффективности работ по искусственному увлажнению территорий. Для оценки эффективности предлагаемых методических подходов использовалась метрика ассигасу. Оправданность прогноза по результатам оценки составила 81 %.

Список источников

- [1] Министерство Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий. URL: <https://mchs.gov.ru> (дата обращения 30.08.2024).
- [2] Клячкин В.Н. Выбор метода бинарной классификации при технической диагностике с применением машинного обучения. Известия Самарского научного центра РАН, 2018, № 4-3.

-
- [3] Пожары в России: данные о местах и типах природных пожаров за 2012–2021 гг. МЧС. URL: https://data-in.ru/data-catalog/datasets/202/#dataset-custom_tab_63 (дата обращения 30.08.2024).
 - [4] ERA5 monthly averaged data on single levels from 1940 to present. URL: <https://cds.climate.copernicus.eu/cdsapp#!/dataset> (дата обращения 02.09.2024).
 - [5] Коэлью Л.П., Ричарт В. Построение систем машинного обучения на языке Python. Москва, ДМК Пресс, 2016, 302 с.

УДК 628.543.1

Удаление мазутного загрязнения из песка: оценка эффективности различных методов

Бондаренко Анна Викторовна^(*)

avbondarenko@bmstu.ru

SPIN-код: 4498-3870

Ксенофонтов Борис Семенович

ksenofontov@bmstu.ru

SPIN-код: 1733-9911

Капитонова Светлана Николаевна

s.n.kapitonova@bmstu.ru

SPIN-код: 6299-4830

Панова Евгения Ильинична

panovaei@student.bmstu.ru

МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, Россия

Аннотация. Проведено сравнительное исследование методов очистки песка, загрязненного мазутом, включающее оценку эффективности и экологической безопасности различных подходов. Наряду с применением химических растворителей, широко используемых в практике очистки, было изучено воздействие биоразлагаемых бытовых моющих средств, доступных на потребительском рынке. В результате проведенных экспериментов выявлены наиболее эффективные средства, обеспечивающие высокий уровень очистки при минимальном воздействии на окружающую среду. Оптимизированы параметры процесса очистки, такие как концентрация моющего средства и время контакта. Наиболее значительное снижение концентрации мазута в песке было достигнуто при использовании биоразлагаемого средства для мытья автомобилей.

Ключевые слова: очистка песка, загрязнение окружающей среды, загрязнение мазутом, биоразлагаемые средства, растворители

Введение. Очистка песка от мазута стала крайне актуальной и сложной задачей многих экологов [1]. Существуют несколько методов очистки песка, например, экстракция органическими растворителями для извлечения нефтепродуктов [2]. Но данный метод экологически небезопасен из-за использования токсических растворителей, так же нужно учесть их высокую стоимость и возможность вторичного загрязнения воды, а также сложность технологического процесса. Есть метод термической десорбции, при котором происходит нагрев песка до высоких температур для испарения нефтепродуктов [3]. Но нагрев больших объемов песка до высоких температур требует значительных затрат энергии, что делает метод дорогостоящим и неэкологичным с точки зрения выбросов парниковых газов.

Методы и материалы; результаты. В целях исследования эффективности очистки песка от мазута определен способ выявления оптимального средства, сочетающего высокую степень очистки, простоту, экономичность и скорость. Протестированы растворители (гексан, ксилол) и коммерческие биоразлагаемые моющие средства (гели, порошки, средства для посуды

и т. д.) с подбором оптимальных концентраций для максимальной эффективности. Первичная визуальная оценка эффективности удаления мазута проводилась с помощью микроскопа МСП-1, а количественная — в аккредитованной лаборатории физико-химическим анализом (определение концентрации мазута в мг/кг). Результаты промывки песка шампунем, гелем для стирки и средством для удаления жира составили 86 мг/кг, 84 мг/кг и 82 мг/кг соответственно. Предварительное добавление растительного масла (40 мл) повышало эффективность очистки. Наилучший результат (68 мг/кг при исходных 1500–2000 мг/кг) достигнут при использовании средства для мытья автомобилей (50 мл на 200 мл песка, 10 минут).

Заключение. В ходе проведенных экспериментов было установлено, что использование биоразлагаемых гелей, порошков для стирки, средств для мытья посуды, а также шампуней (в том числе автомобильных), в отличие от более агрессивных химических методов (растворителей), характеризуется меньшим воздействием на окружающую среду при высокой эффективности (94–96,6 %) удаления мазута из загрязненного песка. Полученные результаты свидетельствуют не только о высокой эффективности, но и о практической применимости биоразлагаемых моющих средств, что в свою очередь подтверждает их экологическую безопасность и открывает новые перспективы для разработки доступных, устойчивых технологий очистки прибрежных зон и других территорий, загрязненных мазутом.

Список источников

- [1] Ксенофонтов Б.С. *Флотационная обработка воды, отходов и почвы*. Москва, Новые технологии, 2010, 272 с.
- [2] Иванов Д.А. *Кинетика процесса экстракции нефтепродуктов из воды*. Автореф. дис. ... канд. техн. наук. Москва, Моск. гос. ун-т инженер. экологии, 2010, 16 с.
- [3] Пашкевич М.А., Быкова М.В. Методология термодесорбционной очистки локальных загрязнений почв от нефтепродуктов на объектах минерально-сырьевого комплекса. *Записки Горного института*, 2022, т. 253, с. 49–60. <https://doi.org/10.31897/PMI.2022.6>

УДК 681.518

Многозвенная калибровка кинематики роботов - манипуляторов с использованием фотограмметрии

Борисов Сергей Дмитриевич¹

sborisov@principal-component.ru

Гудым Антон Васильевич²

agudym@bmstu.ru

SPIN-код: 2418-7532

Соколов Александр Павлович²

alsokolo@bmstu.ru

SPIN-код: 9317-9916

¹ ООО «Робопр», Москва, Россия² МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, Россия

Аннотация. В процессе изготовления и эксплуатации любого изделия неизбежно появляются отклонения номинальных размеров от фактических. Если расхождения небольшие, ими можно пренебречь. Однако с учетом значительных размеров роботов, накопленная ошибка позиционирования выходного звена (эффектора) робота может намного превышать требуемые значения, необходимые для выполнения ряда задач. Задача калибровки последовательного робота-манипулятора заключается в корректировке параметров кинематической модели робота-манипулятора таким образом, чтобы минимизировать отклонение расчетного положения выходного звена робота от его фактического положения. Использование фотограмметрии позволяет осуществлять точное позиционирование звеньев робота, а также позволяет предложить способ калибровки кинематики с использованием информации о положении нескольких звеньев робота.

Ключевые слова: калибровка роботов, кинематика, фотограмметрия, точность, оптимизация

Введение. Калибровка кинематики робота — хорошо изученная задача. В литературе представлено множество методов, предлагающих калибровку робота по выходному звену [1–3]. Наличие точного измерительного метода для позиционирования звеньев робота — важная составляющая калибровки кинематики. Существуют методы точного позиционирования с использованием лазерных трекеров [3–5], координатно-измерительных машин. Также существуют способы механической оценки позиционирования эффектора робота. Представленные методы имеют недостатки, в виде высокой стоимости оборудования, сложности настройки, трудности в точной оценке параметров. Компромиссным решением, с точки зрения соотношения стоимости, сложности эксплуатации и точности оценки пространственных положений объектов, представляются измерительные методы на основе фотограмметрии.

Методы и материалы; результаты. Матрицей трансформации ${}^wM_o \in SE3$ описывается положение локальной системы координат (СК) относительно мировой СК. Для движущегося манипулятора, используя измерительную систему на основе фотограмметрии, можно определить позицию ин-

струмента ${}^wM_{t,j}$ в моменты времени $j \in [1..m)$ для соответствующих конфигураций робота $\{q_j\}_{j=1}^m$, $q_j = (q_{1,j}, \dots, q_{n,j})^T$. В таком случае задача калибровки кинематики робота-манипулятора сводится к решению системы с уравнениями вида

$${}^wM_{t,j}^{-1} \cdot {}^wM_b \cdot {}^bM_{l_n}(q_j) \cdot {}^{l_n}M_t = I_{4 \times 4}, \quad (1)$$

для m различных конфигураций при известном ${}^wM_{t,j}$.

Отыскание поправок параметров для системы уравнений (1) сводится к решению оптимизационной задачи:

$$\begin{aligned} \Delta_x, {}^wM_b, {}^{l_n}M_t = \arg \min_{\substack{\Delta_x \in R^{4n-6}, \\ {}^wM_b \in SE3, \\ {}^{l_n}M_t \in SE3}} L(\Delta_x, {}^wM_b, {}^{l_n}M_t), \\ L(\Delta_x, {}^wM_b, {}^{l_n}M_t) = \\ = \sum_{j=1}^m \sum_{k=1}^8 \left\| {}^wM_{t,j}^{-1} \cdot {}^wM_b \cdot {}^bM_{l_n}(q_j, \Delta_x) \cdot {}^{l_n}M_t \cdot p_k - p_k \right\|_2^2, \end{aligned} \quad (2)$$

где p_k — произвольно выбранные габаритные точки инструмента определенные в СК инструмента.

Задача (2) эффективно решается методами численной оптимизации, такими как метод Гаусса — Ньютона, Левенберга — Марквардта и подобными.

Фотограмметрия позволяет вычислить трехмерные координаты меток (облако 3D-точек) на поверхности каждого звена робота. Результатом является определение положения облаков точек каждого звена относительно МСК. В данной работе предлагается продвинутой формулировка задачи (2) для учета трансформации каждого звена:

$$\begin{aligned} L(\Delta_x, {}^wM_b, {}^{l_1}M_{c_1}, \dots, {}^{l_n}M_{c_n}) = \\ = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m \sum_{k=1}^8 \left\| {}^wM_{c_i,j}^{-1} \cdot {}^wM_b \cdot {}^bM_{l_i}(q_j, \Delta_x) \cdot {}^{l_i}M_{c_i} \cdot p_k - p_k \right\|_2^2, \end{aligned}$$

Заключение. В настоящем исследовании проведен анализ существующих методов калибровки роботов-манипуляторов. Разработана модель невязки, предназначенная для проведения калибровки на основе фотограмметрических измерений с отслеживанием нескольких звеньев робота, показана ее эффективность для высокоточного определения положения звеньев.

*Работа выполнена в рамках госзадания
Минобрнауки России (тема № FSFN-2024-0083).*

Список источников

- [1] Hayati S.A. Robot arm geometric link parameter estimation. *The 22nd IEEE conference on decision and control*, 1983, pp. 1477–1483.
- [2] Park I.-W. et al. Laser-based kinematic calibration of robot manipulator using differential kinematics. *IEEE/ASME Transactions on Mechatronics*, 2012, vol. 17, № 6, pp. 1059–1067.

- [3] Wu Y. et al. Geometric calibration of industrial robots using enhanced partial pose measurements and design of experiments. *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*, 2015, vol. 35. <https://doi.org/10.1016/j.rcim.2015.03.007>
- [4] Nubiola A., Bonev I.A. Absolute calibration of an ABB IRB 1600 robot using a laser tracker. *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*, 2013, vol. 29, № 1, pp. 236–245.
- [5] Novak P., Stoszek S., Vyskocil J. Calibrating industrial robots with absolute position tracking system. *25th IEEE international conference on emerging technologies and factory automation (ETFA)*, 2020, vol. 1, pp. 1187–1190.

УДК 621.3.049.77(075.8)

К вопросу о прочности эмиттерной оболочки под воздействием давления нагревательного элемента

Бредихин Владимир Владимирович^(*)

bredikhinvv@student.bmstu.ru

Кузнецова Анастасия Дмитриевна

kuznetsovaad@student.bmstu.ru

Онуфриев Валерий Валентинович

onufryev@bmstu.ru

МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, Россия

Аннотация. В данной работе рассмотрено возникающее между нагревательным элементом и эмиттерной оболочкой контактное давление, обусловленное их тепловым расширением. Описан механизм возникновения контактного давления и его зависимость от изменения температуры компонент. Представлены результаты количественной оценки возникающего контактного давления для определенных материалов нагревательного элемента и эмиттерной оболочки. Сделано заключение общей прочности эмиттерной оболочки под воздействием теплового и механического нагружения.

Ключевые слова: контактное давление, эмиттерная оболочка, нагревательный элемент, температурное поле, напряжение

Введение. В данной работе рассмотрено напряженно-деформированное состояние термоэмиссионного диода. Проведен анализ влияния нагрева эмиттера диода и величины контактного давления на напряженное состояние узла, с целью определения границ его работоспособности. Это позволяет оценить напряженное состояние эмиттера на начальном этапе функционирования диода, рассчитать нагрузки на эмиттерную оболочку, значения которых в последствии могут быть использованы для оценки длительной прочности соответствующих компонент преобразователя.

Методы и материалы; результаты. В работе использовались данные о режиме работы устройства, размерах и материалах эмиттерной оболочки и нагревательного элемента [1]. Эмиттер преобразователя рассматривался как осесимметричная цилиндрическая оболочка внутренним диаметром 9 мм и наружным диаметром 10 мм. Нагревательный элемент рассматривался как сплошной цилиндрический стержень наружным диаметром, равным внутреннему диаметру эмиттерной оболочки. Материал нагревательного элемента был выбран из числа классических веществ, применяемых в подобной технике.

В ходе выполнения работы в первую очередь были рассчитаны температурные поля эмиттерной оболочки и нагревательного элемента. При расчете использовались типичное значение мощности объемного тепловыделения нагревателя [2], а также справочные теплофизические свойства материалов [1, 3, 4]. Рассмотрена стационарная осесимметричная задача. Для решения дифференциального уравнения стационарной теплопроводности эмиттера

были использованы граничные условия второго и третьего рода. Полученные температурные поля использовались для определения температуры среднего слоя эмиттерной оболочки и для решения дифференциального уравнения совместности деформаций в напряжениях для нагревательного элемента. Полученное выражение применялось для определения зависимости радиальной и окружной компонент напряжения, которая позволяли определить радиальное перемещение точек нагревательного элемента согласно обобщенному закону Гука.

Заключение. Полученная совокупность выражений позволила определить зависимость контактного давления от нагрева деталей, свойств их материалов и геометрических размеров. Были определены величины контактного давления для классических конструкций и режимов работы рассматриваемого узла. Дана оценка прочности эмиттерной оболочки в условиях термического и механического нагружения. На основании величин напряжений эмиттерной оболочки согласно гипотезе Хубера — Мизеса была проведена оценка прочности данной детали в установившемся режиме работы.

Список источников

- [1] Кикоин И.К., ред. *Таблицы физических величин Справочник*. Москва, Атомиздат, 1976, 1006 с.
- [2] Ушаков Б.А. *Основы термоэмиссионного преобразования энергии*. Москва, Атомиздат, 1974, 288 с.
- [3] Рябиков С.В., ред. *Технология термоэмиссионных преобразователей Справочник*. Москва, Атомиздат, 1974, 232 с.
- [4] Годин Ю.Г. и др. *Физическое материаловедение. Т. 6. Ч. 2. Ядерные топливные материалы*. Москва, МИФИ, 2008, 603 с.

УДК 544.3.01

Термический анализ и структурные изменения железосодержащего шлама при нагреве в различных атмосферах

Веснин Владимир Романович

vesninvr@bmstu.ru

SPIN-код: 7496-0481

Родионова Светлана Дмитриевна^(*)

rodionovasd@yandex.ru

МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, Россия

Аннотация. Целью работы являлось изучение тепловых процессов и фазовых превращений в железосодержащем шламе при нагреве до 1000 °С для оценки его термостабильности. Исследование проведено методами синхронного термического анализа и Раман-спектроскопии. Главным результатом стало установление факта окисления магнетита в гематит при ~760 °С в окислительной среде. Сделан вывод о перспективности применения высокотемпературных методов для переработки данного шлама.

Ключевые слова: железосодержащий шлам, термический анализ, Раман-спектроскопия, фазовые превращения, гиротрон, утилизация отходов

Введение. Актуальность исследования обусловлена необходимостью разработки эффективных методов утилизации железосодержащих шламов, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду [1]. Традиционные методы переработки часто малоэффективны, в связи с чем перспективным направлением является использование высокотемпературных технологий, таких как гиротронный плазмохимический реактор, позволяющий проводить глубокую трансформацию вещества [2, 3]. Таким образом, изучение фазовых превращений необходимо для выбора оптимальных условий переработки и повышения экологической безопасности.

Материалы и методы; результаты. Экспериментальные исследования проводились на синхронном термическом анализаторе Linseis STA PT1600 (нагрев в атмосферах аргона и воздуха до 1000 °С), Раман-спектрометре Optosky ATR8300 (лазер 1064 нм). Обработка данных выполнялась в программных пакетах OriginPro. Термогравиметрический анализ в аргоне выявил две стадии потери массы: 3,16 % в интервале 50–380 °С, связанное с удалением влаги, и 4,7 % в интервале 400–1000 °С, обусловленное разложением карбонатов и органических примесей.

При нагреве на воздухе на участке 250–500 °С зафиксирована потеря массы (~4,5 %) в связи с интенсивным выгоранием органических соединений, что подтверждается экзотермическим эффектом на кривой ДСК. Ключевой экзотермический эффект при 760 °С, сопровождающийся увеличением массы, соответствует реакции окисления магнетита в гематит.

Данные Раман-спектроскопии подтвердили этот фазовый переход: в образце, отожженном на воздухе, идентифицированы характерные пики гема-

тата (227, 291, 409, 613 см⁻¹), отсутствовавшие в исходном порошке. Локальный нагрев лазером также приводил к появлению спектра гематита, что доказывает исходное присутствие магнетита.

Заключение. Комплексным анализом установлено, что исследуемый железосодержащий шлам является многокомпонентной системой на основе магнетита с значительными примесями органики и влаги. Определены критические температурные диапазоны его преобразования: удаление летучих компонентов (до 500 °С) и окислительная стабилизация в гематит (~760 °С). Полученные данные коррелируют с принципом работы гиротронного плазмохимического реактора и подтверждают принципиальную возможность применения высокотемпературных методов для эффективной и безопасной переработки данного вида отходов с получением инертного продукта.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

- [1] Извекова Т.В., Гусев Г.И., Гордина Н.Е., Ситанов Р.Д., Гушин А.А. Оценка влияния шламонакопителя железосодержащих отходов на компоненты окружающей среды. *Экология и промышленность России*, 2022, № 5, с. 32–36.
- [2] Sokolov A.S., Akhmadullina N.S., Borzosekov V., Voronova E.V., Gayanova T.É., Gusein-zade N.G., Zakletskii Z.A., Kozak A.K., Malakhov D.V., Skvortsova N., Stepakhin V., Obraztsova E.A., Shishilov O.N. Plasma-Chemical Facility for Synthesis of Micro- and Nanoparticles Having Controlled Compositions and Structures on the Basis of a Microwave Discharge in the Gyrotron Radiation. *Radiophysics and Quantum Electronics*, 2023, vol. 65 (1). <https://doi.org/10.1007/s11141-023-10261-z>
- [3] Skvortsova N.N., Obraztsova E.A., Stepakhin V.D., Konchekov E.M., Gayanova T.E., Vasilieva L.A., Lukianov D.A., Sybachin A.V., Skvortsov D., Gusein-Zade N.G., Shishilov O. Microdispersed Ti/B/N Materials Synthesized in Chain Reactions in Processes Initiated by Microwaves of a High-Power Gyrotron: Structure and Cytotoxicity. *Fusion Science and Technology*, 2023, vol. 80, no. 7. pp. 882–892.

УДК 536.4

Исследование влияния термической обработки на оптические свойства пленок оксида тантала на германиевых подложках

Веснин Владимир Романович

vesninvr@bmstu.ru

Вершаловский Николай Андреевич^(*)

Kolchan778@yandex.ru

МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, Россия

Аннотация. В работе исследовано влияние термической обработки на оптические свойства тонких пленок оксида тантала (V), нанесенных на германиевые подложки. Показаны оптические характеристики после каждого отжига (100–600 °C) с использованием ИК и рамановской спектроскопии. Также по спектральным данным отражения в видимом диапазоне рассчитывалась толщина покрытий. Данное исследование направлено на создание и апробацию методики изучения тонкопленочных покрытий после термической обработки.

Ключевые слова: диэлектрические покрытия, теплофизические свойства, оптические свойства, полупроводниковые подложки, ИК-Фурье спектроскопия, тонкие пленки

Введение. Оксид тантала (V) является перспективным материалом для микроэлектроники и фотоники благодаря высокой диэлектрической проницаемости, химической устойчивости и прозрачности в широком спектральном диапазоне [1]. Германий, в свою очередь, востребован в оптических системах и инфракрасной технике [2]. Совмещение этих материалов в форме тонкопленочных структур открывает возможности для создания диэлектрических покрытий, которые улучшают оптические характеристики и обеспечивают защиту подложки [3]. Существенное значение при этом имеет устойчивость таких систем к термической обработке. Целью исследования стало изучение влияния отжига на оптические характеристики тонкопленочных покрытий оксида тантала, нанесенных на германиевые подложки.

Методы и материалы; результаты. Рассматривались три типа образцов: полированный германий, германий с пленкой Ta₂O₅ оптической толщины $\lambda/2$ и с покрытием толщиной λ . Толщина пленок определялась измерителем Optosky SM230 по спектрам отражения; для уточнения использовалось сопоставление с расчетными данными. Оптические свойства исследовались методами ИК-Фурье (Bruker Vertex 70) и рамановской спектроскопии (Optosky ATR8300). Получены спектры пропускания и отражения, рассчитаны коэффициенты поглощения. Термическая обработка проводилась при 100–600 °C в атмосфере аргона с повторными спектральными измерениями. Дополнительно методом вспышки (Linseis LFA 500) определялась температуропроводность германия; вклад тонких пленок в сигнал не регистрировался.

Измеренные толщины покрытий составили ≈ 92 и ≈ 184 нм. Увеличение толщины Ta_2O_5 приводило к росту прозрачности в среднем ИК-диапазоне. Спектры отражения в видимой области изменялись после отжигов, вероятно, из-за образования оксидной пленки на германии. При 600°C образец $\lambda/2$ становился визуально прозрачным, что указывает на значительные структурные перестройки. Рамановская спектроскопия выявила пики германия и порошка Ta_2O_5 , но сигналы от тонких пленок оказались ниже чувствительности прибора.

Заключение. Полученные результаты позволяют сделать вывод, что увеличение толщины пленок сопровождалось ростом пропускания в среднем инфракрасном диапазоне, а наблюдаемые изменения в видимых спектрах отражения свидетельствовали о высокой чувствительности системы к образованию оксидного слоя на подложке.

Список источников

- [1] Сушенцов Н.И., Степанов С.А., Шашин Д.Е. Исследование оптических характеристик тонких пленок диоксида титана, полученных методом магнетронного распыления. *Вакуумная техника, материалы и технология. XIII Междунар. науч.-техн. конф.: материалы.* Москва, Новелла, 2018, с. 100–102.
- [2] Каплунов И.А., Роголин В.Е. Оптические свойства и области применения германия в фотонике. *Фотоника*, 2019, т. 13, № 1, с. 88–106.
- [3] Althobaiti M.G. *Characterization of high- κ dielectrics on Germanium*. Thesis of Doctor in Philosophy. United Kingdom, University of Liverpool, 2016.

УДК 62-553.4

Проектирование и расчет пневматических приводов антипомпажных клапанов

Волков Максим Витальевич

Wolfgung88@mail.ru

АО «НПО Регулятор», Ярославль, Россия

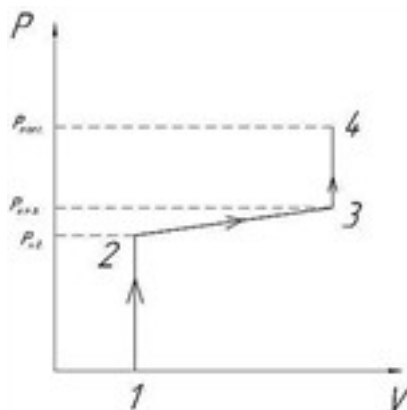
Аннотация. Рассмотрены основные подходы к проектированию антипомпажных регулирующих клапанов, включая составление пневматической схемы, проведение расчета времени полного хода регулирующего органа. Представлен разработанный автором алгоритм численного определения времени открытия и закрытия антипомпажного клапана с нормально открытым пневматическим приводом. Разработана pV -диаграмма газовых процессов, проходящих в цилиндре. Разработанный алгоритм апробирован на партии антипомпажных клапанов для компании Нортгаз и показал удовлетворительную сходимость с проведенными испытаниями.

Ключевые слова: компрессор, помпаж, антипомпажный клапан, численные методы, время закрытия, время открытия.

Введение. Помпаж — это наиболее опасное явление в работе центробежных и осевых компрессоров, оно характеризуется неустойчивым режимом работы с резкими колебаниями давления и расхода рабочей среды, низкочастотными вибрациями и хлопками [1]. Один из методов борьбы с помпажом основан на отводе части газа с выхода компрессора на его вход через регулирующее устройство, которое должно полностью открыться менее чем за 2 секунды [2]. Для осуществления такой рециркуляции газа целесообразно использовать осесевые регулирующие клапаны, т. к. они имеют низкое гидравлическое сопротивление, обеспечивают точную расходную характеристику, имеют полностью разгруженный регулирующий элемент. В качестве привода выбран поршневой нормально открытый пневматический привод одностороннего действия.

Методы и материалы; результаты. Работу пневматического цилиндра можно разделить на несколько этапов, показанных на pV -диаграмме (рис. 1). В начальный момент времени, когда поршень цилиндра находится в верхнем положении, а газ начинает поступать в его полость происходит изохорное наполнение начального объема (процесс 1–2). После достижения давления начала движения поршня, который зависит от осевого усилия штока и предварительного поджатия пружины происходит процесс 2–3, прямолинейность изображения которого продиктована наличием пружины в приводе. После достижения поршнем нижней мертвой точки происходит полное заполнение цилиндра газом, этот процесс описывается отрезком 3–4, который тоже можно считать изохорным. Таким образом затвор закрывается, а время протекания процессов 1–2–3–4 является временем закрытия антипомпажного клапана.

на. Его открытие происходит в обратном порядке и начинается со сброса давления из цилиндра и начинается изохорный процесс 4–3, который сопровождается падением давления в цилиндре до давления нижней мертвой точки. После происходит процесс 3–2 и продолжается до достижения поршнем верхней мертвой точки, что является окончанием открытия клапана. Возвращение цикла к своему началу через изохорный процесс 2–1 на время открытия клапана не влияет. По приведенным процессам был составлен алгоритм расчета времени срабатывания, который позволил составить пневматическую схему и подобрать навесное оборудование.



pV-диаграмма работы пневматического привода
одностороннего действия антипомпажного клапана

Заключение. От скорости работы антипомпажного регулирующего клапана зависит целостность дорогостоящего компрессорного оборудования. Предлагаемая методика расчета помогает выполнить требование по быстродействию регулирующего устройства, ее эффективность была неоднократно подтверждена опытом АО «НПО Регулятор».

Список источников

- [1] Попов М.В. Исследование помпажа в центробежных компрессорах. *Проблемы геологии и освоения недр. XXI Междунар. симпозиум им. акад. М.А. Усова студентов и молодых ученых, посв. 130-летию со дня рождения профессора М.И. Кучина*: тр. Томск, Изд-во ТПУ, 2017, т. 2, с. 652–653.
- [2] Попов М.В. Антипомпажное регулирование производительности в центробежных компрессорах. *Проблемы геологии и освоения недр. XXIII Междунар. симп. им. акад. М.А. Усова студентов и молодых ученых, посв. 120-летию со дня рождения академика К.И. Сатпаева, 120-летию со дня рождения профессора К.В. Радугина*: тр. Томск, Изд-во ТПУ, 2019, т. 2, с. 509–511.
- [3] Александров А.А., Архаров А.М. и др. *Теплотехника*. Москва, Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2017, 876 с.

УДК 371.3; 331.45

Опыт Губкинского университета в подготовке специалистов в области техносферной безопасности

Глебова Елена Витальевна

glebova.e@gubkin.ru

Фомина Екатерина Евгеньевна^(*)

fomina.e@gubkin.ru

РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина, Москва, Россия

Аннотация. Представлены основные результаты работы кафедры промышленной безопасности и охраны окружающей среды Губкинского университета в подготовке специалистов в области техносферной безопасности, полученные благодаря высококвалифицированному профессорско-преподавательскому составу кафедры и системному подходу университета к обеспечению образования в целом.

Ключевые слова: техносферная безопасность, охрана труда, промышленная безопасность, подготовка специалистов

Введение. Кафедра промышленной безопасности и охраны окружающей среды Губкинского университета основана в 1952 г. В 1995 г. проведен первый в стране набор студентов на новую специальность — 330500 «Безопасность технологических процессов и производств (в нефтегазовой отрасли)», и кафедра из общеинженерной стала выпускающей. В 2000 г. осуществлен первый выпуск инженеров по специальности 330500. В 2011 г. кафедра начала подготовку бакалавров по направлению 20.03.01 «Техносферная безопасность». В 2015 г. был осуществлен выпуск первой группы бакалавров и начата подготовка магистров по направлению 20.04.01 «Техносферная безопасность» [1]. На сегодняшний день кафедра ежегодно выпускает около 25 бакалавров и 15 магистров по направлению подготовки «Техносферная безопасность». При подготовке специалистов кафедрой основной акцент делается на области охраны труда и промышленной безопасности. Также кафедра занимает одно из лидирующих мест в университете в обеспечении дополнительного профессионального образования руководителей и специалистов нефтегазового комплекса, так в 2024 г. реализовано 17 дополнительных профессиональных программ, из них 14 уникальных — авторских разработок преподавателей кафедры [2, 3].

Материалы и методы; результаты. Сведения о выпуске студентов направления подготовки «Техносферная безопасность» Губкинского университета представлены в табл. 1. За последние 10 лет подготовлено 227 бакалавров и 129 магистров.

Ежегодно выпускники по направлению подготовки бакалавриата 20.03.01 «Техносферная безопасность» по программе подготовки «Безопасность технологических процессов и производств в нефтегазовой отрасли» участвуют в Федеральном интернет-экзамене и занимают лидирующее место в России (табл. 2) [3].

Таблица 1

Сведения о выпуске студентов направления подготовки «Техносферная безопасность»

Год выпуска	Бакалавры	Магистры
2024	25	15
2023	23	16
2022	26	13
2021	24	15
2020	27	15
2019	18	18
2018	22	20
2017	21	17
2016	21	0
2015	20	0
<i>Итого</i>	227	129

Таблица 2

Итоги интернет-экзамена выпускников бакалавриата за период 2021–2024 гг.

Год	Количество сертификатов по уровням				Всего
	Золотой	Серебряный	Бронзовый	Сертификат участника	
2024	11	7	4	3	25
2023	9	3	7	3	22
2022	5	9	7	3	24
2021	6	10	2	2	20

Заключение. В настоящее время выпускники кафедры занимают руководящие должности в ведущих нефтегазовых компаниях, таких как ПАО «Газпром», ПАО «НК «Роснефть», ПАО «ЛУКОЙЛ», ПАО «Транснефть» и др., обеспечивая безопасность топливно-энергетического комплекса России.

Список источников

- [1] *Официальный сайт Губкинского университета. История кафедры.* URL: https://www.gubkin.ru/faculty/mechanical_engineering/chairs_and_departments/industrial_safety_and_environmental_conservation/history.php (дата обращения 24.09.2025).
- [2] *Официальный сайт Губкинского университета. Центр инновационных компетенций.* URL: <https://dpo.gubkin.ru/napravleniya-obucheniya> (дата обращения 24.09.2025).
- [3] *Официальный сайт Губкинского университета. Информационные материалы.* URL: https://gubkin.ru/general/rukovodstvo/Uchen_sovet_RGU/otchetniye_materialyi/ (дата обращения 24.09.2025).

УДК 62-503

О совместимости самоуправляющихся систем Биосферы и Человечества: история и современность

Гринченко Сергей Николаевич^(*)

sgrinchenko@ipiran.ru

SPIN-код: 5614-3620

ФИЦ «Информатика и управление» РАН, Москва, Россия

Аннотация. Совместимость Биосферы и Человечества анализируется на базе рассмотрения их как кибернетических систем, самоуправляющихся по алгоритмам иерархической поисковой оптимизации, ориентированной на перманентное отслеживание экстремумов целевых функций энергетического характера соответствующих элементов, с ограничениями типа равенств/неравенств, и системной памятью.

Ключевые слова: самоуправляющаяся система Биосферы, иерархическая поисковая оптимизация, биосферная совместимость

Введение. В последние годы в литературе все чаще выдвигаются и аргументируются позиции, что «Земля — Живая», что человеку необходимо «строить гармоничные отношения с Биосферой, симбиотически встраивать города в природу» [1, с. 10]. Разделяя в целом эти позиции, приходим к необходимости выявления внутренних структур Биосферы Земли как системы, и прежде всего — механизмов, делающих ей «Живой», и Человечества как системы [2, 3], и установления параметров взаимовлияния и *совместимости* актуальных биосферных и антропогенных процессов техносферы, социосферы, инфосферы, ноосферы, и др.

Материалы, методы и результаты. В качестве параметров, по которым можно судить о совместимости/несовместимости самоуправляющихся систем Биосферы и Человечества, предлагается выбрать характерные времена изменения системной памяти — результата адаптивных влияний (с инерцией) представителей вышележащих иерархических ярусов на структуру и поведение вложенных в них нижележащих. Отмечено, что на начальном этапе развития Человечества (с ~123 тыс. лет назад, *Homo sapiens*, базисная информационная технология речи/языка), имела место полная синхронизация процессов живой и личностно-производственно-социальной природы. На всех последующих этапах развития Человечества (с ~8,1 тыс. лет назад и далее) их приспособительные процессы существенно убыстрялись по отношению к биологическим (того же уровня интеграции), что приводит к абсолютному превалированию антропогенных процессов самоуправления над соответствующими биогеоэкологическими, т. е. к несовместимости первых и вторых. Напротив, темпы приспособительных процессов системного самоуправления, демонстрируемые внутриорганизменными биообъектами, на порядки опережают темпы антропо-

генных процессов самоуправления любого уровня интеграции в системе Человечества, давая возможность первым приспособиться ко вторым, что в принципе обеспечивает предпосылки определенной их совместимости. Сделан вывод о необходимости корректировки излишне технократического подхода к самому понятию Цивилизации, дополнив его акцентом на Человека, его качества жизни, благоденствия, процветания и репродукции. Включая меры по бережному отношению к окружающей и вмещающей его природе и созданию благоприятной среды обитания.

Результаты анализа: 1) темпы приспособительных процессов системного самоуправления, демонстрируемые объектами уровня городов и поселений в рамках системы Человечества, на порядки опережают темпы аналогичных процессов объектов уровня биогеоценозов и парцелл в рамках системы Биосферы; это приводит к абсолютному превалированию антропогенных процессов самоуправления над соответствующими биогеоценозическими, приводящими к несовместимости первых и вторых;

2) тем более это относится к *сознательным управленческим* действиям человека, влияющим на его биокружение, которые могут происходить с любыми доступными темпами, очевидно превосходящими таковые, демонстрируемые процессами самоуправления в Биосфере;

3) напротив, темпы приспособительных процессов системного самоуправления, демонстрируемые *внутриорганизменными биообъектами* уровня организм-клетка/эвкариот-ее компартмент-ее субкомпартмент-прокариот-макромолекула (т. е. предметом изучения микробиологов, физиологов, медиков и др.), на порядки опережают темпы *антропогенных процессов самоуправления* любого уровня интеграции в системе Человечества, давая возможность первым приспособиться ко вторым, что в принципе обеспечивает *предпосылки определенной их совместимости* («в здоровом теле — здоровый дух»).

Заключение. Обеспечение *биосферной совместимости* процессов живой и личностно-производственно-социальной природы, необходимое для выживания человека на Земле, требует от него, при прогнозировании и реализации возможных антропогенных влияний на живое, опоры на теоретические оценки их экологических и социальных последствий для минимизации потенциального вреда.

Список источников

- [1] Ильичев В.А. Служение планете Земля — биосфера, город и человек. *Биосферная совместимость: человек, регион, технологии*, 2024, № 1 (45), с. 2–15.
<https://doi.org/10.21869/2311-1518-2024-45-1-2-15>
- [2] Гринченко С.Н. *Системная память живого (как основа его метаэволюции и периодической структуры)*. Москва, ИПИ РАН, Мир, 2004, 512 с. URL: <http://www.ipiran.ru/grinchenko/text.shtml> (дата обращения 15.09.2025).
- [3] Гринченко С.Н. *Метаэволюция (систем неживой, живой и социально-технологической природы)*. Москва, ИПИ РАН, 2007, 456 с. URL: http://www.ipiran.ru/grinchenko/book_2/text.shtml (дата обращения 15.09.2025).

УДК 504.064

Особенности пыли как объекта экологического контроля: отличия от газовых загрязнений и аспекты метрологического обеспечения

Гусев Андрей Вячеславович^(*)

gusevandree2015@yandex.ru

SPIN-код: 2732-1655

Маркачев Андрей Евгеньевич

mae@smartlightlab.ru

ООО «Бер», Москва, Россия

Аннотация. Рассмотрены ключевые отличия твердых частиц (пыли) от газообразных загрязняющих веществ в контексте экологического мониторинга. Показано, что поведение пыли в атмосфере, обусловленное процессами седиментации и вторичного уноса, принципиально отличается от диффузионного распространения газов. Представлено многообразие видов пыли по происхождению и опасности — от аллергенной пыльцы до взрывчатых веществ. Сделан вывод о необходимости комплексного подхода к измерению пыли как с точки зрения нормирования по массе, так и с учетом ее физико-химических свойств, а также о наличии проблем в области метрологического обеспечения измерений.

Ключевые слова: твердые частицы, пыль, экологический контроль, газовый анализ, метрологическое обеспечение, вторичный унос

Введение. Актуальность контроля загрязнения атмосферного воздуха не вызывает сомнений. Однако при оценке качества воздуха часто не делается существенного различия между газовыми примесями и взвешенными частицами (пылью), хотя их природа, поведение в окружающей среде и методы измерения кардинально различаются. Целью данной работы является систематизация особенностей пыли как объекта измерения, выделение ее ключевых отличий от газовых загрязнений и анализ актуальных проблем метрологического обеспечения. Научная значимость работы заключается в привлечении внимания к необходимости специализированных подходов к контролю пылевого загрязнения, что не всегда является очевидным.

Методы и материалы; результаты. Основное отличие газовых загрязнений от пылевых заключается в динамике загрязнения. Газовые примеси, такие как оксид углерода или диоксид серы, быстро рассеиваются в атмосфере за счет диффузии и ветра. Изменение их концентрации на точке измерения может быть кратковременным и обратимым. В отличие от них, пыль, обладающая массой, подвержена седиментации (оседанию). При этом она не исчезает, а накапливается на поверхности, формируя вторичные источники [1]. Последующий порыв ветра приводит к повторному подъему (вторичному уносу) уже осевшей пыли, что создает устойчивый, часто повторяющийся фон загрязнения, слабо связанный с первичными выбросами в данный момент [2].

Многообразие пыли крайне широко. По происхождению и составу выделяют силикатную, угольную, металлическую, органическую пыль, пыльцу

растений и др. Опасности также многоаспектны: от вреда здоровью (аллергены, фиброгенное действие, например, силикоз) до риска взрывов (мука на мельницах, сахарная пыль на производствах, угольная пыль в шахтах) [3]. Это определяет и разные подходы к измерению. Российское законодательство в основном нормирует массовую концентрацию (мг/м^3). Однако для оценки специфических рисков (взрывоопасность, аллергенность) более релевантной может быть счетная концентрация (количество частиц/ м^3) или химический состав частиц.

Метрологическое обеспечение измерений пыли остается сложной задачей, что обусловлено многообразием свойств частиц. Существующие методы условно делятся на классические (гравиметрические) и современные приборные (оптические, лазерные). «Золотым стандартом» является гравиметрический метод, основанный на отборе пробы воздуха на фильтр с последующим взвешиванием [4]. Он точен, но дает результат с значительной временной задержкой. Для оперативного контроля широко используются автоматические приборы, которые в реальном времени измеряют рассеяние света на частицах, предоставляя данные как о массовой, так и о счетной концентрации в различных фракциях. Ключевой проблемой является обеспечение единства измерений между этими методами.

Заключение. Проведенный анализ показал, что пыль представляет собой самостоятельный и сложный объект экологического контроля, требующий учета ее специфических свойств, отличных от газовых загрязнений. Учет процессов вторичного уноса необходим для адекватной оценки уровня загрязнения и разработки эффективных мер по его снижению. Широкий спектр опасностей, связанных с пылью, диктует необходимость развития методов измерений, выходящих за рамки простого определения массовой концентрации. Полученные знания подчеркивают актуальность совершенствования нормативной базы и метрологического обеспечения в области контроля взвешенных частиц для решения задач как охраны здоровья населения, так и промышленной безопасности.

Список источников

- [1] Об утверждении требований к проведению наблюдений за состоянием окружающей среды, ее загрязнением. Приказ Минприроды России от 30.07.2020 № 524.
- [2] Шестаков Н.И., Алешин Н.Д., Макаров А.Д. Ресурсный потенциал пыли уноса асфальто-бетонных заводов. *Строительство и реконструкция*, 2024, № 2, с. 117–127. <https://doi.org/10.33979/2073-7416-2024-112-2-117-127>
- [3] Зайнутдинова А.Ф., Смагина А.Н., Кострюкова Н.В. Анализ негативного воздействия на окружающую среду сахарного завода. *Проблемы обеспечения безопасности. I Междунар. науч.-практ. конф.: матер.* Уфа, УГАТУ, 2019, с. 200–206.
- [4] Assefa F.G., Xiang L., Yang Z., Gebretsadik A., Wahab A., Fissaha Y., Cheepurupalli N.R., Sazid M. Research on Dust Concentration and Migration Mechanisms on Open-Pit Coal Mining Roads: Effects of Meteorological Conditions and Haul Truck Movements. *Mining*, 2025, no. 5, pp. 43–52. <https://doi.org/10.3390/mining5030043>

УДК 629.7.036.54

К выбору рабочих тел для газовых ракетных двигателей малой тяги

Дворянцева Евгения Александровна^(*)

eva.edle@mail.ru

Вертаков Николай Михайлович

vertakov@fakel-russia.com

АО «ОКБ «Факел», Калининград, Россия

Аннотация. В настоящей работе выполнен расчет и анализ эффективности применения 11 газообразных РТ (сернистый газ, аммиак, ксенон, углекислый газ, фреон, криптон, пропан, бутан, аргон, метан, азот) в части приращения характеристической скорости спутника, массы незаправленных баллонов, их химической активности, взрыво- и пожароопасности и стоимости. Сделаны выводы по критериям выбора газообразного РТ, подходящего под конкретную задачу.

Ключевые слова: газовый ракетный двигатель, газ, приращение характеристической скорости, рабочее тело, газовая двигательная установка

Введение. Газовые двигатели — конструктивно самые простые ракетные двигатели среди применяемых в настоящее время. Принцип их действия — простое газодинамическое ускорение газа в сопле Лавала без протекания химических реакций в камере. Обладая более низким удельным импульсом в сравнении с, например, химическими или электрическими ракетными двигателями, газовые двигатели представляют интерес благодаря своей относительно низкой стоимости и простоте в эксплуатации.

Методы и материалы; результаты. В табл. 1 представлены РТ в порядке убывания приращения характеристической скорости ΔV . Для проведения расчетов условно принято, что объем баллона с газообразным РТ при температуре 20 °С составляет 0,5 л, «сухая масса» спутника составляет 2 кг. Расчет идеального удельного импульса тяги проводился в специализированном программном комплексе (СПК) Terra разработки Московского государственного университета им. Н.Э. Баумана.

Таблица 1

Параметры газообразных рабочих тел

Газ	Химическая формула	Идеальный удельный импульс, м/с	Давление газа в баллоне, МПа	Идеальный объемный удельный импульс**, кг/с·м ²	Приращение характеристической скорости, м/с	Агрегатное состояние РТ в баллоне: 1 — газ, 2 — жидкость-газ
Сернистый газ	SO ₂	589	0,5*	839 325	179,48	2
Аммиак	NH ₃	1079	0,5*	681 928	158,28	2

Окончание табл. 1

Газ	Химическая формула	Идеальный удельный импульс, м/с	Давление газа в баллоне, МПа	Идеальный объемный удельный импульс**, кг/с·м ²	Приращение характеристики скорости, м/с	Агрегатное состояние РТ в баллоне: 1 — газ, 2 — жидкость-газ
Ксенон	Хе	304	19	646 973	129,68	1
Углекислый газ	СО ₂	687	5,8	533 112	121,81	2
Фреон (R-236fa)	С ₃ F ₆ H ₂	392	0,5*	539 784	115,97	2
Криптон	Kr	383	35	530 838	113,95	1
Пропан	С ₃ H ₈	775	35	430 900	100,87	2
Бутан	С ₄ H ₁₀	697	0,5*	403 563	94,22	2
Аргон	Ar	549	35	303 597	71,09	1
Метан	CH ₄	1137	35	267 195	64,91	1
Азот	N ₂	775	35	256 525	61,62	1
* Давление принято условно. ** Идеальный объемный удельный импульс рассчитывался как произведение идеального удельного импульса на плотность газа в баллоне.						

Сернистый газ, аммиак, углекислый газ, фреон R-236fa, пропан, бутан хранятся в двухфазном состоянии жидкость-газ [1, 2].
Для более полной оценки рассматриваемых газообразных РТ был проведен дополнительный анализ, представленный в табл. 2.

Таблица 2

Характеристики рассматриваемых РТ

Газ	Химическая активность	Взрыво- и пожаробезопасность	Предварительная цена за заправку 1 л, руб. (на ноябрь 2024 г.)
Сернистый газ	Высокая	Невзрывоопасен	500
Аммиак	Химически активен	Смесь аммиака с воздухом взрывоопасна	60
Ксенон	Низкая	Невоспламеняемый газ	1200
Углекислый газ	Химически активен	Невзрывоопасен	50
Фреон (R-236fa)	Низкая	Невзрывоопасен	5600

Окончание табл. 2

Газ	Химическая активность	Взрыво- и пожаробезопасность	Предварительная цена за заправку 1 л, руб. (на ноябрь 2024 г.)
Криптон	Низкая	Невзрывоопасен	190
Пропан	Низкая	Сжиженные газы образуют с воздухом взрывоопасные смеси	40
Бутан	Низкая		*
Аргон	Низкая	Невзрывоопасен	70
Метан	Низкая	Горючий газ	30
Азот	Низкая	Невзрывоопасен	50
* Точных данных не найдено.			

Закключение. Проведен анализ одиннадцати РТ, которые можно использовать для газовых РД. Наибольшим приращением характеристической скорости среди рассмотренных РТ обладает сернистый газ, однако он обладает высокой химической активностью и стоимостью. Наименьшим приращением характеристической скорости обладает азот, но при этом он дешев, доступен и инертен.

Список источников

- [1] Martínez J.M., Lafleur T. On the selection of propellants for cold/warm gas propulsion systems. *Acta Astronautica*, 2023, vol. 212, pp. 54–69.
- [2] Martínez Martínez J.M., Lafleur T. *Cold/warm gas thruster propellant ranking and performance data*. Dataset on Zenodo, 2023.

УДК 378

Актуальность подготовки кадров в области безопасности в высшей школе

Девисиллов Владимир Аркадьевич^(*)

devisilov@bmstu.ru

SPIN-код: 1899-2966

Симакова Елена Николаевна

simakova_en@bmstu.ru

SPIN-код: 7942-9158

МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, Россия

***Аннотация.** Рассмотрены вопросы подготовки кадров в высшей школе и актуализация такой подготовки в современных условиях. Подчеркивается, что необходима подготовка по всем направлениям и специальностям высшего образования, в основном в рамках дисциплины «Безопасность жизнедеятельности», а также специализированная подготовка кадров в рамках направления «Техносферная безопасность». Представлена структура такой подготовки и проблемы ее реализации при переходе на новую систему высшего образования.*

***Ключевые слова:** высшее образование, безопасность, структура подготовки, безопасность жизнедеятельности, техносферная безопасность*

Введение. Современное общество находится в переходном периоде — быстро изменяются технологии, возрастает их энергетическая емкость, внедряется искусственный интеллект, увеличивается количество чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, нарастают противоречия и военные конфликты, но неизменной остается базовая потребность человека — потребность в безопасности. В связи с этим актуализируется необходимость подготовки человека в обеспечении общественной и личной безопасности в производственных, природных, городских условиях.

Методы и материалы; результаты. В настоящее время такую подготовку в высшей школе ведут в рамках дисциплины федерального компонента образовательных программ «Безопасность жизнедеятельности», а подготовка кадров, обеспечивающих общественную безопасность, в рамках различных профилей направления «Техносферная безопасность». При реформировании системы высшего образования важно не только не потерять достигнутое в этой области, а усовершенствовать подготовку, устранив существующие недостатки и противоречия [1–3].

Реформирование системы высшего образования предусматривает обеспечение единства образовательного пространства при необходимой его вариативности, что должно быть предусмотрено в новых образовательных стандартах четвертого поколения. Мы неоднократно говорили, что ныне действующие стандарты не способствовали единству образовательного пространства, а наоборот способствовали его разрушению [1–3]. Автономность вузов, безусловно, должна существовать, но при наличии единого образовательного яд-

ра, обеспечивающего идентификацию направления и специальности и общественное согласие в области государственной образовательной политики.

В новых подходах предусматривается, как и прежде, обязательность дисциплины «Безопасность жизнедеятельности». Новым положительным моментом может являться решение о разработке единой образовательной программы дисциплины, что устранил различное понимание ее содержания. Авторами такая программа и ее методическое обеспечение были уже давно разработаны [4]. Предлагаем на ее основе разработать новую типовую программу с единым образовательным ядром и широкой вариативностью в зависимости от образовательной области, специальности, региональных особенностей и учитывающей современные реалии.

Заключение. При массовом переходе от двухуровневой подготовки по системе «бакалавр-магистр» к специалитету и специализированной подготовке предлагаем восстановить ранее ликвидированную структуру специалитета в области техносферной безопасности, но несколько модернизировав ее. Предлагаем создать специальности с 5 летним сроком подготовки, охватывающим такие направления безопасности как: экологическая безопасность, промышленная безопасность и чрезвычайные ситуации, безопасность труда, пожарная безопасность, которые будут иметь единое образовательное ядро и специализированную часть. Такая структура разработана и направлена как предложение в министерство [5]. В докладе подробно рассматривается предлагаемая структура и содержание дисциплины «Безопасность жизнедеятельности» и системы подготовки кадров в области техносферной безопасности.

Список источников

- [1] Девисилов В.А. Состояние, проблемы и задачи обучения безопасности в высшей школе», *Техносферная безопасность как комплексная научная и образовательная проблема: сб. тр. конф.* Санкт-Петербург, ФГАОУ ВО СПбПУ, 2018, с. 3–12.
- [2] Александров А.А., Девисилов В.А. Роль образования в формировании экологической и проект концепции национальной образовательной политики в области безопасности. *VIII Невский Междунар. экологический конгресс: сб. тр.* Санкт-Петербург, Изд-во Секретариат Совета Межпарламентской Ассамблеи государств — участников Содружества Независимых Государств, 2017, с. 16–23.
- [3] Девисилов В.А. Обучение безопасности жизнедеятельности в российских вузах: состояние, проблемы задачи. *Безопасность в техносфере*, 2014, т. 3, № 2, с. 3–6.
<https://doi.org/10.12737/3664>
- [4] Девисилов В.А. Примерная программа дисциплины (курса) «Безопасность жизнедеятельности» (проект) (для всех направлений высшего профессионального образования — бакалавриат и специалитет). *Безопасность в техносфере*, 2010, № 1, с. 48–52.
- [5] Девисилов В.А. Стандарты высшего профессионального образования компетентностного формата: вопросы структуры и содержания. *Высшее образование сегодня*, 2008, № 9, с. 18–22.

УДК 378

Роль учебно - методических объединений в системе высшего образования

Девисилов Владимир Аркадьевич^(*)

devisilov@bmstu.ru

SPIN-код: 1899-2966

МГТУ им. Н.Э. Баумана, Россия, Москва

Аннотация. Рассмотрена роль федерального учебно-методического объединения (ФУМО) по укрупненной группе «Техносферная безопасность и природообустройство» в формировании укрупненной группы, разработке государственных образовательных стандартов и учебно-методическом обеспечении образовательного процесса. Определена роль ФУМО в реформируемой системе высшего образования в свете утверждения нового типового положения об учебно-методических объединениях.

Ключевые слова: высшее образование, техносферная безопасность, природообустройство, учебно-методические объединения

Введение. Учебно-методические объединения играли значительную роль в формировании системы высшего образования и его методического обеспечения. Особенно большая работа учебно-методическими объединениями была проведена в период перестройки, реформирования образования, перехода на двухуровневую систему образования в попытке встроиться в европейский Болонский процесс. К сожалению, не все предложения нашего объединения были услышаны. Так мы были не согласны с уходом от специалитета в инженерном образовании, объединении с таким трудом созданных нами специальностей в направления и т. д. Однако наше объединение вынуждено было работать в существующей тогда образовательной парадигме и концепции кардинального реформирования советской образовательной системы, которая, на взгляд автора, была ошибочной, по крайней мере, в системе высшего инженерного образования.

Методы и материалы; результаты. Учебно-методическим объединением были разработаны государственные образовательные стандарты, примерные программы дисциплин, учебно-методическое обеспечение образовательного процесса. Это была каждодневная и колоссальная работа, которая была успешно выполнена членами объединения, как правило, на безвозмездной основе во благо развития образования в нашей области. Замечательно, что, наконец, к нашему мнению прислушались, и вновь предстоит реформирование образования с учетом достижений советской высшей инженерной школы. Принято новое Типовое положение об учебно-методических объединениях (Приказ Минобрнауки России № 622 от 8 августа 2025г), которое вступает в силу с 01.01.2026 г. В соответствии с этим положением предстоит переформирование ФУМО по новый Перечень ВО. Поэтому крайне важно сохранить

нашу укрупненную группу. Объективно она должна быть отдельной, так как задачи, которые решаются ее выпускниками, имеют специфику, трудно совместимую с остальными направлениями и специальностями. В соответствии с новым положением не менее 50 % численности в составе ФУМО должны быть работодатели, представители руководящих органов и ведомств, не более 25 % представителей регионов и не более 25 % представителей Москвы и Санкт-Петербурга. При этом численность ФУМО определяется министерством и зависит от количества специальностей в укрупненной группе. Эти положения спорные, ибо ФУМО разрабатывает учебно-методическое обеспечение, которое, конечно, должно выполняться представителями образовательных организаций. Что касается работодателей, то они должны, безусловно, быть в составе ФУМО, но, прежде всего, должны заниматься созданием профессиональных стандартов, трудовые функции которых должны обеспечиваться образовательными стандартами и образовательными программами. Представляется также, что численность ФУМО должна определяться количеством вузов, реализующих образовательные программы, курируемые ФУМО. Также ограничивать численность состава ФУМО вряд ли целесообразно, так как, если вузы готовы своими представителями активно участвовать в работе объединения, то это хорошо. При формировании ныне действующего состава нашего ФУМО включались только представители вузов по просьбе руководства вуза с согласия на их командирование на заседания объединения. Вся информация ФУМО оперативно размещается на сайте [1], решения, отчеты и планы в установленные сроки направляются в министерство и размещаются периодических научных и учебно-методических журналах [2, 3].

Заключение. Новому составу ФУМО предстоит большая работа по разработке нового перечня, государственных образовательных стандартов 4-го поколения, учебно-методического обеспечения образовательного процесса. Предстоит также огромная работа, которая возложена на ФУМО новым Типовым положением. Хотелось бы выразить надежду, что вся эта работа будет финансово стимулироваться. Также желательно определить базовый вуз (или вузы), поддерживающий деятельность объединения.

Список источников

- [1] *Федеральное учебно-методическое объединение по укрупненной группе специальностей и направлений «Техносферная безопасность и природообустройство»*. URL: <http://умо-тбп.рф> (дата обращения 23.09.2025).
- [2] VI Всерос. совещание заведующих кафедрами в области техносферной безопасности, безопасности жизнедеятельности, защиты окружающей среды и природообустройства: сб. конф. Ростов-на-Дону, ДГТУ, 2017, 255 с.
- [3] Девисилов В.А. Федеральное учебно-методическое объединение «Техносферная безопасность и природообустройство»: структура, организация работы и задачи. *Безопасность в техносфере*, 2015, т. 4, № 6, с. 41–50. <https://doi.org/10.12737/17553>

УДК 535.62+504.62

Рамановский лидар для измерения парниковых газов

Девисилов Владимир Аркадьевич^{1(*)}

devisilov@bmstu.ru

SPIN-код: 1899-2966

Дьяченко Владимир Викторович²

v-v-d@mail.ru

SPIN-код: 5874-8373

Шеманин Валерий Геннадьевич²

vshemanin@mail.ru

SPIN-код: 5823-7900

¹ МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, Россия² Новороссийский политехнический институт Кубанского государственного технологического университета, Новороссийск, Россия

Аннотация. Загрязнение окружающей среды и климатические изменения глобально-го климата актуализируют наблюдения за динамикой техногенных выбросов. Целью работы является оценка возможности применения лазерных технологий для дистанционного определения основных парниковых газов (ПГ), которая в разном аппаратурном оформлении способна решить обе задачи — контроль выбросов на предприятиях и мониторинг в природной среде, в частности на карбоновых полигонах, в том числе их мобильными аппаратурным оформлением.

Ключевые слова: рамановский лазер, парниковые газы, дистанционный мониторинг

Введение. Для мониторинга всех ПГ существующими методами необходимо применение нескольких приборов. Они построены на разных физических принципах и требуют различных условий размещения и регламентов обслуживания. Все это очень усложняет аппаратурное оформление карбонового полигона, снижает оперативность измерений и повышает стоимость, как всего комплекта приборов, их монтажа, так и их эксплуатации. Лазерные технологии лишены этих недостатков и позволяют обеспечить оперативность, хорошее пространственно-временное разрешение и потенциальную возможность определения всех компонентов одним прибором [1, 2].

Методы и материалы; результаты. Было установлено [3–5], что для дистанционного измерения концентрации молекул на уровне десятков и сотен ПДК целесообразно использование лидара комбинационного рассеяния света (КРС — рамановского лидара). Для оценки возможности этого авторами выполнено компьютерное моделирование лидарного уравнения для КРС молекулами и определены оптимальные параметры такого варианта лидара. Было предложено лидарное уравнение для КРС газовыми молекулами в атмосфере с учетом конечной ширины лазерной линии. Была оценена возможность измерений лидаром КРС концентраций исследуемых молекул в атмосфере на расстояниях зондирования до 100 м. Учет конечной ширины линии генерации лазера, соотношения полуширин полос комбинационного рассеяния света и аппаратурной функции лидара позволят дополнительно повысить

точность решения лидарного уравнения для измерения концентрации исследуемых молекул. Были рассмотрены газовые молекулы, дающие основной вклад в карбоновый цикл, с учетом их содержания в атмосфере. Молекула азота использована как репер относительно интенсивности полосы КРС, по которой и производится нормирование всех измерений для учета изменения пропускания атмосферы на трассе зондирования.

Заключение. На основе проведенных исследований можно сделать следующие выводы: для мониторинга ПГ из перечня веществ по Распоряжению Правительства РФ № 2979-р, следует взять газы, имеющие природное происхождение и наибольший вклад в парниковый эффект согласно условным углеродным единицам; есть возможность подбора оптимальных параметров лазера и лидара КРС для одновременного зондирования в атмосфере всех рассмотренных молекул карбонового цикла; все ПГ можно определять на расстоянии до 100 м; использование лидара КРС позволит получить более объективные данные о концентрации ПГ с очень низкой природной концентрацией; изменением времени измерения, частоты и энергии импульсов можно достигнуть снижения величины минимально возможной регистрируемой концентрации исследуемых молекул и увеличение расстояния зондирования.

Список источников

- [1] Дьяченко В.В., Дьяченко Л.Г., Девисиллов В.А. *Науки о земле*. Москва, НИЦ ИНФРА, 2019, 345 с.
- [2] Devisilov V.A., Diachenko V.V., Shemanin V.G. Raman lidar for equipping carbon polygons. *6th International Youth Conference on Radio Electronics, Electrical and Power Engineering (REEPE)*. IEEE, 2024. <https://doi.org/10.1109/reepe60449.2024.10479900>
- [3] Dyachenko V.V., Devisilov V.A., Shemanin V.G. Remote measurement of climatically active gas concentrations in the atmosphere by a Raman lidar. *Atmosphere, Ionosphere, Safety. Proceedings of VIII International Conference*. Kaliningrad, Algomat, 2023, pp. 210–214.
- [4] Дьяченко В.В., Девисиллов В.А., Шеманин В.Г. Лидарная технология измерения климатически активных газов для карбоновых полигонов. *Экология и промышленность России*, 2023, т. 27, № 6, с. 30–35.
- [5] Дьяченко В.В., Девисиллов В.А., Привалов В.Е., Сморода М.А., Шеманин В.Г. Лидар комбинационного рассеивания света в режиме счета фотонов для зондирования молекул климатически активных газов. *Лазерно-информационные технологии-2024. XXXII Междунар. науч. конф.: сб. тр.* Новороссийск, БГТУ им. В.Г. Шухова, 2024, с. 63–66.

УДК 628.339

Применение гидродинамического вибрационного фильтрования для очистки сильно загрязненных сточных вод

Девисилов Владимир Аркадьевич^(*)

devisilov@bmstu.ru

SPIN-код: 1899-2966

Фролов Никита Платонович

login1619@list.ru

SPIN-код: 2162-8358

МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, Россия

Аннотация. В данной статье рассмотрены вопросы регенерации фильтровального материала. Для повышения эффективности очистки сточных вод и увеличения ресурса фильтрующих элементов были разработаны различные варианты гидродинамических фильтров. Они комбинируют несколько методов отделения твердой фазы: центробежную сепарацию, смыв осадка и классическое фильтрование через проникаемую перегородку.

Ключевые слова: фильтрование, фильтры, ресурс, машинное моделирование, перепад давления

Введение. Фильтрация является ключевым этапом в технологических схемах очистки сточных вод, напрямую влияя на их эффективность и экологическую безопасность сброса или повторного использования [1]. Основной проблемой эксплуатации фильтров является загрязнение фильтрующего материала, приводящее к росту гидравлического сопротивления, значительному увеличению энергозатрат на перекачку и риску повреждения фильтровальной перегородки (ФП) [2]. Традиционные методы регенерации, требующие остановки оборудования, снижают общую производительность очистных сооружений.

Перспективным направлением для интенсификации процесса являются самоочищающиеся гидродинамические фильтры (ГДФ), применяемые для очистки высокозагрязненных сточных вод. Они комбинируют центробежную сепарацию тяжелых частиц с организацией поперечного потока вдоль поверхности ФП, что эффективно уменьшает осаждение примесей и отложение загрязнений [3]. Важным преимуществом ГДФ перед фильтрующими центрифугами [4] является подача потока с внешней стороны, что усиливает центробежный эффект и улучшает предварительную сепарацию.

Методы и материалы; результаты. На рисунке приведена схема конструкции гидродинамического фильтра, который состоит из четырех основных частей.

Результаты численного моделирования и экспериментальных исследований подтвердили высокую эффективность гидродинамического фильтра для значительного увеличения межрегенерационного ресурса.

Ключевой принцип работы заключается в предварительной сепарации твердых частиц, обладающих большей плотностью, чем жидкость, за счет

центробежных сил. Последующее удаление сконцентрированных загрязнений через перепускной канал позволяет снизить скорость формирования осадка на фильтровальной перегородке и, как следствие, интенсивность роста перепада давления на ней.

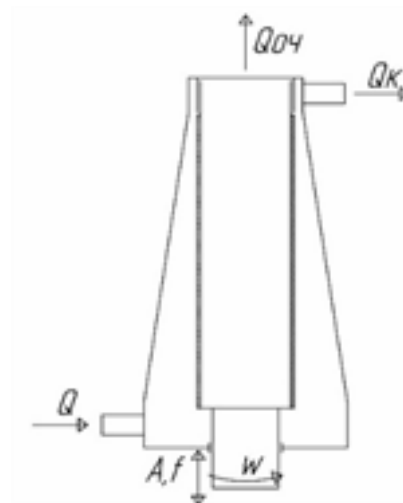


Схема гидродинамического вибрационного фильтра

Разработанная расчетная модель и реализующая ее численная схема расчета были верифицированы в ходе натурных испытаний. Установлено удовлетворительное соответствие расчетных данных экспериментальным значениям.

Модель демонстрирует, что эффективность предварительной сепарации критически зависит от ряда факторов:

- свойства очищаемой среды: вязкость жидкости;
- характеристики загрязнения: размер и плотность частиц;
- режимные параметры фильтра: скорость вращения фильтроэлемента и объем перепускаемого потока.

Закключение. Полученные зависимости являются основой для инженерного проектирования и позволяют оптимизировать рабочие параметры фильтра под конкретную загрязненную среду, а также точно прогнозировать продолжительность фильтроцикла и периодичность обслуживания.

Список источников

- [1] Ильющенко А.Ф., Черняк И.Н., Жегздринь Д.И. Регенерация порошковых фильтрующих элементов в процессе фильтрации водной суспензии гидрогумата торфа. *Белагро-2018. Современные проблемы освоения новой техники, технологий, организации технического сервиса в АПК. Междунар. науч.-практ. конф.: материалы.* Минск, БГАТУ, 2018, с. 168–172.

- [2] Камалетдинов Р.С., Лазарев А.Б. Обзор существующих методов борьбы с мехпримесями. *Инженерная практика*, 2010, № 2, 6 с.
- [3] Девисиллов В.А., Мягков И.А. Теоретические подходы к расчету гидродинамического вибрационного фильтра. *Известия Самарского научного центра Российской академии наук*, 2012, т. 14, № 1 (3), с. 860–876.
- [4] Фетисова Е.Г., Голованчиков А.Б., Милова Д.А. Перспективные конструкции фильтрующих центрифуг для псевдопластических жидкостей. *Известия Волгоградского государственного технического университета*, 2010, т. 3, № 1, с. 86–88.

УДК 551.0

Лазерный мониторинг загрязнения окружающей среды аэрозолями

Дьяченко Владимир Викторович¹v-v-d@mail.ru
SPIN-код: 5874-8373Девисилов Владимир Аркадьевич^{2(*)}devisilov@bmstu.ru
SPIN-код: 1899-2966Куля Дарья Николаевна¹v-v-d@mail.ru
SPIN-код: 7578-1215

¹ Новороссийский политехнический институт (филиал) Кубанского государственного технологического университета, Новороссийск, Россия

² МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, Россия

Аннотация. Представлен анализ результатов мониторинга аэрозольного загрязнения атмосферы г. Новороссийска методами лазерного зондирования. Исследование показало, что аномально высокие концентрации взвешенных частиц в атмосфере на рассмотренном участке являются результатом эксплуатации и горения мусорного полигона.

Ключевые слова: датчики, аэрозоли, полигоны, лазеры

Введение. Новороссийск — один из самых экологически неблагополучных городов России с точки зрения аэрозольного загрязнения. Это объясняется большой транспортной нагрузкой и наличием предприятий (цементные заводы, морской порт, зерновой и мазутный терминалы и т. д.). Для того, чтобы оценить состояние атмосферы города, выявить наиболее загрязненные участки создан проект «За чистый Новороссийск».

Методы и материалы; результаты. Проект нацелен на установку лазерных датчиков качества воздуха, которые ведут мониторинг частиц PM_{2,5}, PM₁₀ в атмосферном воздухе [1–3]. Их действие основано на лазерном излучении длиной волны 650 нм. Излучение регистрирует количество и размер частиц пыли, проходящих через датчик. Эти данные передаются по wi-fi в специальное мобильное приложение, где сохраняются и систематизируются, что позволяет анализировать их, создавать карты распределения загрязнения и отслеживать динамику изменения экологической обстановки, делать выводы и прогнозы о состоянии атмосферы.

Заключение. В рамках проекта создана и прошла испытания лазерная система контроля аэрозольного загрязнения воздуха, которая позволяет определять не только концентрацию, но дисперсный состав аэрозольных загрязнений.

Список источников

- [1] Дьяченко В.В., Куля Д.Н., Мореходов А.А. Оптический мониторинг аэрозольного загрязнения воздуха в г. Новороссийске. *Лазеры. Измерения. Информация*, 2024, т. 4, № 3, с. 37–45.
- [2] Дьяченко В.В., Куля Д.Н. Лазерное зондирование аэрозольного загрязнения атмосферного воздуха над мусорным полигоном в г. Новороссийске. *Лазеры. Измерения. Информация*, 2024, т. 4, № 4 (16), с. 45–51.
- [3] Веденин Е.И., Дьяченко В.В., Чартий П.В., Шеманин В.Г. Лазерный контроль среднего объемно-поверхностного диаметра частиц для оценки параметров аэрозольного загрязнения атмосферы. *Безопасность в техносфере*, 2017, т. 6, № 6, с. 3–11.
https://doi.org/10.12737/article_5af010f6d66663.56689691

УДК 536.2

Однопоточный нестационарный метод исследования теплообмена для пластинчатых и пластинчато-ребристых поверхностей теплообмена

Егоров Кирилл Сергеевич^(*)

egorovks@bmstu.ru

Степанова Лариса Валерьевна
stepanovalv@bmstu.ru

МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, Россия

Аннотация. В области импортозамещения теплообменных поверхностей для различных приложений (транспорт, нефтехимическое производство, энергетика) требуются эффективные, надежные и быстрые методы получения теплогидравлических характеристик пластинчатых и пластинчато-ребристых поверхностей теплообмена. Одним из таких методов является однопоточный нестационарный метод, который не требует наличия второй среды (конденсирующего пара или жидкости). В работе экспериментально и теоретически проанализировано влияние «неидеальности» ступеньки температуры. Также с учетом проведенного анализа была проведена обработка эксперимента для нахождения коэффициента теплоотдачи двумя методами, которые показали близкие результаты.

Ключевые слова: пластинчатые поверхности теплообмена, пластинчато-ребристые поверхности теплообмена, однопоточный нестационарный метод, коэффициент теплоотдачи

Введение. Однопоточный нестационарный метод используется для исследования теплообмена в поверхностях, с коэффициентом компактности более $2000 \text{ м}^2/\text{м}^3$ [1]. Он также нашел применение в таких экзотических «поверхностях» теплообмена, как овощи и фрукты [2]. Теплообмен рассчитывается по изменению температуры на выходе из теплообменной поверхности при наличии на входе «ступеньки» температуры. На точность метода влияет отклонение температуры от «идеального» профиля температуры на входе. Полученная методика позволила учесть «неидеальность» ступеньки температуры. Приведены результаты нахождения коэффициента теплоотдачи с учетом проведенного исследования двумя методами — методом непосредственного наложения кривых и методом нахождения максимального наклона.

Методы и материалы; результаты. Схема экспериментального стенда представлена на рис. 1. Он представляет из себя канал (1) с нагревателем на входе (2), термометром сопротивления (3) на выходе из матрицы для измерения температуры, вентилятором (4), концевым холодильником (5) и расходомерным устройством — стандартной диафрагмой (6). Температура перед диафрагмой измеряется при помощи термопары типа ХК. Все давления измеряются с использованием дифференциальных датчиков давления фирмы Honeywell. В качестве АЦП используется плата фирмы National Instruments.

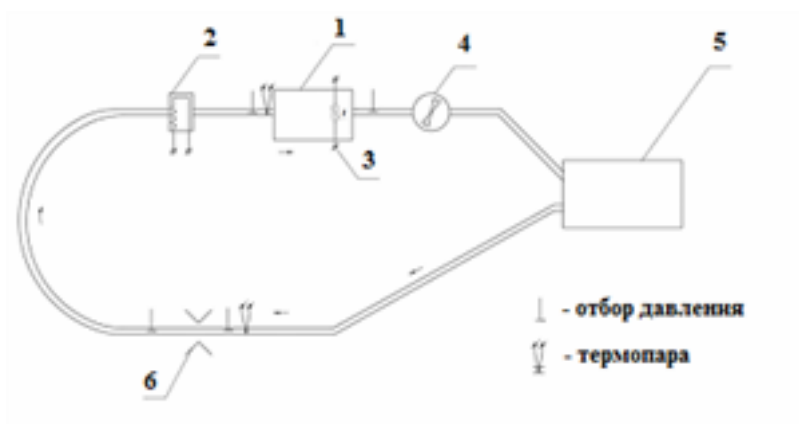


Рис. 1. Схема экспериментального стенда:

1 — экспериментальный участок, 2 — нагреватель, 3 — термометр сопротивления, 4 — вентилятор, 5 — конечной холодильный, 6 — диафрагма

Для оценки отклонения от «ступеньки» температуры проводились эксперименты без матрицы теплообмена (расход воздуха составлял при этом 0,006 кг/с). Было получено хорошее совпадение эксперимента и теоретического решения охлаждения и нагрева цилиндра [3]. Это позволило внести неидеальность «ступеньки» температуры в вычислительную программу, написанную на языке Fortran для теоретического расчета температуры на выходе из теплообменной поверхности [1].

Обработка эксперимента с учетом полученных результатов проводилась двумя методами — методом непосредственного наложения кривых и методом нахождения максимального наклона [1]. Пример обработки результатов эксперимента в виде безразмерного коэффициента теплоотдачи NTU приведен на рис. 2.

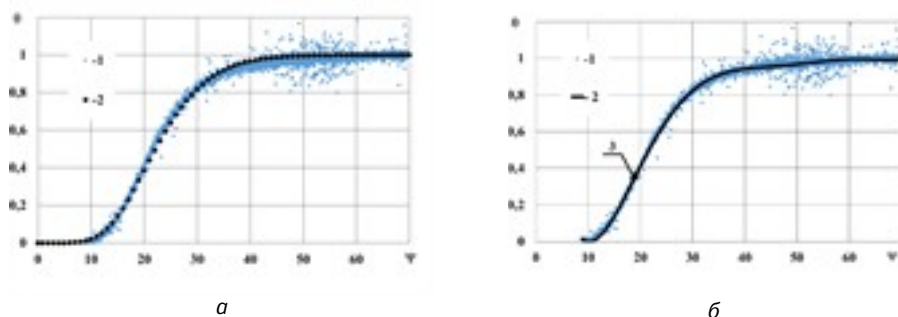


Рис. 2. Обработка результатов экспериментов:

а — метод непосредственного наложения кривых ($NTU = 23,0$), б — метод максимального наклона ($NTU = 25,5$), 1 — экспериментальные данные, 2 — теоретические кривые, 3 — точка максимального наклона

Заключение. Проведенные теоретические расчеты численного решения температуры на выходе из матрицы теплообменного аппарата показали, что разность между коэффициентом теплоотдачи, вычисленным по идеальной «ступеньке» температуры и с учетом реального изменения температуры на входе в матрицу теплообменного аппарата может достигать 15–20 %. С учетом этого были проведена обработка эксперимента двумя методами, которые показали схожие результаты.

Список источников

- [1] Егоров К.С., Крылов В.И., Степанова Л.В., Федоренко А.Э. Расчет максимальных углов наклона кривой температуры для однопоточного нестационарного метода получения тепловых характеристик поверхностей теплообмена. *Измерительная техника*, 2017, № 9, с. 40–44.
- [2] Łapiński A., Śmierciew K., Zou H., Butrymowicz D. Measurement of Heat Transfer and Flow Resistance for a Packed Bed of Horticultural Products with the Implementation of a Single Blow Technique. *Processes*, 2021, vol. 9, art. no. 2151. <https://doi.org/10.3390/pr9122151>
- [3] Лыков А.В. *Теория теплопроводности*. Москва, Высшая школа, 1967, 599 с.

УДК 621.793.74

Экспериментальное исследование прочности сцепления композитного покрытия со стальной подложкой

Жачкин Сергей Юрьевич

zhach@list.ru

SPIN-код: 9374-2996

Трифонов Григорий Игоревич^(*)

i@gtrifonov.ru

Котов Арсений Павлович

arseniykotov555@gmail.com

ВУНЦ ВВС «ВВА имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина», Воронеж, Россия

Аннотация. В работе представлены результаты исследования, направленного на оценку влияния технологических режимов осаждения на величину адгезионной прочности сцепления композитного покрытия со стальной основой. На основе проведенных экспериментов, а также по итогу регрессионного и корреляционного анализов, было определено, что основным фактором, влияющим на величину исследуемого критерия, является давление инструмента.

Ключевые слова: композитное покрытие, адгезионная прочность, технологические режимы, регрессионный анализ, эксперимент

Введение. При нанесении композитных покрытий процесс гальванического хромирования характеризуется высокой степенью стабильности. В контексте анализа нанокompозитных гальванических покрытий следует учитывать, что достижение требуемой равномерности нанесения композитных слоев на стальную основу представляет собой весьма трудоемкий процесс [1].

Адгезионная прочность является ключевыми характеристиками, определяющая качество как композитных покрытий, так и других видов функциональных поверхностных слоев, наносимых на металлическую основу. Научные изыскания, проведенные в работах [2–5], демонстрируют, что все разновидности покрытий, включая покрытия на основе хрома, характеризуются высоким уровнем прочности сцепления покрытия с основой, который зачастую превосходит когезионную прочность самого покрытия. Помимо этого, в контексте обсуждения пористости покрытий, в соответствии с исследованиями [1–5], дисперсные частицы композиционного материала способствуют ее уменьшению.

Методы и материалы; результаты. В ходе проводимых лабораторно-экспериментальных исследований в процессе нанесения покрытий в качестве образцов для осаждения использовались втулки из стали 30 ХГСА. Диаметр исследуемых образцов — 10 мм, а длина поверхности, которая подвергалась осаждению — 55 мм (рис. 1).

На основании ГОСТ 9.302–88 производилось определение адгезионной прочности нанокompозитного покрытия. Определялись массы стальных образцов после осаждения покрытия m_1 , до осаждения m_2 и после сдавливания на прессе m_3 :

$$C_{\Pi} = \frac{m_3 - m_2}{m_1 - m_2} \cdot 100 \%. \quad (1)$$

Характеристики экспериментального плана были тщательно подобраны с целью достижения беспористых покрытий и минимизации наводораживания стальной основы. В рамках предварительного эксперимента был проведен корреляционный анализ для выявления факторов, влияющих на адгезию покрытия.



Рис. 1. Стальные образцы из стали 30 ХГСА

Было определено, что факторами, оказывающими существенное влияние на адгезионную прочность покрытия со стальной основой являются плотность тока (i), температура электролита (t) и давление инструмента (p). Все остальные рассматриваемые факторы оказались либо статистически незначимыми, либо мультиколлинеарными.

После чего был проведен регрессионный анализ, исследуемым критерием при котором являлась микрогеометрия получаемого покрытий ε , мкм, а независимыми факторами — выше представленные параметры.

После раскодирования было получено уравнение регрессии в натуральных единицах:

$$\varepsilon = 20,762 + 1,637i + 1,396t + 21,954p - 0,044it - 0,331tp. \quad (2)$$

Было выявлено, что модификация технологических параметров процесса позволяет повлиять на микроструктуру нанокompозитного покрытия (рис. 2). Адгезия покрытия к основе составила 90–98 %, в то время как у стандартных покрытий этот показатель составляет 32–58 %. Таким образом, адгезионная прочность увеличилась в 1,7–3,2 раза.

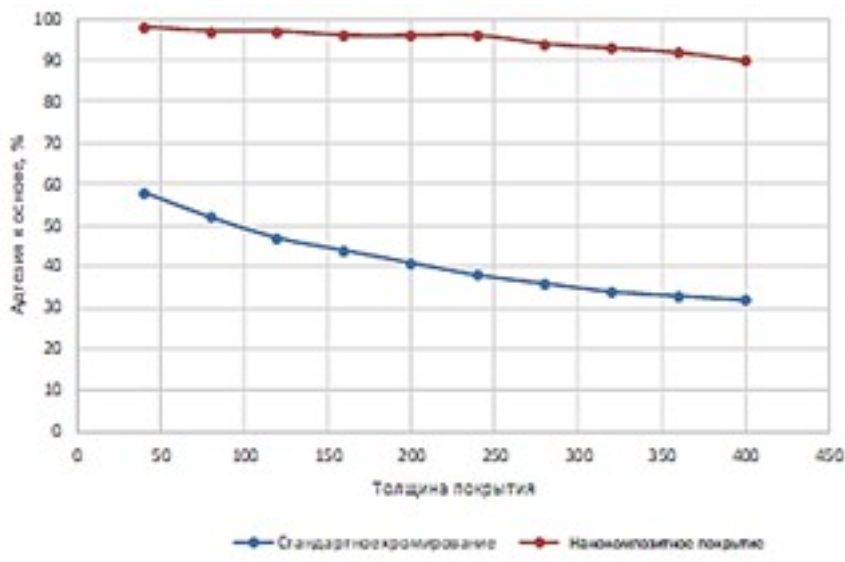


Рис. 2. Экспериментальная проверка адгезии покрытия к основе

Заключение. В результате проведенных исследований была разработана математическая модель, отражающая воздействие технологических параметров осаждения композита на характеристики микрогеометрии композитного покрытия.

Список источников

- [1] Жачкин С.Ю., Трифонов Г.И., Сидоркин О.А., Пустоветов А.В. Износостойкость никелевых композиционных покрытий с микронными и субмикронными частицами SiC. *Инженерные технологии и системы*, 2024, т. 34, № 4, с. 629–647.
- [2] Баранчиков В.И., Тарапанов А.С., Харламов Г.А. *Обработка специальных материалов в машиностроении*. Москва, КолосС, 2004, 264 с.
- [3] Живогин А.А. *Восстановление гильз цилиндров дизельных двигателей сельскохозяйственной техники композитным покрытием на основе железа*. Дис. ... канд. техн. наук. Воронеж, 2014, 174 с.
- [4] Цысоренко П.В. *Разработка технологии размерного восстановления внутренних цилиндрических поверхностей гильз гидроцилиндров сельскохозяйственной техники композитным покрытием на основе хрома*. Дис. ... канд. техн. наук. Мичуринск-Наукоград РФ, 2012, 134 с.
- [5] Архипов В.Е., Лондарский А.Ф., Москвитин Г.В., Пугачев М.С. Методики исследований адгезии и когезии металлических покрытий. *Деформация и разрушение материалов и наноматериалов. VII Междунар. конф.: сб. материалов*. Москва, ИМЕТ РАН, 2017, с. 791–793.

УДК 069.5:674.03

Ксилотека БГТУ — объект национального достояния Республики Беларусь: история формирования, структура и значимость коллекции

Звягинцев Вячеслав Борисович

mycolog@tut.by
SPIN-код: 4326-2160

Белорусский государственный технологический университет, Минск, Беларусь

Аннотация. *Представлена информация о истоках формирования, структуре и направлениях использования коллекций научного объекта Ксилотека Белорусского государственного технологического университета, который с 2024 г. объявлен Национальным достоянием Республики Беларусь. Обсуждается роль ксилотек в образовании, научной и экспертной деятельности, рассматриваются перспективы развития коллекций в направлении организации международного обмена и расширения инструментария изучения древесины.*

Ключевые слова: *древесина, ксилотека, формирование, значимость, перспективы развития*

Введение. Ксилотеки, как особые формы гербария, состоящие из образцов позволяют накапливать, систематизировать и диагностировать древесину; изучать многообразие свойств этого ценного возобновляемого природного ресурса; разрабатывать новые подходы и методы анализа древесины [1–3]. Цель данной работы осветить историю формирования Ксилотеки БГТУ, показать ее структуру и значимость коллекции для развития белорусской школы древесиноведения, отразить перспективные направления сотрудничества в области коллекционирования и изучения древесины.

Методы и материалы; результаты. Для подготовки настоящей работы использовались фонды Ксилотеки БГТУ, реестр научного объекта, литературные и архивные сведения о включенных коллекциях.

Фонды ксилотеки начинали формироваться с 30-х годов прошлого века и в настоящее время включают более 5,5 тыс. единиц хранения. Источники фондов Ксилотеки БГТУ: образцы, полученные в рамках выполнения республиканских и международных НИР; древесина, собранная в результате научных экспедиций, которые в последние годы проходили на территории Дальнего Востока, Сибири, Кавказа, Юго-Восточной Азии, Океании; образцы, полученные путем обмена с ксилотеками из других стран; образцы, полученные в рамках партнерских отношений с ботаническими садами и дендрариями; древесина, переданная из частных коллекций или собранная коллекционерами-любителями — студентами, производственниками, сотрудниками университета и других организаций.

Научный объект состоит из четырех разделов:

- коллекция массивных образцов древесины, включает 2610 образцов, относящихся к 445 видам 178 родов 61 семейства;
- коллекция микросрезов ксилемы — 2015 образцов, относящихся к 137 видам 36 родов 20 семейств;
- коллекция ископаемой древесины — 269 образцов;
- коллекция композиционных древесных материалов — 120 образцов, представленных 73 разновидностями материалов.

Коллекции представлены основным и научно-вспомогательным фондами. Основной — предназначен использования в качестве эталонов древесины местных и экзотических древесных растений, ископаемой древесины и композиционных древесных материалов. Научно-вспомогательный фонд используется изучения строения и свойств древесины, в том числе с нарушением целостности материалов, образовательных проектов, судебно-ботанических и лесотехнических экспертиз, а также осуществления обмена, проведения профориентационной деятельности и популяризации научных исследований. Учитывая значимость коллекции в 2024 г. Ксилотеке БГТУ присвоен статус научного объекта, составляющего национальное достояние Беларуси.

Заключение. Уникальные коллекции Ксилотеки БГТУ имеют важное научное значение в качестве обширного фактического материала и исследовательской базы, которая позволяет решать ряд важных практических задач. Перспективными направлениями развития коллекции является повышение их диагностической ценности путем пополнения фондов в рамках международного сотрудничества и других источников, верификация образцов с использованием молекулярно-генетических методов, цифровизация фондов и создание виртуальной ксилотеки.

Список источников

- [1] Звягинцев В.Б., Войнич О.И., Ярмолович В.А. Научная и образовательная роль Ксилотеки БГТУ. *Высшее техническое образование*, 2019, № 3 (1), с. 53–58.
- [2] Станко Я.Н., Санаев В.Г., Горбачева Г.А. *Древесные породы коллекции Московского государственного университета леса*. Москва, ФГБОУ ВО МГУЛ, 2016, 134 с.
- [3] Звягинцев В.Б., Хох А.Н. Научный потенциал Ксилотеки БГТУ. *Судебная экспертиза: теория и практика в современных условиях: III Междунар. науч.-практ. конф.: материалы*. Минск, 2023, с. 157–160.

УДК 62-851.1

Разработка макета газореактивной системы космического аппарата - инспектора

Зеленов Михаил Сергеевич^(*)dsf@bmstu.ru
SPIN-код: 3099-9452

Андрианов Дмитрий Сергеевич

safecenter480@gmail.com

Усс Александр Юрьевич

uss@bmstu.ru
SPIN-код: 1191-6254

МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, Россия

Аннотация. Рассмотрена задача применения космического аппарата-инспектора для обследования Российской орбитальной станции. Для разработки и отладки алгоритмов управления его движением требуется проведение серии наземных экспериментов. Они связаны с функционированием газореактивных двигателей и соответствующим движением аппарата. Описана конструкция разработанного макета, включающая пневматическую подсистему (пневмоаккумулятор, регулятор давления, клапаны) и систему управления на базе микроконтроллера ESP32 с беспроводной связью. Приведено описание основных экспериментов, которые будут проведены с использованием макета: исследование отклика на управляющие импульсы, определение расхода рабочего тела на маневры и изучение влияния конфигурации макета на управляемость. Эти данные необходимы для верификации математических моделей и отладки системы ориентации перспективного аппарата.

Ключевые слова: космический аппарат, аппарат-инспектор, газореактивный двигатель, пневмосистемы, сжатый воздух

Введение. Проект Российской орбитальной станции (РОС) предполагает использование группировки космических аппаратов-инспекторов [1]. Они служат для обнаружения мелких повреждений на внешней поверхности станции. Инспекторы перемещаются к обследуемому месту с помощью газореактивной двигательной системы. Особую роль играют механизмы ориентации и стабилизации, обеспечивающие позиционирование относительно объекта съемки. В противном случае не удастся получить качественное изображение. Поэтому для разработки системы ориентации и стабилизации необходима отладка алгоритмов. Она производится на базе экспериментальных данных, полученных при наземных испытаниях макета газореактивной системы.

Методы и материалы; результаты. Отладка алгоритмов ориентации и стабилизации требует анализа отклика объекта управления на поступающие сигналы. Для проведения испытаний был разработан макет газореактивной системы, функционально подобный используемому в разрабатываемом космическом аппарате-инспекторе [2]. Макет подвешен в верхней точке и может свободно вращаться вокруг своей оси. Пневматическая подсистема макета включает пневмоаккумулятор, систему заправки, регулятор давления и четы-

ре газореактивных двигателя с отсечными электромагнитными клапанами. Для проведения экспериментов разработана подсистема управления на базе беспроводной связи по технологии Wi-Fi. Она обеспечивает включение и отключение двигателей в требуемые моменты времени, а также измерение текущего давления в пневмоаккумуляторе. В основе системы управления лежит платформа ESP32 [3]. Для получения информации о положении в пространстве и движении используется распространенный модуль MPU6050.

Макет изготовлен с применением технологий лазерной резки и FDM-печати. Проведены испытания, показавшие работоспособность изготовленных подсистем. Макет обеспечивает поворот макета вокруг вертикальной оси в обоих направлениях. Конструкция макета позволяет корректировать взаимное расположение газореактивных двигателей для улучшения управляемости

Заключение. Разработанный макет позволит провести серию запланированных экспериментов. Получение экспериментальных данных о зависимости углового ускорения и замедления макета от импульсов сжатого воздуха в двигатели является основой для верификации и настройки математической модели объекта управления. Определение расхода рабочего тела на выполнение типовых маневров необходимо для проектирования бортовой системы хранения воздуха с требуемыми массогабаритными показателями. Экспериментальная проверка влияния изменения взаимного расположения двигателей на управляемость откроет возможности не только для управления ориентацией (поворотом), но и для реализации линейных перемещений аппарата-инспектора относительно станции.

Работа выполнена при поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации по государственному заданию (проект № FSN-2025-0016).

Список источников

- [1] Верзилин С.С., Макаренков Д.А. Проектный облик инспектора для орбитальной станции. *Всерос. студенческая конф., посв. 110-летию со дня рождения академика В.Н. Челомея: сб. тез. докл.* Москва, 2024, с. 5–7.
- [2] Беляев Н.М., Умаров Е.И. *Расчет и проектирование реактивных систем управления космических летательных аппаратов.* Москва, Машиностроение, 1974, 200 с.
- [3] *Datasheet ESP32-WROOM.* URL: [URL:https://wiki.amperka.ru/media/products:esp32-wroom-wifi-devkit-v1:esp32-wroom_adatasheet.pdf](https://wiki.amperka.ru/media/products:esp32-wroom-wifi-devkit-v1:esp32-wroom_adatasheet.pdf) (дата обращения 23.09.2025).

УДК 504.05

Оценка воздействия техносферы на экологию Каспийского региона

Зыкина Алена Андреевна

zykina@bmstu.ru

Федосеева Татьяна Алексеевна

fedoseeva.t@bmstu.ru

SPIN-код: 6418-8229

МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, Россия

Аннотация. Проведена комплексная оценка воздействия техносферы на экосистему Каспийского региона. На основе системного анализа статистических данных, научных публикаций и геоданных выявлены ключевые негативные факторы, требующие постоянного мониторинга. Обоснована необходимость перехода к скоординированному региональному мониторингу и управлению для принятия эффективных природоохранных мер и обеспечения устойчивого развития региона.

Ключевые слова: Каспийское море, техносфера, экологический мониторинг, биоразнообразие, единая информационная система

Введение. Актуальность исследования обусловлена ростом техногенной нагрузки на водный бассейн Каспийского региона. Динамику экосистемы Каспийского моря формирует комплексное взаимодействие различных факторов. Это подчеркивает важность комплексного подхода всесторонней оценки экологической обстановки в регионе для разработки научно обоснованных мер по минимизации негативного воздействия техносферы и обеспечению устойчивого развития региона. Подписанная в 2003 году Рамочная конвенция [1] по защите морской среды Каспийского моря является основой для формирования совместных усилий стран региона в области мониторинга.

Методы и материалы; результаты. Для оценки воздействия был применен метод системного анализа и синтеза данных международного уровня [2]. На основе этих данных проведена качественная и количественная оценка основных факторов загрязнения Каспийского моря (см. таблицу), которые показывают высокую экологическую нагрузку, имеющую региональный и трансграничный характер.

Анализ загрязнений Каспийского моря

Вид загрязнения	Основные источники	Характер воздействия	Последствия для экосистемы
Нефтепродукты	Добыча и транспортировка нефти и газа, аварийные разливы	Загрязнение воды и донных отложений, угнетение фотосинтеза	Снижение биоразнообразия

Окончание таблицы

Вид загрязнения	Основные источники	Характер воздействия	Последствия для экосистемы
Тяжелые металлы (Hg, Pb, Cd)	Промышленные сбросы, сточные воды	Накопление в донных осадках и организмах	Биомагнификация
Агрохимикаты (нитраты, фосфаты, пестициды)	Сельскохозяйственные стоки с рек	Эвтрофикация, цветение воды	Дефицит кислорода, массовая гибель рыбы
Пластик и микропластик	Бытовые отходы, транспорт, рыбная промышленность	Накопление в воде и пищевых цепях	Долгосрочные последствия для биоразнообразия

Ключевым предложением является создание единой интегрированной платформы — геоинформационной системы Каспийского моря, построенной на базе моделей для прогнозирования изменений водного баланса, качества воды, количество рыбного запаса и распределение загрязнений, с использованием данных от станций на земле, спутников дистанционного зондирования земли (Landsat и Sentinel) [3], что позволит оперативно выявлять негативные тенденции, оценивать эффективность природоохранных мероприятий и служить основой для принятия управленческих решений в рамках модели устойчивого развития.

Заключение. Анализ экологического состояния Каспийского моря выявил комплекс взаимосвязанных проблем, требующих неотложных скоординированных действий прикаспийских государств. Решение выявленных проблем требует нового подхода к организации совместного мониторинга и прогнозирования состояния Каспийского моря на основе единой интегрированной платформы.

Список источников

- [1] *Рамочная конвенция по защите морской среды Каспийского моря*. URL: http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&link_id=2&nd=203005756&collection=1 (дата обращения 15.09.2025).
- [2] *Падение уровня воды и вымирание рыб: что ждет Каспий*. URL: <https://www.inform.kz/ru/kak-spasti-kaspiyskoe-more-mnenie-eksperta-4ea93c> (дата обращения 15.09.2025).
- [3] Жагыпар П.Б., Калманова Д.М. Динамика обмеления Каспия по данным ДЗЗ. *Вестник науки*, 2025, № 3 (84), с. 353–360.

УДК 004.81

Сложность и полисемиотика когнитивных систем

Каганов Юрий Тихонович

yurijkaganov@gmail.com

МГТУ имени Н.Э. Баумана, Москва, Россия

Аннотация. В работе представлена концепция полисемиотики холархических когнитивных структур, основанная на использовании теории сложных нелинейных динамических систем, позволяющих строить математические модели на основе метаграфового подхода и гранулярных вычислений. Таким образом появляется возможность создания более адекватного подхода к разработке систем искусственного интеллекта.

Ключевые слова: сложные системы, нелинейная динамика, полисемиотика, холархия, метаграфы, гранулярные вычисления

Введение. Современная наука все в большей степени проникает в область, связанную с исследованием чрезвычайно сложных систем. Такими системами являются биологические системы и когнитивные системы.

Материалы и методы; результаты. Сложность таких систем связана с существованием следующих четырех факторов:

Фактор 1. Наличие большого количества элементов, взаимодействующих между собой.

Фактор 2. Взаимодействие между элементами носит нелинейный характер.

Фактор 3. Организация сложных систем представляет собой иерархическую структуру, а для реальных сложных систем (биологические системы, организация мозга) — холархическую структуру.

Фактор 4. Эмерджентность возникновения качественно новых свойств за счет бифуркационных процессов и выход на более высокий уровень иерархии через самоорганизацию.

Исследование и моделирование таких систем в настоящее время становится все более актуальным [1, 2]. Эти исследования во многом сконцентрированы вокруг проблематики моделирования когнитивных процессов и создания полноценного искусственного интеллекта. В связи с этим возникает необходимость привлечения теории нелинейной динамики, которая позволяет выявить управляющие параметры и параметры порядка на разных уровнях организации сложной системы и их переход из одной формы в другую [3, 4].

Заключение. Переход к многоагентности с использованием семиотического подхода, позволяет значительно расширить инструментарий исследований сложных систем. В этом плане очень уместно использование сочетание агентного подхода, метаграфов и гранулярных вычислений, как составляющих теории сложных полисемиотических структур.

Каждая семиотическая структура представляет определенный уровень иерархии (холархии), связанной с определенным языком, характерным для того или иного уровня иерархии.

Список источников

- [1] Майнцер К. *Сложносистемное мышление. Материя, разум, человечество. Новый синтез*. Москва, Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2009, 464 с.
- [2] Лоскутов А.Ю., Михайлов А.С. *Основы теории сложных систем*. Москва, Ижевск, НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», 2007, 620 с.
- [3] Kaganov Y.T. On the Question of the Dynamic Theory of Intelligence. *Advances in Neural Computation, Machine Learning, and Cognitive Research VII Selected Papers from the XXV International Conference on Neuroinformatics*. Moscow, Russia, Springer, 2023, pp. 61–71.
- [4] Kaganov Yu.T., Gapanyuk Yu.E. Nonlinear dynamics and the origin of cognitive processes of intelligent systems. *Collection of articles of the First International Scientific and Practical Conference "Bionics — 60 years. Results and prospects*. 2020, pp. 41–52.

УДК 628.345

Моделирование фильтрационного осветления

Калистратова Алина Александровна

kalistratova@bmstu.ru

SPIN-код: 8011-8932

Козодаев Алексей Станиславович

kozodaev@bmstu.ru

SPIN-код: 7802-8001

Могилина Александра Сергеевна

mogilina@bmstu.ru

SPIN-код: 3597-1742

МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, Россия

Аннотация. Рассмотрены классические и современные математические модели процесса фильтрационного осветления воды. Проанализированы ключевые подходы к описанию механизма удержания взвешенных веществ в фильтрующем слое. Показано, что существующие модели, несмотря на прогресс в описании физики процесса, остаются эмпирическими и требуют определения коэффициентов экспериментальным путем для конкретных условий. Сделан вывод о необходимости дальнейшего совершенствования моделей для прямого учета интенсифицирующих факторов, таких как контактная коагуляция.

Ключевые слова: фильтрационное осветление, контактная коагуляция, модель Ивасаки, модель Минца, модель Веницианова

Введение. Процессы фильтрования могут быть интенсифицированы за счет добавления в систему адсорбционных или коагуляционных процессов. В этом случае загрязняющие вещества более эффективно улавливаются за счет сил адгезии, возникающих в системе. Математическая модель, позволяющая моделировать такие процессы, может быть разработана на основе существующих моделей фильтрационного осветления.

Методы и материалы; результаты. Классической моделью фильтрации является эмпирическая модель Ивасаки [1], отображающая зависимость концентрации загрязняющего вещества в слое фильтрующей среды от глубины слоя. Согласно модели, в фильтрующей среде присутствует лишь механизм задерживания частиц загрязнения на поверхности контактной загрузки. Коэффициент фильтрации, включенный в модель, зависит от условий протекания процессов фильтрации. Он остается эмпирическим и не может быть определен путем математического моделирования.

Проведенные исследования [2, 3] доказывают, что помимо процессов осаждения загрязняющего вещества в фильтрующем слое имеют место быть процессы вторичного уноса осевшего загрязнителя. Впервые такой подход был предложен Д.М. Минцем. В его модель введены коэффициенты, учитывающие интенсивность вторичного уноса и осаждение осадка в элементарном слое, которые зависят от свойств осадка, свойств взвести и размера зерен загрузки [4]. На основании модели Д.М. Минца Е.В. Веницианов предложил

свою модель фильтрации, основанную на результатах исследования структуры потока в глобулярном слое [5]. Система уравнений включает коэффициенты, зависящие от характера загрязнителя, осадка и загрузки, и определяющиеся в предварительных экспериментах. Модель может быть использована для расчета процессов контактной коагуляции, при этом интенсификация процессов улавливания взвеси в загрузке закладывается в эмпирических коэффициентах массопереноса. Однако любое изменение условий проведения процесса очистки будет требовать проведения дополнительной серии экспериментов. Это требует совершенствования модели и отдельного учета коагуляционных процессов в системе уравнений.

Заключение. Постепенное совершенствование базовых моделей позволяет снизить количество параметров, определяемых экспериментально. В частности, совершенствование существующих моделей расчета фильтрационного осветления может позволить учесть наличие эффекта коагуляции в слое загрузки, и как следствие, позволит проводить расчет аппаратов, работающих на основе принципа контактной коагуляции.

Список источников

- [1] Nieć J., Spychała M., Zawadzki P. New approach to modelling of sand filter clogging by septic tank effluent. *Journal of Ecological Engineering*, 2016, vol. 17, pp. 97–107. <https://doi.org/10.12911/22998993/62296>
- [2] Mintz D.M. Modern theory of filtration. *International Water Supply Congress and Exhibition*. Barselona, 1966, no. 10, 32 p.
- [3] Митин В.А. *Исследование влияния структурно-механических свойств осадка на работу зернистых осветительных фильтров*. Автореф. дис. ... канд. техн. наук. Москва, ВНИИ ВОДГЕО, 1969, 18 с.
- [4] Минц Д.М. *Теоретические основы технологии очистки вод*. Москва, Стройиздат, 1964, 156 с.
- [5] Веницианов Е.В., Рубинштейн Р.Н. *Динамика сорбции из жидких сред*. Москва, Наука, 1983, 240 с.

УДК 519.6

Особенности новых биоинспирированных алгоритмов глобальной оптимизации

Карпенко Анатолий Павлович

apkarpenko@bmstu.ru

SPIN-код: 3524-2924

МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, Россия

Аннотация. Представляем однопопуляционные биоинспирированные алгоритмы безусловной и условной оптимизации. В качестве классификационных признаков алгоритмов используем: однородность популяции (гомогенные и гетерогенные алгоритмы); число эволюционных операторов и правила их применения; стационарность или динамичность операторной структуры. Различаем одно- и многосоставные операторы, операторы постоянной (стационарные операторы) либо переменной структуры (программно- и адаптивно-динамические операторы), параметрически стационарные либо программно- и/или адаптивно-динамические операторы.

Ключевые слова: глобальная оптимизация, популяционные алгоритмы, биоинспирированные алгоритмы, эволюционные операторы

Введение. Значительное число биоинспирированных алгоритмов глобальной оптимизации (БИ-алгоритмов) представлено, например, в [1] а также в нашей монографии [2]. Представляем аналитический обзор БИ-алгоритмов, которые не нашли место в указанных публикациях. Все представленные алгоритмы, как правило, имеют, иногда значительное, число модификаций. Рассматриваем только базовые алгоритмы. Используем однотипные обозначения, как правило, отличные от обозначений в исходных публикациях. Для компактности изложения опускаем естественно-научные предпосылки алгоритмов, а также содержательную интерпретацию их сущностей.

Материалы и методы; результаты. Рассматриваем детерминированные задачи безусловной оптимизации и условной оптимизации. БИ-алгоритмы оптимизации могут различаться правилами инициализации популяции, а также условиями завершения итераций и методами учета ограничений (в задаче условной оптимизации). Ограничиваемся рассмотрением особенностей эволюционных операторов этих алгоритмов. Предлагаем следующие основные классификационные признаки БИ-алгоритмов: число популяций (одно и многопопуляционные алгоритмы); однородность (гомогенные и гетерогенные алгоритмы); число эволюционных операторов и правила их применения; постоянство операторной структуры (стационарная, программно- или адаптивно-динамическая) [2].

Представляем следующие БИ-алгоритмы.

Гомогенные одно-операторные алгоритмы: оптимизационный алгоритм серых волков (Gray Wolf Optimizer, GWO); роевый оптимизационный алгоритм кенгуру квокка (Quokka Swarm Optimization, QSO) и другие.

Гомогенные двух-операторные алгоритмы: оптимизационный алгоритм бабочек (Butterfly optimization algorithm, BOA); оптимизационный алгоритм черных вдов (Black Widow Optimization, BWO); интеллектуальный поисковый алгоритм медуз (Artificial JellyFish Search Algorithm, AJFA) и другие.

Гомогенные трех- и более операторные алгоритмы: оптимизационный алгоритм раков (Crayfish Optimization Algorithm, COA); оптимизационный алгоритм нагуливания жира медведем гризли (Grizzly Bear Fat Increase Optimizer, GBFO); оптимизационный алгоритм коз (Goat Optimization Algorithm, GOA) и другие.

Гетерогенные (типизированные) алгоритмы: оптимизационный алгоритм стаи кур (Chicken Swarm Optimization, CSO); оптимизационный алгоритм навозного жука (Dung Beetle Optimization, DBO); оптимизационный алгоритм паукообразных обезьян (Spider Monkey Optimization Algorithm, SMO); поисковый алгоритм воробьев (Sparrow Search Algorithm, SSA).

Заключение. Рассматриваемый в работе этап эволюции популяции призван обеспечить баланс между диверсификацией поиска (широким исследованием области поиска (разведкой)) и интенсификацией поиска (точной локализацией искомого экстремума целевой функции (эксплуатацией)) [2]. Эволюционный оператор БИ-алгоритма может «отвечать» только за диверсификацию поиска, за его интенсификацию, а также балансировать стационарно или динамически эти свойства алгоритма. Если данный оператор алгоритма обладает преимущественно диверсификационными свойствами, то его применение образует фазу «разведка», если обеспечивают преимущественную интенсификацию поиска — фазу «эксплуатация». В работе основное внимание уделено именно этим аспектам БИ-алгоритмов.

Список источников

- [1] Xing B., Gao W.-J. *Innovative Computational Intelligence: A Rough Guide to 134 Clever Algorithms*. Springer, Cham, Heidelberg, New York, Dordrecht, London, 2014, 451 p.
- [2] Карпенко А.П. *Анализ и синтез популяционных алгоритмов глобальной оптимизации*. В 2 т. Москва, Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2024, т. 1, 368 с.; т. 2, 387 с.

УДК 519.6

Многообъектное многокритериальное многоличное автоматизированное проектирование (3М CAD)

Карпенко Анатолий Павлович

apkarpenko@mail.ru

SPIN-код: 3524-2924

МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, Россия

Аннотация. Рассматриваем процесс автоматизированного проектирования сложных (многообъектных) технических систем, когда проектирование разных подсистем осуществляют разные проектные коллективы (многоличное проектирование). Задача проектирования является многокритериальной. Решения задачи проектирования отыскиваем на множестве Парето этой задачи. С другой стороны, полагаем, что искомое решение должно быть устойчивым (стабильным) в смысле устойчивости по Нэшу. Обсуждаем проблемы, которые возникают при решении задачи 3-М автоматизированного проектирования и при построении системы 3М CAD.

Ключевые слова: автоматизированное проектирование, много-объектные технические системы, многокритериальное проектирование, групповое проектирование

Введение. Современные высокотехнологические изделия представляют собой совокупность большого числа тесно интегрированных подсистем, то есть в терминах теории управления являются многообъектными системами. Проектирование различных подсистем таких изделий производится разными компаниями и/или разными подразделениями одной компании. При этом неизбежно используются различные критерии оптимальности, так что задача проектирования оказывается многокритериальной (МКО задачей). Лиц, принимающих решения (ЛПР) относительно каждой из указанных подсистем, называем главными конструкторами. Противоречия между главными конструкторами, обусловленные противоречивостью их критериев оптимальности, устраняются с помощью генерального конструктора. Таким образом, с точки зрения теории принятия решений рассматриваемая задача проектирования является задачей группового (многоличного) принятия решений. 3М-автоматизированным проектированием (3М-CAD) называем многокритериальное многоличное проектирование многообъектных систем.

По общим правилам решения МКО задач, решение задачи 3М-CAD следует искать на множестве Парето этой задачи, то есть использовать эффективные решения [1]. С другой стороны, поскольку речь идет о групповом принятии решений, искомое решение должно быть устойчивым (стабильным), например, в смысле устойчивости по Нэшу [1]. Таким образом, как и в работе [1], рассматриваем стабильно-эффективные решения задачи 3М-CAD. Аппаратно-программную систему, которая поддерживает решение

задачи 3М-CAD, называем 3М-САПР и интерпретируем как систему поддержки принятия решений (СППР).

Методы и материалы; результаты. Проектируемая система S является структурно сложной системой и состоит из $|S|$ сильно связанных динамических подсистем $\{S_i\} = \{S_i, i \in [1:|S|]\}$, каждая из которых эволюционирует во времени t в соответствии с уравнением $X_i^r(t) = T_i(P_i^r, X_i^r(t_0))$, $t \in [t_0; t_e]$, где X_i — $|X_i|$ -мерный вектор фазовых переменных подсистемы S_i ; T_i — ее эволюционный оператор (обычно, дифференциальный); P_i — $|P_i|$ -мерный вектор свободных (варьируемых) параметров; $r = 0, 1, 2, \dots$ — номер шага принятия решений. Текущее множество допустимых значений вектора P_i^r обозначаем D_i^r .

Эффективность функционирования подсистемы S_i определяет $|F_i|$ -мерный векторный критерий оптимальности $F_i(\mathbf{X}, P_i)$, где в общем случае $\mathbf{X} = (X_1, X_2, \dots, X_{|S|})$. Критерий оптимальности $F_i(\mathbf{X}, P_i)$ стремится, для определенности, минимизировать ЛПР _{i} (i -й главный конструктор), варьируя только «свои» свободные параметры P_i :

$$F_i(\mathbf{X}^r, P_i^r) \rightarrow \min_{P_i^r \in D_i^r}, \quad i \in [1:|S|]. \quad (1)$$

Функция генерального конструктора ЛПР₀ состоит в управлении относительным весом свойств стабильности и эффективности решений, найденных главными конструкторами $\{\text{ЛПР}_i\}$, путем сужения области компромиссов (множества Парето).

В математическом плане взаимодействие $\{\text{ЛПР}_i\}$ в процессе решения задачи (1) на шаге r принятия решений представляет собой бескоалиционную игру вида

$$\Gamma^r = \langle \{\text{ЛПР}_i\}, \{D_i^r\}, \{F_i(\mathbf{X}^{r-1}, P_i^r)\}; i \in [1:|S|] \rangle, \quad (2)$$

где ЛПР _{i} — i -й игрок; D_i^r — его допустимая стратегия; $F_i(\mathbf{X}^{r-1}, P_i^r)$ — вектор выигрышей этого игрока в игровой ситуации $\mathbf{P}^{r-1} \in \mathbf{D}^{r-1}$, возникшей в результате выбора всеми игроками своих стратегий $\{P_i^{r-1}\}$ на $(r-1)$ -м шаге принятия решений.

В терминах игры (2) стратегия $\bar{P}_i^r$ игрока ЛПР _{i} является (локально) Парето-оптимальной, если для любого из частных критериев оптимальности $f_{i,j}$, $j \in [1:|F_i|]$ этого игрока справедливо соотношение $f_{i,j}(\mathbf{X}^{r-1}, \bar{P}_i^r) \leq f_{i,j}(\mathbf{X}^{r-1}, P_i^r)$,

$j \in [1:|F_i|]$, $P_i^r \neq \bar{P}_i^r$. Формально набор стратегий $\tilde{\mathbf{P}}^r = \{\tilde{P}_i^r\}$ слабо равновесен по Нэшу, если для каждого из игроков $\{\text{ЛПР}_i\}$ и для каждого из его частных критериев оптимальности $\{f_{i,j}(\mathbf{P})\}$ имеет место неравенство (для простоты записи опущен вектор фазовых переменных $\mathbf{X}^r$)

$$f_{i,j}(\tilde{P}_1^r, \tilde{P}_2^r, \dots, P_i^r, \dots, \tilde{P}_{|S|}^r) > f_{i,j}(\tilde{P}_1^r, \tilde{P}_2^r, \dots, \tilde{P}_i^r, \dots, \tilde{P}_{|S|}^r) + \Delta P_{i,j},$$

$$i \in [1:|S|], \quad j \in [1:|F_i|],$$

где $\{\Delta P_{i,j}\}$ — определяемая ЛПР₀ совокупность констант, которые также могут использоваться ЛПР₀ для управленческих относительным весом свойств стабильности и эффективности найденных решений.

Заключение. Основная научная проблема, решение которой необходимо для создания ЗМ-САПР, состоит в разработке и исследовании эффективности методов группового принятия многокритериальных решений на основе аппроксимаций множества Парето и множества точек равновесия по Нэшу [2]. Кроме того, необходима разработка структуры программной системы поддержки группового принятия решений при ЗМ-автоматизированном проектировании сложных технических систем, реализация прототипа указанной программной системы, исследование эффективности принятых алгоритмических и программных решений.

Список источников

- [1] Ванин А.В., Воронов Е.М., Серов В.А. Разработка метода многокритериальной оптимизации иерархической системы управления на основе координированных стабильно-эффективных компромиссов. *Вестник МГТУ им. Н.Э. Баумана. Сер. Естественные науки*, 2018, № 6, с. 31–47.
- [2] Карпенко А.П. *Анализ и синтез популяционных алгоритмов глобальной оптимизации. В 2 т.* Москва, Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2024, 446 с.

УДК 536.24

Исследование кипения воды на микроструктурированных поверхностях

Каськов Сергей Иосифович^(*)

kaskovsi@bmstu.ru

SPIN-код: 4429-6241

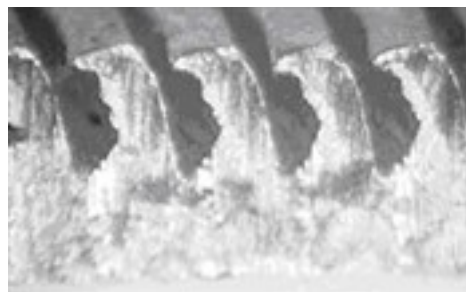
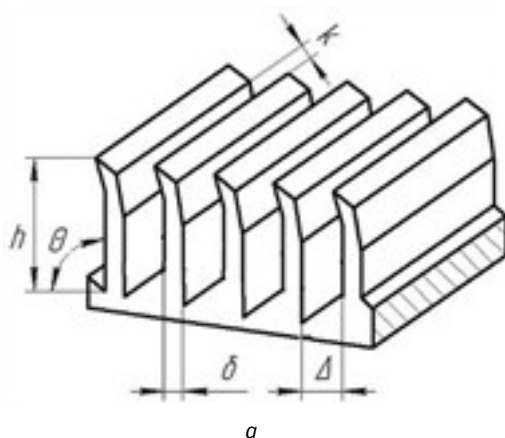
МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, Россия

Аннотация. Представлены результаты экспериментального исследования и теоретического обобщения процесса кипения воды в условиях свободной конвекции при атмосферном давлении на горизонтальных плоских металлических поверхностях микроструктура рельефа которых получена деформирующим резанием и представляет собой полужакрытые каналы с определяющими размерами геометрических параметров от 5 мкм до 300 мкм в диапазоне изменения плотности теплового потока от 2400 Вт/м² до 3,5·10⁶ Вт/м². Получена обобщающая зависимость для оценки коэффициента теплоотдачи.

Ключевые слова: структурированная поверхность, пузырьковое кипение, деформирующее резание, интенсификация теплообмена, коэффициент теплоотдачи

Введение. Рост мощности теплотехнологического оборудования и теплоэнергоустановок, увеличение тепловыделения микропроцессорной техники, дальнейшее развитие компонентов систем с высокоинтенсивными тепловыми потоками [1] обуславливает совершенствование и развитие систем охлаждения, в котором магистральное направление отдается использованию жидкостных систем с изменением агрегатного состояния теплоносителей, где, в частности, реализуется пузырьковый режим кипения рабочей жидкости [2, 3]. Несмотря на то что данный режим отличается высоким значением коэффициентов теплоотдачи, технические требования, такие как, снижение массогабаритных характеристик, улучшение условий охлаждения и термостатирования определяют необходимость интенсификации теплообмена при кипении. Данная задача решается модификацией поверхности кипения с целью, как увеличения площади поверхности, так и создания определенного рельефа. Для этого был использован, разработанный в МГТУ им. Н.Э. Баумана, метод деформирующего резания [4, 5].

Методы и материалы; результаты. Для исследования процесса кипения в условиях свободной конвекции при атмосферном давлении было изготовлено 6 образцов с рельефом в виде полужакрытых каналов [6]. Схема структуры рельефа поверхности кипения и внешний вид поперечного шлифа представлены на рисунке. Экспериментальные исследования выполнены на ранее изготовленной установке [7] и разработанной методике проведения испытаний.



а
б

Схема рельефа (а) и поперечный шлиф (б) микроструктурированной поверхности:
 δ — толщина элементов, Δ — зазор между элементами рельефа в их основании, h — высота элемента рельефа,
 θ — угол наклона элементов, k — зазор между элементами рельефа на выходе из подповерхностного канала

Заключение. Увеличение коэффициента теплоотдачи микроструктурированной поверхности с рельефом в виде подповерхностных полужакрытых каналов составило 2,9 раза по сравнению с гладкой поверхностью.

*Исследование выполнено в рамках проекта Минобрнауки РФ
 № FSN-2024-0022.*

Список источников

- [1] Ван Оост Г., Дедов А.В., Будаев В.П. Материалы обращенных к плазме компонентов термоядерных реакторов-токамаков: требования, термостабилизация, испытания: (обзор). *Теплоэнергетика*, 2021, № 3, с. 18–35. <https://doi.org/10.1134/S0040363621030097>
- [2] Дедов А.В. Обзор современных методов интенсификации теплообмена при пузырьковом кипении. *Теплоэнергетика*, 2019, № 12, с. 18–54. <https://doi.org/10.1134/S0040363619120014>
- [3] Володин О.А., Печеркин Н.И., Павленко А.Н. Интенсификация теплообмена при кипении и испарении жидкостей на модифицированных поверхностях. *Теплофизика высоких температур*, 2021, т. 59, № 2, с. 280–312. <https://doi.org/10.31857/S0040364421020149>
- [4] Зубков Н.Н. Перспективы использования метода деформирующего резания. *Современные наукоемкие технологии: приоритеты развития и подготовки кадров. Междунар. науч.-практ. конф.: сб. ст.* Казань, КГТУ-КАИ им. А.Н. Туполева, 2014, с. 42–46.
- [5] Антаненкова И.С., Сухих А.А., Ежов Е.В. Теплотехнические характеристики испарителя и конденсатора ТНУ на R22 с поверхностями, обработанными по технологии деформирующего резания. *Холодильная техника*, 2016, № 10, с. 32–39.
- [6] Зубков Н.Н. Получение подповерхностных полостей деформирующим резанием для интенсификации пузырькового кипения. *Вестник машиностроения*, 2014, № 11, с. 75–79.
- [7] Гортышов Ю.Ф., Попов И.А., Зубков Н.Н., Каськов С.И., Щелчков А.В. Кипение воды на микроструктурированных поверхностях. *Труды Академэнерго*, 2012, № 1, с. 14–31.

УДК 661.728.7

Электромеханические факторы в проявлениях и применениях концепции Б.Н. Уголева о древесине как «умном» материале

Классен Николай Владимирович^{1(*)}klassen@issp.ac.ru
SPIN-код: 9911-3313Винокуров Сергей Алексеевич¹sergvin@issp.ac.ru
SPIN-код: 2746-1097Горбачева Галина Александровна²gorbacheva@bmstu.ru
SPIN-код: 4154-5542Санаев Виктор Георгиевич²sanaev@bmstu.ru
SPIN-код: 4188-2004

¹ Институт физики твердого тела им. Ю.А. Осипьяна РАН,
Московская обл., Черноголовка, Россия

² МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, Московская обл., Мытищи, Россия

Аннотация. Концепция Б.Н. Уголева об «умной» древесине дополняется самоорганизацией на стенках капилляров слоев из молекул воды, ориентированных связями с целлюлозой. Суперпозиция их дипольных моментов увеличивает пьезоэлектрические модули капилляров, усиливая электромеханическую связь. Она дает вклад в эффект памяти формы и возбуждение электромеханических волн, определяющих доставку питательных веществ, сенсорных и управляющих сигналов. При переработке древесных отходов электромеханическими факторами объединяются утилизация отходов с экологичными производствами целлюлозы и водорода.

Ключевые слова: эффект памяти формы, пьезоэлектричество, водородные связи, электромеханические волны, утилизация древесных отходов, альтернативная энергетика, получение целлюлозы и водорода электролизом

Введение. Б.Н. Уголев, развивая концепцию древесины как «умного» материала [1], яркое проявление которой — эффект памяти формы, подчеркивал важную роль в его формировании изменений влажности древесины [1]. В 2019 г. мы предположили [2], что функциональные характеристики древесины (перенос питательных веществ, деформации и др.) в значительной мере определяются пьезоэлектрическими процессами в капиллярах, регулируемыми деформации и распространение электромеханических волн. Результаты экспериментов о формировании особой структуры из нескольких слоев молекул воды на ее границах с твердыми материалами дают дополнительные аргументы в пользу такой электромеханики [3]. Ориентационное упорядочение молекул воды целлюлозными нитями капилляров многократно усиливает пьезоэлектричество древесины [4].

Методы и материалы; результаты. По простым оценкам особая структура из молекул воды, ориентированных водородными связями с целлюлозными волокнами капиллярных стенок, не только усиливает пьезоэлектрические

коэффициенты между электрическими полями и деформациями, но и заметно повышает упругие модули этих композиций. Это заметно ускоряет сенсорные и управляющие сигналы растений, а также повышает эффективность переноса питательных веществ. За счет взаимосвязи этих явлений формируется не только эффект памяти формы, но и множество других свойств, присущих древесине как «умному» материалу: способность выдерживать сильные и многократные деформации, быстро восстанавливаться после серьезных повреждений перераспределением питательных веществ и т. д. С другой стороны, электро-механические свойства «умной» древесины, в значительной мере обеспечивающие уникальную жизнестойкость древесных насаждений, создают серьезную базу для разработок новых эффективных и экологичных материалов и технологий. Например, электролизом измельченных древесных отходов обеспечивается экологичная и экономичная делигнификация целлюлозы, потребность в которой быстро возрастает. И в этом же процессе со значительной экономией электроэнергии не только образуется водород, остро необходимый для альтернативной энергетики, но и создаются механически и химически прочные капсулы для экономичного и технологичного аккумулирования и хранения этого водорода [5].

Заключение. Образование на стенках растительных капилляров слоев из ориентированных молекул воды усиливает электро-механические связи деформаций с электрическими полями. Этим обеспечивается существенное влияние влажности на преобразования структуры и формы древесины.

Список источников

- [1] Ugolev B.N. Wood as a natural smart material. *Wood Sci Technol*, 2014, vol. 48, pp. 553–568.
- [2] Sanaev V.G., Gorgacheva G.A., Galkin V.P., Klassen N.V., Vinokurov S.A. Prospects for using unique physicochemical properties of plants and their ability for self-regeneration in space. *AIP Conf. Proc.*, 2019, vol. 2171, pp. 180002-1–180002-7.
- [3] Jimenes-Angeles F. et al. Nonreciprocal interactions induced by water in confinement. *Phys. Rev. Research*, 2020, vol. 2, art. no. 043244. 10.1103/PhysRevResearch.2.043244
- [4] Vinokurov S.A., Tsebruk I.S., Betenina T.D., Klassen N.V. Modulation of structure and optical properties micro-fibrils of plants by means of electrical, deformation and optical treatments. *Journal of Physics Conference Series*, 2020, vol. 1560, art. no. 012042.
- [5] Классен Н.В., Топоркова А.А., Горбачева Г.А., Санаев В.Г. Экологичное получение целлюлозы электролизом древесных отходов. *Русский инженер. II Всерос. конгресс: сб. тез.* Москва, Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2024, с. 270–271.

УДК 621.521

Влияние частоты вращения роторов НВВ и работы перепускных клапанов на температуру откачиваемого газа в выходном сечении насоса

Коваль Евгений Геннадьевич¹Ласкин Арсений Александрович^{1,2}

arseni0602@gmail.com

Бурмистров Алексей Васильевич¹¹ КНИТУ, Республика Татарстан, Казань, Россия² АО «Вакууммаш», Республика Татарстан, Казань, Россия

Аннотация. Проведены экспериментальные исследования влияния частоты вращения роторов НВВ на температуру откачиваемого газа на выходе из насоса. Разработан и изготовлен экспериментальный стенд. Перечислено оборудование и описана методика проведения эксперимента. В ходе эксперимента получено подтверждение существенного влияния работы перепускных клапанов на температуру газа и потребляемую насосом мощность.

Ключевые слова: винтовой вакуумный насос, перепускной клапан, винтовой ротор, пережатие газа.

Введение. Винтовые вакуумные насосы (НВВ) являются ключевым типом насосов во многих промышленных процессах, где требуется создание и поддержание низкого и среднего безмасляного «сухого» вакуума [1]. Их эффективность и надежность во многом определяются условиями эксплуатации, например: род откачиваемого газа, его температура, продолжительность работы на каком-то конкретном входном давлении, качество охлаждения насоса и т. д. Каждый из перечисленных параметров эксплуатации неизменно оказывает влияние на температуру откачиваемого газа на выходе из насоса. Кроме того, экспериментальные зависимости температуры откачиваемого газа от различных параметров необходимы для уточнения и повышения точности расчетов новых НВВ в математических моделях в качестве граничных условий.

Методы и материалы; результаты. Основной нагрев газа происходит из-за его сжатия при прохождении через проточную часть при работе НВВ. Следовательно, при откачке газа определенного рода и состава, при условии, что температура этого газа на входе в насос постоянна или ее колебания незначительны, наибольшее влияние на интенсивность нагрева газа оказывает частота вращения роторов, так как она определяет количество порций газа, проходящих через проточную часть насоса в единицу времени.

Конструкция НВВ, как правило, включает в себя один или несколько перепускных клапанов, которые в свою очередь, играют роль регуляторов, позволяя при работе на высоких входных давлениях перепускать газ из проточной части напрямую на выхлоп насоса, тем самым, не допуская или снижая паразитное пережатие газа и его перегрев [2].

Вакуумная схема экспериментального стенда представлена на рис. 1.

На рис. 2 представлена зависимость температуры газа на выходе из насоса от давления на входе в насос хорошо видно давление всасывания ($1 \cdot 10^4$ – $2 \cdot 10^4$ Па), при котором начинает открываться перепускной клапан. Через этот клапан газ из полостей сжатия, минуя последние «ступени» проточной части, поступает напрямую в выхлопной патрубок, тем самым снижается нагрузка на насос при высоких давлениях.

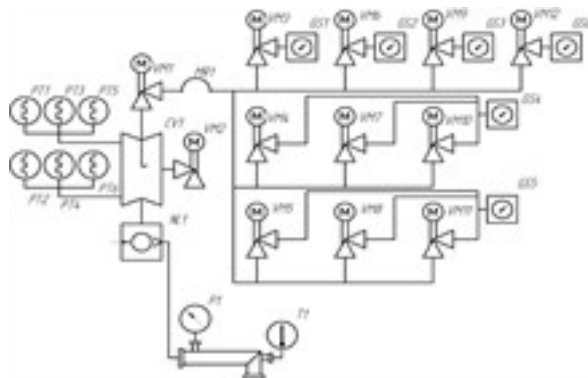


Рис. 1. Вакуумная схема стенда:

CV1 — измерительная камера по ГОСТ 32974.1–2016; NL1 — испытуемый насос HVB, VM1-VM12 — клапаны вакуумные с электромеханическим приводом, PT1..PT6 — вакуумметры мембранно-емкостные Inficon SKY CDG045D (ВПИ 1000 Torr, ВПИ 10 Torr, ВПИ 0,1 Torr), GS1-GS3, GS6 — расходомеры газа тепловые EL-FLOW, GS4 — счетчик газа ротационный RABO G40 — У (0,6...3,25 м³/ч), (3,25...65,0 м³/ч); GS5 — счетчик газа ротационный RABO G400 — У (6,5...32,5) м³/ч, (32,5...650) м³/ч; P1 — Манометр ТМ–510, T1 — термометр сопротивления ТС716А с измерителем температуры Термодат-19Е6-Е; MR1 — металлорукав

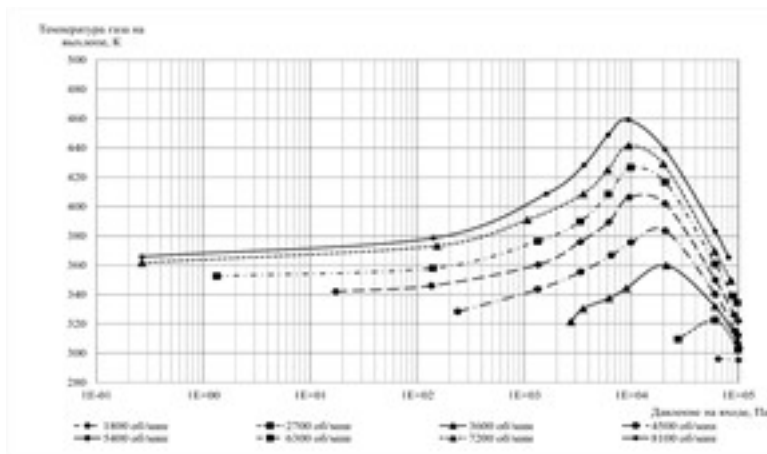


Рис. 2. Зависимость температуры газа на выхлопе из насоса от давления на входе в HVB

Заключение. Частота вращения винтовых роторов, а как следствие — количество перемещаемого насосом в единицу времени газа оказывает прямое влияние на температуру газа в выходном сечении насоса. С повышением входных давлений температура растет при любых частотах вращения роторов. Однако, при открытии перепускных клапанов, температура начинает снижаться, сходит на нет явление пережатия. Полученные данные целесообразно учитывать при разработке математических моделей работы НВВ.

Список источников

- [1] Hoffman D.M. *Handbook of vacuum science and technology*. San Diego, CA, Academic Press, 1998, 835 p.
- [2] Ласкин А.А., Капустин Е.Н., Райков А.А., Бурмистров А.В. Экспериментальное исследование откачных характеристик винтового вакуумного насоса. *Вакуумная техника и технологии-2024. 31-я Всерос. науч.-техн. конф. с междунар. уч.: материалы*. Санкт-Петербург, Изд-во СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2024, с. 118–122.

УДК 72.01

Бионический анализ геометрии фундаментальных форм живой природы

Козлов Дмитрий Юрьевич

kozlov.dmitri@gmail.com

НИИРАХ, Москва, Россия

Аннотация. Рассмотрены фундаментальные геометрические формы живой природы, наиболее явно наблюдаемые у микроорганизмов. Приведена гипотеза о модельной, экспериментальной функции микромира, в котором живая природа проводит испытания устройств, систем и конструктивных принципов, которые затем реализуются на ее более высоких структурных уровнях. Сравниваются фундаментальные формы, полученные из исследований микроорганизмов при помощи сканирующего электронного микроскопа и основные функционально-конструктивные формы живой природы, выявленные методом архитектурной бионики.

Ключевые слова: фундаментальные геометрические формы, геометрия живой природы, бионика, архитектурная бионика, моделирование, эволюция форм природы

Введение. В конце 1970-х годов специалистами из отдела почвенных микроорганизмов Института микробиологии АН СССР были проведены обширные исследования почв с целью выявления в них микроорганизмов еще не известных в то время науке. Полученные результаты оказались во многом неожиданными и выводящими на фундаментальные проблемы эволюции, развития и усложнения живой материи. В частности, у бактерий были обнаружены вакуоли, работающие наподобие балластных цистерн подводных лодок, коллективная охота на жертву, моделирование многоклеточности, способ передвижения подобный перемещению червя [1].

Методы и материалы; результаты. В результате исследования была выдвинута гипотеза, состоявшая в том, что микромир — это своего рода испытательный стенд, полигон, на котором природа проводит испытания разнообразных устройств, систем, конструктивных принципов, которые затем реализуются на уровне многоклеточных организмов. Формы микроорганизмов ограничены в своем разнообразии всего несколькими фигурами, к которым относятся спираль, шар, пяти- и шестиугольник, цилиндр-труба, «дерево», «звезда» и кольцо [2].

Такой набор форм-принципов, по мнению специалистов, обусловлен, прежде всего, их многофункциональностью и простотой. Благодаря этому эти несколько «археформ» и их всевозможные сочетания переходят из микромира в мир высших организмов, усложняясь, но сохраняя неизменными принципы своего строения. С другой стороны, те же самые формы существуют в живом микромире уже порядка трех с половиной миллиарда лет, эволюционируя, но, при этом, не меняя своей сущности. Именно временной ресурс

микроорганизмов — их длительное существование на Земле и при этом быстрая смена поколений и позволяет микроорганизмам стать живой лабораторией природы. Природа фактически применяет методы моделирования, используя упрощенные, сведенные к фундаментальным принципам формы и структуры. Этот же метод использует и бионика, но отталкиваясь, как правило, от высших организмов, упрощая их функционально-конструктивные свойства к видам, поддающимся математическому и алгоритмическому моделированию.

Обнаруженные в конце 1970-х годов фундаментальные геометрические формы живой природы при помощи сканирующего электронного микроскопа совпадают с базовыми формами и структурами, полученными из анализа живой природы в Лаборатории архитектурной бионики приблизительно в то же самое время. К ним относились пространственные и плоские спиральные структуры, яйцевидные оболочки, многогранные формы, включающие в себя пяти- и шестиугольники, цилиндр и конус как принципы роста, ветвящиеся структуры, звездообразные композиции [3]. Позднее, в середине 1980-х годов к ним был добавлен принцип узла, представляющий собой развитие кольца [4]. Выделенные методом архитектурной бионики принципы или закономерности формообразования в свою очередь сходны с семью фундаментальными формами, общими как для техники, так и для природы, которые еще в 1920 году перечислил предшественник современной бионики Р.Г. Франсе, выдвинувший идею «биотехники», согласно которой все существующие в природе и созданные человеком формы являются одной из семи фундаментальных форм, к которым он причислял: кристалл, шар, плоскость, стержень (круглого сечения), ленту, винт (спираль) и конус [5].

Заключение. Из гипотезы микромира как лаборатории природы следует, что на микроуровне могут также существовать конструкции и системы, которые еще не реализованы у высших организмов, но которые могут представлять интерес в качестве живых аналогов технических решений. Полный перечень фундаментальных форм природы и его научное обоснование может дать дополнительные возможности методам, применяемым сегодня в бионике.

Список источников

- [1] Полигон. Место для испытания живых конструкций. Новинки эволюции на испытаниях в микромире? (Рубрика «Научный курьер»). *Знание-сила*, 1979, № 5, с. 18–19.
- [2] Жемайтис С., Миронов В. Нужна ли жизни форма? *Знание-сила*, 1979, № 12, с. 23–26.
- [3] Лебедев Ю.С. *Архитектура и бионика*. Москва, Стройиздат, 1977, 222 с.
- [4] Козлов Д.Ю. Регулярные узлы и зацепления — структурный принцип кинематических архитектурных конструкций. *Архитектурная бионика*. Москва, ЦНИИЭПжилища, 1989, с. 72–82.
- [5] Francé R.H. *Plants as Inventors*. New York, Albert and Charles Boni, 1923.

УДК 53.082.63

Синхронный термический анализ термопластичных полимеров

Кондратович Даниил Александрович^(*)

kondratovich@bmstu.ru

Веснин Владимир Романович

vesninvr@bmstu.ru

Данилов Вадим Максимович

danilovad@bmstu.ru

МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, Россия

Аннотация. В работе представлены результаты дифференциальной сканирующей калориметрии и термогравиметрического анализа полиоксиметилен-сополимера, полиоксиметилен-гомополимера, фторопласта, полиамид, полиэтилена, полипропилена, полиэтилена низкого давления, поликарбоната и полиуретана. Представленные данные дают понимание о начале, конце и энергии фазовых переходов и/или химических реакций, происходящих с выбранным рядом термопластичных полимеров, что имеет значительную ценность при цифровом моделировании или подборе материала для различного ряда задач.

Ключевые слова: теплофизические свойства, термопластичные полимеры, дифференциальная сканирующая калориметрия, термогравиметрический анализ, деполимеризация

Введение. В современной инженерии термопластичные полимеры находят разнообразные применения, включая трубы для транспортировки газов и основы для различных композитных материалов [1], а для ряда задач необходимо корректно описывать полимеры математическими моделями. Тем не менее, поведение полимеров при нагревании остается не до конца изученным, поскольку на параметры фазовых переходов влияет множество факторов — от окружающей атмосферы и скорости нагрева до степени кристалличности материала, что важно как при подборе материалов, так и для цифрового моделирования [2]. Это обстоятельство создает сложности при выборе полимеров для задач, связанных с воздействием температурных нагрузок.

Материалы и методы; результаты. В данной работе с использованием дифференциальной сканирующей калориметрии (ДСК) и термогравиметрического анализа (ТГА) были исследованы процессы плавления, кристаллизации и деполимеризации таких материалов, как полиоксиметилен-сополимер (ПОМ-С), полиоксиметилен-гомополимер (ПОМ-Н), фторопласт, полиамид ПА-6, полиэтилен (ПЭ), полипропилен (ПП), полиэтилен низкого давления (ПЭНД), поликарбонат (ПК) и полиуретан (ПУ). Для измерения плавления и кристаллизации были выбраны тигли из алюминия, для всех материалов кроме фторопласта, для измерения которого, как и для проведения деполимеризации, использовались корундовые тигли. Средой для проведения был выбран аргон с продувкой 50 см³/мин для плавления и кристаллизации и 100 см³/мин для деполимеризации [3]. Для определения влияния степени кристалличности и ско-

рости нагрева процессы плавления и кристаллизации изучались в процессах с двумя стадиями нагрева и охлаждения. Кривые плавления и кристаллизации не были получены для ПК и ПУ, так как они аморфны, и не имеют плавления, а просто размягчаются при нагреве.

Анализ полученных данных позволил определить температуры фазовых переходов и температур разрушения термопластичных полимеров, а также энтальпию фазового перехода и скорость термического разложения материалов. Результаты показали, что при изменении скорости нагрева температура пика фазового перехода варьируется всего на 1–2 °С, однако при этом значительно изменяется форма кривой, а также температуры начала и окончания фазового перехода. Максимальное смещение температуры начала перехода было зафиксировано для ПА-6 и составило 8,5 % (около 10 °С) при повышении скорости нагрева с 5 °С до 10 °С. Энтальпия фазового перехода у большинства полимеров остается практически стабильной, но для некоторых материалов, например ПОМ-Н, при увеличении скорости нагрева наблюдалось значительное изменение — до 28 % (40 Дж/кг).

Заключение. Проведенное исследование дает представление о характере фазовых переходов в термопластичных полимерах, а также о влиянии на них скорости нагрева. Также были получены данные о изменении массы и ее производной. Полученные данные позволяют корректнее моделировать процессы термической нагрузки, а также деполимеризации термопластичных полимеров.

Список источников

- [1] Khah H.M., Soleimani O. Properties and applications of polymers: A mini review. *J. Chem. Rev.*, 2023, vol. 5, no. 2, pp. 204–220. <https://doi.org/10.22034/JCR.2023.383915.1213>
- [2] Best A.K. et al. Modeling the depolymerization of plastics. *Nature Chemical Engineering*, 2025, vol. 2, no. 1, pp. 8–10. <https://doi.org/10.1038/s44286-024-00168-5>
- [3] Głowacz-Czerwonka D. et al. Thermal and Flammability Analysis of Polyurethane Foams with Solid and Liquid Flame Retardants: Comparative Study. *Polymers*, 2025, vol. 17, no. 14, art. no. 1977. <https://doi.org/10.3390/polym17141977>

УДК 378

Основные пути повышения устойчивости функционирования образовательных организаций в условиях чрезвычайных ситуаций и военного времени

Копытов Дмитрий Олегович

dokopytov@bmstu.ru

SPIN-код: 6098-1149

МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, Россия

***Аннотация.** Рассмотрена роль образовательных организаций в обеспечении выживания населения в условиях военного времени и чрезвычайных ситуаций. Представлены ключевые направления их функционирования: сохранение человеческого капитала, обеспечение психологической устойчивости общества, развитие инфраструктуры защиты. Показаны основные пути повышения устойчивости функционирования образовательных организаций, включающие организационные, инженерно-технические и информационные мероприятия. Сделан вывод о необходимости комплексного подхода и проактивного планирования для трансформации образовательных организаций в устойчивые центры безопасности.*

***Ключевые слова:** устойчивость функционирования, образовательные организации, чрезвычайные ситуации, гражданская оборона, человеческий капитал, инфраструктура защиты*

Введение. В современных условиях роста многообразных угроз — военных, техногенных, природных — повышение устойчивости функционирования (ПУФ) образовательных организаций (ОО) становится критически важной задачей обеспечения национальной безопасности Российской Федерации. ОО являются не только центрами получения знаний, но и стратегическими объектами, способными обеспечить защиту населения, сохранение научно-технического потенциала и непрерывность ключевых социальных процессов в кризисных условиях [1, 2]. Актуальность работы обусловлена необходимостью систематизации мер ПУФ ОО и их адаптации к современным вызовам.

Методы и материалы; результаты. Основная значимость ОО в кризисных условиях определяется их многозадачностью, важнейшими из них являются: во-первых, они обеспечивают сохранение и наращивание человеческого капитала за счет подготовки специалистов и обеспечении преемственности передачи знаний; во-вторых, продолжение образовательного процесса поддерживает психологическую стабильность общества, а инфраструктура ОО используется как укрытия, пункты сбора помощи и эвакуационные узлы; в-третьих, научные подразделения ОО вносят вклад в обеспечение безопасности государства и др.

ПУФ ОО требует комплексного подхода. Важнейшими путями повышения устойчивости образовательных организаций являются следующие [3]. Организационные мероприятия, включающие разработку и регулярную акту-

ализация планов гражданской обороны, обучение руководителей и работников действиям в кризисных ситуациях, проведение учений и тренировок, создание нештатных формирований и др. Инженерно-технические мероприятия, направленные на укрепление зданий, модернизацию систем оповещения и мониторинга, защиту критической информационной инфраструктуры. Материально-техническое обеспечение включает создание резервных источников энергии, запасов воды, продуктов, медикаментов и средств индивидуальной защиты. Важнейшим элементом является координация с органами МЧС России, местной властью и населением, а также внедрение цифровых платформ для оповещения и дистанционного обучения. Информационные мероприятия, включающие проведение инструктажей, использование цифровых платформ для оперативного оповещения, обмена информацией, удаленного обучения. Инновационные мероприятия ПУФ ОО на основе непрерывного мониторинга природных, техногенных, военных угроз для ОО: разработка и использование BIM-моделей зданий и сооружений ОО, разработка и использование VR-тренажеров для отработки действий участниками образовательного процесса в кризисных ситуациях, использование БПЛА для разведки очагов опасностей, ликвидации последствий ЧС, доставки грузов в очаг опасности или из него, создание и внедрение сети акустического мониторинга звуковых сигналов на основе машинного слуха для исключения человеческого фактора при мониторинге, прогнозировании и устранении природных, техногенных и военных рисков для ОО.

Заключение. Реализация предложенного комплекса мер ПУФ ОО позволит трансформировать их в «устойчивые центры безопасности», способные эффективно функционировать в условиях кризисов. Ключевыми принципами являются проактивность, регулярность проводимых мероприятий и максимальное вовлечение всех участников образовательного процесса. Дальнейшие исследования могут быть направлены на разработку региональных и объектовых моделей ПУФ ОО с учетом специфики угроз и ресурсов.

Список источников

- [1] *Об образовании в Российской Федерации*. Федеральный закон от 29.12.2012 № 273-ФЗ. URL: <http://static.kremlin.ru/media/acts/files/0001201212300007.pdf> (дата обращения 24.04.2025).
- [2] Арефьева Е.В., Крапухин В.В., Олтян И.Ю. и др. *Среднесрочный добровольный национальный обзор реализации Сендайской рамочной программы по снижению риска бедствий на 2015–2030 годы*. Москва, ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), 2023, 164 с.
- [3] Рекомендации по повышению устойчивости функционирования организаций в чрезвычайных ситуациях. *МЧС России*. URL: <https://www.mchs.gov.ru/documents/active> (дата обращения 24.04.2025).

УДК 628.3

Новые инженерные решения по очистке сточных вод, разработанные на кафедре «Экология и промышленная безопасность» МГТУ им. Н.Э. Баумана

Ксенофонов Борис Семенович^(*)

ksenofontov@bmstu.ru

SPIN-код: 1733-9911

Козодаев Алексей Станиславович

kozodaev@bmstu.ru

SPIN-код: 7802-8001

Таранов Роман Александрович

taranov@bmstu.ru

SPIN-код: 8758-2382

Виноградов Максим Сергеевич

vinogradov@bmstu.ru

SPIN-код: 4390-4854

МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, Россия

Аннотация. Рассмотрены исторические аспекта развития водного направления на кафедре «Экология и промышленная безопасность» МГТУ им. Н.Э. Баумана. Отмечено, что по мере развития новых инженерных решений по очистке сточных вод были достигнуты существенные результаты повышения качества очистки сточных вод. Установлено, что для глубокой очистки сточных вод необходимо использование комплексных технологий водоотведения и очистки сточных вод.

Ключевые слова: сточные воды, очистка сточных вод, кафедра «Экология и промышленная безопасность» МГТУ им. Н.Э. Баумана, внедрение новых инженерных решений

Введение. На кафедре «Экология и промышленная безопасность» более 25 лет развивается направление физико-химической очистки сточных вод и почвогрунтов, преимущественно с использованием комбинированной техники. На начальной стадии преимущественно использовались комбинированный флотомашин, сочетающие несколько различных узлов, как правило, аэрацию очищаемой среды и зону флотации флотокомплексов с переходом их в пенный слой. Предварительное кондиционирование очищаемой воды или суспензии почвогрунтов осуществлялось вне флотационной машины, хотя эта операция имеет существенное значение в технологии флотационной очистки. Объединение в одном корпусе аппарата как кондиционирования, так и зон аэрации и флотации имеет важное значение. В этом случае имеем примерно 5–6 зон с различным гидродинамическим режимом. В первых зонах, в которых проходит кондиционирование очищаемой сточной воды или суспензии почвогрунтов, необходимо создание турбулентной обстановки [1, 2].

Методы и материалы; результаты. Значение скорости движения очищаемой сточной воды или суспензии почвогрунтов в этих зонах может в несколько раз превышать рекомендуемые значения скорости жидкости в зоне флотации. Для расчета оптимального гидродинамического режима в этой, как

и в других зонах, целесообразно использовать программный продукт «Ансис». При этом наряду с распределением скорости необходимо получить и данные по распределению градиента скорости во всех технологических зонах. Это позволяет более точно выполнить расчетные рекомендации для получения наилучших технологических результатов.

Таким образом, использование комбинированной флотационной техники, изготовленной с учетом модели многостадийной флотации, позволяет повысить степень извлечения взвешенных частиц до 96 %, а также уменьшить энергозатраты в 1,8–2,0 раза, а материальные затраты в 1,2–1,3 раза.

Заключение. Достигнутые в процессе испытаний и внедрения новые инженерные решения позволили создать оригинальные установки для очистки воды, в частности, включающее узел реагентной обработки — флотирование — фильтрацию с использованием песчаной (или АС-сорбент) и адсорбционной (активированный уголь) загрузки.

Получение указанных выше нормативных показателей удастся достигать при выполнении необходимых требований к реагентам в виде коагулянтов и флокулянтов, а также выполнение технологических условий проведения флотационного процесса, механической фильтрации и адсорбционной доочистки сточных вод. Опыт реализации указанных инженерных решений показал, что при выполнении определенных требований, достигается выполнение нормативных требований по всем необходимым показателям, указанных в Постановления Правительства РФ № 644 и № 728.

Список источников

- [1] Ксенофонтов Б.С. *Флотокомбайны для очистки сточных вод типа КБС общего и специального назначения и режимы их работы*. Москва, Инфра-М, 2025, 308 с.
<https://doi.org/10.12737/2170637>
- [2] Ксенофонтов Б.С., Козодаев А.С., Таранов Р.А. и др. Разработка инженерных решений по модернизации очистных сооружений машиностроительного предприятия. *Экология и промышленность России*, 2025, т. 29, № 4, с. 4–8.
<https://doi.org/10.18412/1816-0395-2025-4-4-8>

УДК 536.24.083

Определение статистически достоверного отрывного диаметра пузыря методом теневой анемометрии

Кукшинов Николай Владимирович

kukshinov@bmstu.ru

Евстигнеева Варвара Евгеньевна^(*)

yevstigneeva@bmstu.ru

МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, Российская Федерация

Аннотация. Отрывной диаметр пузыря является одной из важнейших характеристик пузырькового кипения. В работе предложен способ определения отрывного диаметра пузыря для поверхности с множеством центров парообразования. Способ основан на методе теневой анемометрии и последующим определением среднего отрывного диаметра из статистического распределения.

Ключевые слова: отрывной диаметр, высокоскоростная съемка, статистические распределения

Введение. Пузырьковый режим кипения характеризуется высокими значениями коэффициента теплоотдачи, поэтому используется во многих технических системах, в которых необходимо отводить большие тепловые потоки от элементов систем. На поверхности при пузырьковом кипении функционируют множество центров парообразования, которые могут генерировать существенно отличающиеся по размеру пузыри с различной частотой отрыва. Это приводит к необходимости использовать статистические методы для обработки результатов экспериментальных исследований [1, 2]. Статистические методы применимы при наличии большого количества данных, в части кипения это подразумевает массив кадров высокоскоростной съемки, для которых определяется размер каждого пузыря после процедуры фильтрации. Реализация такого подхода стала возможна только в последнее время с развитием компьютерных технологий, так как требуются ресурсы для хранения и обработки больших массивов данных.

Методы и материалы; результаты. Экспериментальная установка представлена на рис. 1. В герметичном сосуде, заполненном теплоносителем, установлен экспериментальный образец. С помощью лабораторного автоматического трансформатора (ЛАТР) на образец подается электрический ток, благодаря которому могут быть обеспечены различные плотности тепловых потоков. Дополнительный нагреватель, отделенный от рабочей полости защитным экраном, служит для поддержания температуры насыщения на протяжении всего эксперимента. Контроль температуры теплоносителя и поверхности образца производится с помощью термомпар.

Теневой метод PSV (particle shadow velocimetry) [3] реализован с помощью высокоскоростной камеры со скоростью съемки до 8000 к/с и LED-осветителя, работающим в постоянном режиме. Камера находится на одном

уровне с экспериментальным образцом, а за установкой располагается экран, от которого отражается свет от LED-осветителя. Перед экспериментом проводится масштабирование изображений, необходимое для соотнесения размеров пузырей с пикселями на изображении. В результате рассчитываются масштабирующие коэффициенты для каждой оптической схемы экспериментов, выраженные отношением мкм/пиксель. После выполнения экспериментального этапа, полученные изображения обрабатываются с помощью программы с целью определения статистически достоверного отрывного диаметра, понимаемого как наиболее вероятный по выборке. В самой программе произведена бинаризация изображений и использован пороговый алгоритм. Пример получаемого кадра высокоскоростной съемки представлен на рис. 2. Результатом проведенного исследования с помощью теневого метода является нормализованное статистическое распределение, пример представлен на рис. 3.

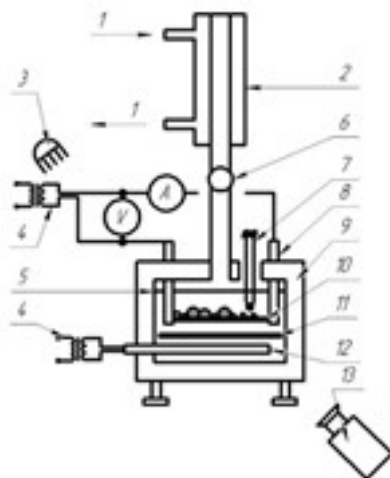


Рис. 1. Схема экспериментальной установки:

1 — охлаждающая вода, 2 — конденсатор, 3 — источник света для видеосъемки, 4 — лампа, 5 — уровень жидкости, 6 — манометр, 7 — термометр, 8 — токопровод, 9 — герметичная емкость, 10 — экспериментальный образец, 11 — экран, 12 — тэн, 13 — высокоскоростная видеокамера



Рис. 2. Кадр высокоскоростной съемки

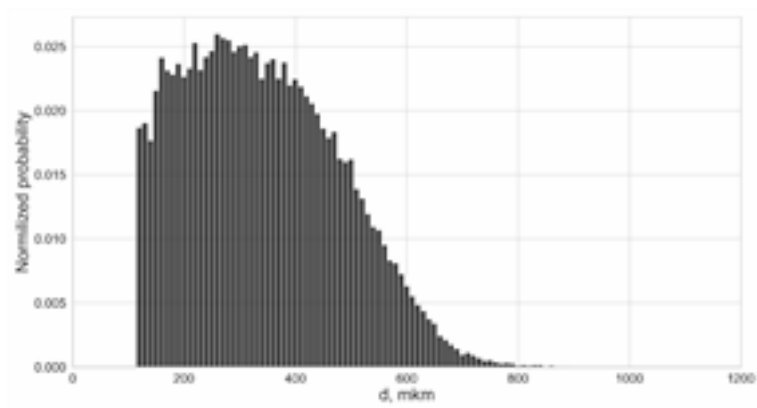


Рис. 3. Нормализованное распределение отрывных диаметров

Заключение. Разработан способ определения статистически достоверного отрывного диаметра пузыря с применением высокоскоростной съемки тeneвым методом. Способ позволяет по большому массиву данных получать характерный для исследуемой поверхности с множеством центров парообразования отрывной диаметр пузыря.

Список источников

- [1] Кутателадзе С.С., Гогонин И.И. Скорость роста и отрывной диаметр парового пузыря при кипении насыщенной жидкости в условиях свободной конвекции. *ТВТ*, 1979, т. 17, № 4, с. 792–797.
- [2] Кукшинов Н.В., Дмитриева А.А., Метелешко Л.И., Морской Д.Н. Экспериментальное исследование образования поверхности раздела фаз при кипении воды на цилиндрических поверхностях различного диаметра. *Теплофизика и аэромеханика*, 2025, т. 32, № 1, с. 169–174.
- [3] Zheng Z. et al. Measurement and analysis of impact dynamic parameters of micron-sized single particles using particle shadow velocimetry. *Journal of Aerosol Science*, 2024, vol. 178. <https://doi.org/10.1016/j.jaerosci.2024.106355>

УДК 621.382

Использование алмаза для изготовления компонентов электронной техники

Купо Александр Николаевич

kupo@gsu.by

Лукашевич Светлана Анатольевна

lukashevich@gsu.by

УО «ГГУ им. Ф. Скорины», Гомель, Беларусь

Аннотация. В настоящее время алмаз рассматривается как один из ключевых ресурсов для развития микроэлектроники. Совершенствование методов обработки, включая применение лазерного излучения, обеспечивающего высочайшую точность воспроизведения форм и шероховатость на атомарном уровне, открывает широкие возможности для использования этого уникального материала в микроэлектронике, оптике, ядерной энергетике и космическом приборостроении.

Ключевые слова: алмаз, микроэлектроника, алмазная керамика, характеристики алмаза

Введение. Алмаз признается наиболее перспективным материалом для электронных приборов по совокупности важнейших параметров [1]. Ряд ключевых особенностей этого материала предопределен спецификой его кристаллической решетки с ковалентными связями. Удельное сопротивление нелегированного алмаза составляет 1013–1014 Ом·см при ширине запрещенной зоны 5,45 эВ, а напряженность электрического поля пробоя достигает 107 В/см. Химическая устойчивость алмаза чрезвычайно высока: окисление в присутствии кислорода происходит при температурах выше 900 К, а поверхностная графитизация в условиях высокого вакуума наблюдается при температуре около 1900 К. Рекордная теплопроводность алмаза среди всех известных материалов составляет 20–24 Вт/(см·К) при 300 К. Данное свойство объясняется рекордно высокой температурой Дебая (1860 К), благодаря чему комнатная температура является для материала относительно низкой. Это делает алмаз оптимальной диэлектрической подложкой с высокими теплоотводящими свойствами. Кроме того, теплопроводность очищенного от изотопов алмаза может достигать 33 Вт/(см·К) [2].

Методы и материалы; результаты. Алмаз, являясь радиационно-стойким материалом, прозрачен в широком спектральном диапазоне (от ультрафиолетового до радиоволнового), обладает высокой твердостью (81–100 ГПа), рекордно высокой скоростью распространения звука (18 км/с) и низкой диэлектрической проницаемостью ($\epsilon = 5,7$). Благодаря столь уникальному комплексу характеристик алмаз находит применение в качестве теплоотводящих пластин в СВЧ-транзисторах, мощных мультичиповых модулях и линейках полупроводниковых лазеров. Также материал перспективен для изготовления окон мощных гиротронов, клистронов и CO₂-лазеров, аку-

стоэлектронных устройств (таких как фильтры на поверхностных акустических волнах гигагерцевого диапазона) и детекторов ионизирующего излучения [1]. Технологии химического нанесения покрытия (CVD — Chemical Vapor Deposition) расширили возможности создания на основе алмазных пленок СВЧ-приборов, теплопроводящих подложек для электроники, компонентов ламп бегущей волны, акустоэлектронных устройств, лазерных диодов, прототипов квантовых компьютеров, астрономического оборудования, призм, линз, терагерцевых излучателей и радаров, проводящих наноалмазов для терапевтических целей, нанокристаллических алмазных покрытий с управляемой проводимостью и радиационно-стойких детекторов [2]. Использование алмазных структур в качестве теплоотводов позволяет существенно улучшить тепловые характеристики таких приборов, как СВЧ-транзисторы, полупроводниковые лазеры и диоды Ганна [3]. В настоящее время на алмазной основе могут быть созданы все основные типы радиоэлектронных устройств. По сравнению с аналогами, выполненными на основе других полупроводников, такие устройства способны работать при температурах до 800–1000 К в химически агрессивных средах, обладая на несколько порядков большей рассеиваемой мощностью и радиационной стойкостью.

Заключение. Дальнейшее развитие применения алмаза в электронике в значительной степени зависит от решения задачи получения высококачественных легированных монокристаллов и эпитаксиальных пленок алмаза, а также от исследования процессов взаимодействия лазерного излучения с материалами твердотельной электроники. Перспективным методом для поверхностного формообразования алмаза представляется лазерная термохимическая обработка, в основе которой лежит процесс каталитического взаимодействия углерода (составляющего основу алмаза) с водородом или его смесями с водяным паром и углекислым газом [3].

Список источников

- [1] Лучинин В. и др. Алмаз электронного качества. Инновации. Инвестиции. Креативные проекты. *Технологическое оборудование и материалы. Электроника: Наука. Технология. Бизнес*, 2023, № 4, с. 70–89.
- [2] Емельянов В.А., Шершнева Е.Б., Соколов С.И., Купо А.Н. Изучение влияния примесей на процессы формообразования синтетического алмаза в зоне термического влияния лазерного излучения. *Известия Гомельского государственного университета имени Ф. Скорины*, 2022, № 3 (132), с. 117–120.
- [3] Kupo A.N., Emelyanov V.A., Shershnev E.B. Features of diamond crystal processing by pulsed laser radiation in microelectronics technologies. *International journal for science, technics and innovations for the industry «Machines. Technologies. Materials»*, 2025, issue 3, pp. 87–91.

УДК 62;658.5;004.9

Проектирование вариантных технологических процессов в САПР «СПРУТ-ТП»

Лагута Виктор Степанович^{1(*)}laguta@bmstu.ru
SPIN-код: 7064-2640Гришин Николай Сергеевич²

ngrishin@csprut.ru

¹ МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, Россия² ООО «Центр СПРУТ-Т», Москва, Россия

Аннотация. В работе показана возможность использования вариантных технологических электронных структур изделия для оптимизации проектируемых производственных систем и повышения эффективности их эксплуатации. Для организации взаимодействия конструктора и технолога на этапах жизненного цикла используются системы автоматизированного проектирования (САПР) на единой информационной платформе. Представлена последовательность применения САПР «СПРУТ-ТП» для разработки вариантных технологических процессов изготовления деталей и сборочных операций.

Ключевые слова: технологическая электронная структура изделия, вариантные технологические процессы, интеграция, система проектирования

Введение. Технологическая система автоматизированного проектирования (САПР) должна обеспечивать в том числе и конструктору возможность проанализировать различные варианты изготовления планируемого изделия для каждой из возможных конструктивных электронных структур изделия (ЭСИ) [1].

Методы и материалы; результаты. Основное требование к инструментальным системам, применяемым на этапах жизненного цикла изделий — возможность свободного «обмена» информацией (данными). Программный комплекс «СПРУТ-ТП» позволяет разрабатывать технологические процессы для каждого варианта конструктивных ЭСИ выполненных в различных САПР. Полученные в САПР «СПРУТ-ТП» данные «выгружаются» в применяемую PDM-систему (Product Data Management) и могут быть использованы конструктором для дополнительного анализа разрабатываемой детали и/или детали-сборочных единиц (ДСЕ). Множество конструктивных вариантов определяет пространство для принятия решений на этапе технологической подготовки производства (ТПП) и оптимизации процесса функционирования загружаемого производства (см. рисунок).

Общим итогом изложенных возможностей является повышение качества проектирования производственных систем (ПС) поскольку учитывает вариантность технологических ЭСИ как на начальных этапах — при разработке концепции и формирования аванпроекта ПС [2], так и на этапе эксплуатации — за счет изменения структуры производственного процесса.



Концепция формирования производственной системы с учетом различных вариантов технологических ЭСИ

Заключение. Современные САПР-ТП позволяют дать рекомендации конструктору по возможным вариантам изготовления разрабатываемых деталей и ДСЕ. Компьютерные технологии делают процесс разработки взаимосвязанным и взаимодополняемым, повышая тем самым общую эффективность создания новых или автоматизированных систем ТПП действующих производств [2, 3].

Список источников

- [1] ГОСТ 2.053–2023. *Единая система конструкторской документации. Электронная структура изделия. Общие положения*. Москва, Стандартинформ, 2013, 10 с.
- [2] Буханов С.А., Лагута, В.С., Овсянников М.В. Проектирование конфигурации производственной системы на этапах жизненного цикла. *Высокие технологии в машиностроении. XXII Всерос. науч.-техн. конф. с междунар. уч.: материалы*. Самара, Самар. гос. техн. ун-т, 2025, с. 14–19.
- [3] Кокорев А.А., Кузьмин Б.В., Стисес А.Г. Методы интеграции конструкторского и технологического проектирования. *Известия высших учебных заведений. Машиностроение*, 2012, спец. вып. Эффективные методы автоматизации, с. 15–23.

УДК 165.12

«Усовершенствование» человека: можно ли превзойти ограничения биологического?

Лешкевич Татьяна Геннадьевна

Leshkevicht@mail.ru

SPIN-код: 5125–8248

ЮФУ, Ростов-на-Дону, Россия

Аннотация. Обсуждается проблема технологического преодоления природных ограничений биологического. Разграничиваются «сильные», долгосрочные формы усовершенствования и краткосрочные формы. Обоснована идея, состоящая в том, что технологический артефакт должен быть адаптивен органике. Рассмотрены эффекты информационно-технологического замещения, среди которых метарепрезентативность телесности и проекты киборгизации, направленные на превосходство биологических ограничений. Сделаны выводы, показывающие, что усовершенствование на пути техносимбиоза, свидетельствующее о новом выборе современника, имеет амбивалентные эффекты. При определении границ между естественным и искусственным важно учитывать органопроекцию и эргономичные взаимодействия человека с технологиями.

Ключевые слова: «саморасширение» человека, метателесность, киборг, техносимбиоз, искусственные интеллектуальные системы

Введение. В современном мире поиск возможностей усовершенствования человека ведется не только на пути заимствования мудрых природных решений. Новые возможности, увеличивающие объемы памяти и скорость обработки информации, свидетельствуют о «саморасширении» человека, позволяющем не только наделить его энциклопедическими знаниями, но и превзойти ограниченные возможности биологического, связывают с использованием ИИ. Термин *enhancement*, переводящийся как улучшение, позволяет вести речь не о саморасширении вследствие обогащения человека возросшим уровнем рефлексивного осмысления, а о существенных трансформациях человека на основе «сращенности» с искусственными технологиями. Принципиально одобряя техносимбиоз, Э. Кларк уверен в эффективном включении новых технологий в процесс взаимодействия человека с миром.

Материалы и методы; результаты. Рецепт многомерной личности — в интегрировании с технологиями, а проблема самопознания отливается в формулу, чтобы «познать себя, знай свои технологии» [1]. Биогибридные инновации становятся приоритетами современного этапа развития. Поэтому вопрос: где кончаются технологии и начинается человек, весьма актуален [2]. При этом следует разграничивать «сильные» формы усовершенствования и формы «временные», обеспечивающие краткосрочные изменения [3]. Сильные формы свидетельствуют о развитии сложных социо-природных гибридов, объединяющих человеческое и нечеловеческое [4]. Слабые формы,

высвечивают иной эффект: триумф технологий, направленных на вторжение в мир живого, «сращенность» с технологиями, амбивалентен и может сопровождаться негативными побочными эффектами. Различные киборгизированные формы, которые превосходят биологические ограничения, порождают метателесность конфликтующую с опытом чувственного восприятия.

Методология исследования опирается на теоретический и компаративистский анализ, принцип герменевтической интерпретации. Наш подход связан с потребностью обоснования необходимости человекоориентированных технологий.

Заключение. Важное для бионики соотношение «здесь-внутри» и «там-вовне» показывает, что в области «здесь-внутри» мы выступаем как субъекты со всеми витальными и психофизиологическими особенностями, а «там-вовне» мы предстаем «как сети значимых и материальных отношений [5]. Связка между «здесь-внутри» и «там-вовне» высвечивает канал, указывающий на отношения «вход-выход» с требованием, состоящем в том, чтобы технологический артефакт был адаптивен к органике. Расширение человеческих функциональных возможностей, киборгизация [4] и супертехнологическое увеличение ресурсов организма, что часто оценивается как своеобразный выход за пределы «нормального», вызывает вопрос: предпочтут ли люди естественным органам артефакты и возрастающую зависимость от машин?

Список источников

- [1] Clark A. *Natural-Born Cyborgs: Minds, Technologies, and the Future of Human Intelligence*. Oxford, England, Oxford University Press, 2004, 229 p.
- [2] Лешкевич Т.Г. *Где кончаются технологии и начинается человек: социогуманитарное осмысление искусственного интеллекта*. Москва, Инфра-М, 2025, 221 с.
- [3] Гребенщикова Е.Г. Проекты улучшения человека и тезис технологической неизбежности. *Человек*, 2016, № 5, с. 30–39.
- [4] Лешкевич Т.Г. Субъектоподобные качества ИИ: «стыковка» humans и non-humans. *Вопросы философии*, 2025, № 4, с. 39–47.
- [5] Ло Дж. *После метода. Беспорядок и социальная науки*. Москва, Изд-во Институт Гайдара, 2015, 352 с.

УДК 536.2.01

Теплофизические свойства наноструктур: актуальные проблемы и современные методы моделирования на основе машинного обучения

Лю Шисян^(*)

lyu@bmstu.ru

Инь Фэй

yinfei0426@outlook.com

Баринов Александр Алексеевич

barinov@bmstu.ru

Хвесюк Владимир Иванович

khvesyuk@bmstu.ru

МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, Россия

Аннотация. В обзорном докладе представлены результаты решения ряда актуальных задач в области исследования теплофизических свойств твердотельных наноструктур. Обнаружен ряд закономерностей, связанных с проявлением квантовых, размерных и поверхностных эффектов (ограничений) на наномасштабах. В частности, ряд эффектов удалось обнаружить благодаря применению средств перспективного метода моделирования — машинного обучения, включая использование нейро-эволюционных потенциалов.

Ключевые слова: теплопроводность, фонон, анизотропия, шероховатость, машинно-обученные потенциалы

Введение. В данной работе рассматриваются наноструктуры, представляющие собой твердотельные структуры, хотя бы один из размеров которых меньше или равен длине пробега переносчиков энергии в макроскопическом образце (прежде всего речь о фононах). В последние годы в области расчета теплофизических свойств наноструктур наблюдается новая волна развития, связанная с улучшением техник численного моделирования и натурного эксперимента. Это позволяет выявлять новые закономерности и углубляться в механизм появления квантовых, размерных и поверхностных эффектов при исследовании теплопроводности и теплоемкости наноструктур. Далее приводится обзор решения ряда актуальных задач, проведенных научным коллективом за последние годы.

Методы и материалы; результаты.

1. Проблема учета реальной морфологии наноструктур при взаимодействии фононов с поверхностью образца, что является отличительной чертой наноструктур, которая не встречается в макроскопических образцах.

Так в работе [1] проведен расчет теплопроводности нитей из кремния диаметром от 1 нм до 1 мкм в диапазоне температур от 100 К до 350 К с использованием собственного расчетного кода, основанного на классических моделях: модели Фукса — Зондхаймера для учета размерного эффекта, нелинейной модели дисперсии для учета квантового эффекта и модели Займана — Соффера для учета влияния средней квадратичной шероховатости нитей.

Анализ результатов расчета показал существенную чувствительность теплопроводности как к диаметру образца, так и к морфологии поверхности. Так как в экспериментальных работах по определению теплопроводности нанонитей практически не приводятся данные по шероховатости поверхности исследуемых образцов, то в расчетах удастся достигнуть хорошего соответствия с экспериментом путем использования шероховатости в качестве варьируемого параметра. Сам факт такой возможности подчеркивает необходимость анализа морфологии поверхности образца при экспериментальном определении теплопроводности, так как без этого не представляется возможным дальнейшее совершенствование и создание надежных методов расчета теплофизических свойств нанонитей, так и в целом наноструктур.

В работе [2] развиты новые теоретические основы расчета процессов рассеяния фононов на шероховатых поверхностях наноструктур, основанные на статистической теории случайных шероховатых поверхностей и анализе углов отражения от таких поверхностей. В [4] предложена модель для описания рассеяния на шероховатых границах с одновременным учетом «высоты» и «периода» шероховатости, основанная на модификации классического подхода Займана — Соффера.

Рассмотрена задача о переносе тепла в графеновых лентах с наличием периодических прямоугольных столбчатых выступов на поверхности [3]. Сравнение результатов расчета, полученных в рамках модели Больцмана и методом молекулярной динамики, позволило количественно оценить относительный вклад волновой и корпускулярной природы фононов в процесс теплопереноса.

2. Наряду с размерным эффектом, важным направлением является исследование квантовых ограничений, проявляющихся в дискретности энергетического спектра и существовании поверхностных мод. В частности, были выявлены аномальные особенности поведения теплоемкости наноструктур (ноноплёнок, нанонитей и квантовых точек кремния размером от 1 до 5,43 нм) при температурах ниже 40 К [5, 6]. Во-первых, в диапазоне размеров от 1 до 5,5 нм показана зависимость теплоемкости этих объектов от размеров. Во-вторых, впервые установлено, что зависимости теплоемкости имеют вид $C_V \sim T^{n(L,T)}$, то есть показатели степени зависят от температуры и размера структуры L при температурах ниже 130 К (температурная граница связана с возникновением квантово-размерного эффекта). Проведенные вычисления стали возможны благодаря использованию машинно-обученных потенциалов, обеспечивающих как эффективность, так и надежность моделирования.

Здесь отдельно хотелось бы подчеркнуть, что в последние годы нейроэволюционный потенциал (НЭП) [7], относящийся к классу машинно-обученных потенциалов, зарекомендовал себя, как один из наиболее перспективных инструментов для моделирования теплофизических свойств наноструктур. Его ключевое преимущество заключается в сочетании высокой точности *ab initio* — методов и вычислительной эффективности классических межатомных потенциалов. НЭП обучен на данных квантово-механических

расчетов (таких как, функции плотности состояний) и поэтому способен воспроизводить энергии и силы атомных конфигураций, что позволяет существенно расширить пространственно-временные масштабы моделирования.

3. Анализ фонон-фононных взаимодействий и учет влияния анизотропии.

В работах [8, 9] проведен расчет теплопроводности графена с учетом двух важных особенностей. Во-первых, это учет пространственной анизотропии свойств [8] графена, в том числе зависимости скорости фононов от направления распространения. Во-вторых, применение самосогласованной итеративной схемы решения методом Монте-Карло, учитывающей взаимосвязь нормальных процессов и процессов переброса [9]. Расчет проведен с использованием собственного кода, в основе которого лежит выполнение законов сохранения импульса и энергии для фононов. Результаты расчета выявили существенную анизотропию теплопроводности — так в зависимости от ориентации графена теплопроводность отличается почти в два раза. Также подтверждена необходимость учета не только трехфононных процессов, но и взаимодействий более высокого порядка (4-го и выше).

Также отдельно хотелось бы выделить задачу об изучении флуктуаций температур в наноструктурах. В работе [6] установлены зависимости флуктуаций от температуры и размеров структуры. Показано, что при стремлении температуры к нулю флуктуации также стремятся к нулю, что соответствует теореме Нернста из термодинамики. Важно подчеркнуть, что знание флуктуаций температуры позволяет провести оценку точности температуры.

Заключение. Проведенные обзор исследований продемонстрировали, что теплофизические свойства наноструктур обладают рядом особенностей, отсутствующих в макроскопических системах. При этом применение классических *ab initio* методов оказывается либо слишком затратными, либо недостаточно точными, что приводит к необходимости написания собственных кодов и использованию перспективных средств моделирования, таких как применение нейро-эволюционных потенциалов.

Список источников

- [1] Liu S. et al. Determination of thermal properties of unsmooth Si-nanowires. *Chin. Phys. Lett.*, 2024, vol. 41, art. no. 016301. <https://doi.org/10.1088/0256-307X/41/1/016301>
- [2] Barinov A.A., Khvesyuk V.I. Statistical model of phonon scattering on rough boundaries of nanostructures. *J. Phys.: Conf. Ser.*, 2021, vol. 2057, art. no. 012111. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/2057/1/012111>
- [3] Yin F. et al. An enhanced framework for wave reflection from a periodically rough boundary. *Physica B: Condens. Matter*, 2025, vol. 716, art. no. 417743. <https://doi.org/10.1016/j.physb.2025.417743>
- [4] Liu S. et al. Quantifying particle and wave effects in phonon transport of pillared graphene nanoribbons. *Int. J. Therm. Sci.*, 2025, vol. 217, art. no. 110067. <https://doi.org/10.1016/j.ijthermalsci.2025.110067>
- [5] Liu S., Khvesyuk V.I. Temperature fluctuations in quantum dots: Insights from a T3/2 heat capacity model. *Phys. Lett. A*, 2025, vol. 534, art. no. 130261. <https://doi.org/10.1016/j.physleta.2025.130261>

-
- [6] Liu S. et al. Temperature dependence of specific heat capacity of nanostructures via neuroevolution machine-learned potential. *J. Appl. Phys.*, 2025, vol. 138, no. 10, art. no. 104301. <https://doi.org/10.1063/5.0284002>
 - [7] Fan Z. et al. Neuroevolution machine learning potentials: Combining high accuracy and low cost in atomistic simulations and application to heat transport. *Phys. Rev. B*, 2021, vol. 104, no. 10, art. no. 104309. <https://doi.org/10.1103/PhysRevB.104.104309>
 - [8] Yin F., Liu S., Khvesyuk V.I. An optimized force constant model for accurate phonon dispersion in graphene. *AIP Conf. Proc.*, 2025, vol. 3347, art. no. 020033. <https://doi.org/10.1063/5.0290145>
 - [9] Liu S., Yin F., Khvesyuk V.I. Investigating anisotropic three-phonon interactions in graphene's thermal conductivity using Monte Carlo method. *Int. J. Thermophys.*, 2025, vol. 46, no. 2, art. no. 22. <https://doi.org/10.1007/s10765-024-03498-x>

УДК 681.518

Двухкритериальная нечеткая система предиктивного обслуживания холодильных установок: анализ параметров работы в реальном времени, безопасности и экономической эффективности

Махмуд Рами

rami.mahmoud119900@gmail

Гаврюшин Сергей Сергеевич

gss@bmstu.ru

SPIN-код: 3142-3809

МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, Россия

Аннотация. В работе представлена двухкритериальная система предиктивного обслуживания чиллеров на основе нечеткой логики в среде LabVIEW с архитектурой из трех взаимосвязанных контроллеров. Система интегрирует анализ текущего состояния оборудования с оценкой критичности, безопасности и экономической важности. Экспериментальная апробация на оборудовании больницы Кадмус (Сирия, 2023–2024) подтвердила эффективность: сокращение внезапных отказов на 29 %, достигнута точность прогнозирования состояния на уровне 91,7 %, сокращение времени незапланированных простоев на 35 %.

Ключевые слова: предиктивное обслуживание, двухкритериальная система, нечеткая логика, поддержка решений, вибрационный анализ, тепловая эффективность, исторические данные об отказах

Введение. Чиллерные системы являются жизненно важными элементами во многих промышленных и коммерческих объектах. На фоне растущих вызовов, связанных с расходами на эксплуатацию и техническое обслуживание, предиктивное техническое обслуживание, основанное на состоянии оборудования, стало стратегическим выбором для повышения эффективности и снижения количества отказов. Экономические исследования выявили, что традиционные подходы к обслуживанию неэффективны и увеличивают затраты [1, 2]. Распространение Интернета вещей (IoT) и технологий Четвертой промышленной революции усилило роль предиктивного обслуживания.

Методы и материалы; результаты. Разработана комплексная нечеткая модель в среде LabVIEW, предназначенная для непрерывного мониторинга и оценки технического состояния чиллерных установок. Модель основана на анализе пяти ключевых параметров оборудования: вибрации компрессора, температурных и давленческих характеристик. Система включает три взаимосвязанных нечетких контроллера: первый анализирует текущее состояние оборудования в реальном времени, второй оценивает стратегические критерии (экономическая важность, безопасность), третий интегрирует результаты для принятия решений. Была использована оптимизированная база нечетких правил, сокращенная с 344 до 201 правила без потери точности. Эксперимен-

тальная апробация на чиллерах больницы Кадмуса (Сирия) в течение 12 месяцев показала: сокращение количества внезапных отказов на 29,4 %, точность прогнозирования состояния 91,7 %, сокращение времени незапланированных простоев на 35 % [3–5]. Система демонстрирует значительные преимущества перед искусственными нейронными сетями, особенно в условиях неопределенности данных, что подтверждается исследованиями [6].

Заключение. Разработанная двухкритериальная система предиктивного обслуживания обеспечивает комплексный анализ как текущих параметров оборудования в режиме реального времени, так и критериев безопасности и экономической эффективности, что существенно повышает обоснованность принимаемых решений. Система демонстрирует значительные преимущества перед традиционными методами обслуживания. Полученные результаты подтверждают высокую интерпретируемость и надежность системы в реальных условиях эксплуатации.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

- [1] Douglas S.T., Brian A.W. *Economics of manufacturing machinery maintenance: A survey and analysis of U.S. costs and benefits*. National Institute of Standards and Technology, 2020. <https://doi.org/10.6028/NIST.AMS.100-34>
- [2] Poor P., Zenisek D., Basl J. Historical overview of maintenance management strategies: Development from breakdown maintenance to predictive maintenance in accordance with four industrial revolutions. *Proc. of the International Conference on Industrial Engineering and Operations Management*. Pilsen, Czech Republic, 2019.
- [3] Mitrofanina I.A., Emirisa D.M., Koulouriotisb D.E. An industrial maintenance decision support system based on fuzzy inference to optimize scope definition. *30th International Conference on Flexible Automation and Intelligent Manufacturing (FAIM)*. Athens, Greece, 2021.
- [4] Wirunpuch P., Manop P., Prayoon S. et al. Predictive maintenance model for rotating machinery using a fuzzy logic. *Proc. of the 2022 International Conference on Power Engineering and Intelligent Information (ICPEI)*. IEEE, 2022, pp. 1–4. <https://doi.org/10.1109/ICPEI55293.2022.9987151>
- [5] Fouad R.H., Samhoury M. A fuzzy logic approach for scheduling preventive maintenance in ERP systems. *Proc. of the 2011 International Conference on Management and Service Science (ICMSS)*. 2011, pp. 1–4. <https://doi.org/10.1109/ICMSS.2011.5999330>
- [6] Pezeshki Z., Mazinani S.M. Comparison of artificial neural networks, fuzzy logic and neuro-fuzzy for predicting optimization of building thermal consumption: A survey. *Artificial Intelligence Review*, 2018, vol. 52, № 3, pp. 1–28.

УДК 520.607

Экспериментальные холодильные циклы криогенного магнитного рефрижератора на основе сплава GdNi_2

Маширов Алексей Викторович^{1,2}

a.v.mashirov@mail.ru

SPIN-код: 3599-2935

Белова Ольга Владимировна¹

ovbelova@yandex.ru

Колесов Константин Андреевич²

kolesovkka@mail.ru

Коледов Виктор Викторович²

victor_koledov@mail.ru

¹ ИРЭ им. В.А. Котельникова РАН, Москва, Россия² МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, Россия

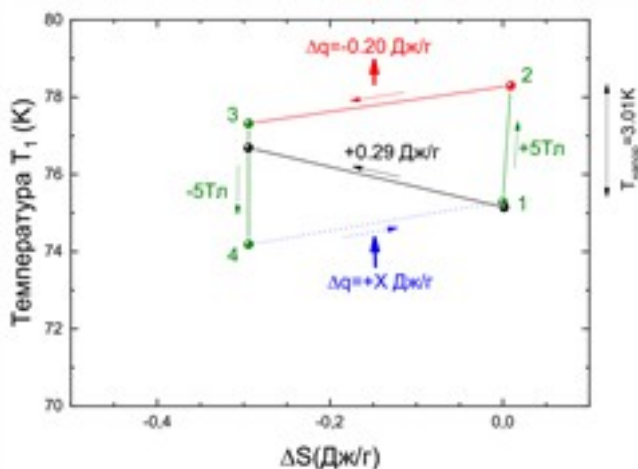
Аннотация. При помощи криогенного механического теплового ключа рассматривается контактный теплообмен в условиях высокого вакуума. Механический тепловой ключ применяется для реализации холодильного цикла единичного каскада криогенного магнитного рефрижератора. По причине отсутствия литературных данных времени температурной релаксации элементов конструкции, проводится эксперимент для определения времени релаксации контактной пары механического теплового ключа и термического сопротивления контакта в условиях высокого вакуума, строятся экспериментальные циклы охлаждения ступеней криомагнитного рефрижератора.

Ключевые слова: термическая проводимость контакта, контактное термосопротивление, механический тепловой ключ, криогенный магнитный рефрижератор, магнитокалорический эффект, адиабатическое размагничивание

Введение. Последнее время интенсивно ведутся исследования в области создания магнитных холодильников, работающих при комнатных температурах и криогенных магнитных рефрижераторов [1]. В свою очередь для создания последних, необходимо иметь информацию о переносе тепла в вакууме между периодически соприкасающимися поверхностями. Целью данной работы является реализация реального одноступенчатого криогенного цикла охлаждения с использованием экспериментальных данных для оценки параметров энергетической эффективности. Для этого рассматривается нестационарный процесс передачи тепла от твердого рабочего тела к теплоприемнику в условиях высокого вакуума.

Методы и материалы; результаты. Рабочим телом является магнитокалорический материал GdNi_2 массой 7,68 г, а теплоприемником — медный диск массой 5,35 г. Теплообмен между рабочим телом и теплоприемником осуществлялся посредством термической проводимости контакта. Были получены экспериментальные данные об изменении температуры теплоприемника и рабочего тела при включенном механическом тепловом ключе в результате прямых измерений. На основании полученных экспериментальных

данных частично был построен холодильный цикл Брайтона и рассчитана холодопроизводительность при различных начальных перепадах температур рабочего тела и теплоприемника $T_{\text{напор}} \approx 1\text{--}3\text{ K}$ при воздействии на них внешнего магнитного поля напряженностью 5 Тл в диапазоне температур 74–78 К (см. рисунок).



Элемент холодильного цикла Брайтона криогенного магнитного рефрижератора на основе магнитокалорического сплава GdNi_2

Закключение. Было показано, что время достижения теплового равновесия контактной пары механического теплового ключа составляет около 80 с при начальной температуре теплоотвода 75 К. В работе проведено сравнение с другими работами и аналогами. Экспериментально определена величина магнитокалорического эффекта для рабочего тела GdNi_2 в магнитных полях 3, 5 и 10 Тл и диапазоне температур 48–105 К. Максимальное значение магнитокалорического эффекта составляет 2,87 К при начальной температуре $T = 75\text{ K}$ в магнитном поле 5 Тл. На основании экспериментальных данных рассчитана термическая проводимость контактной пары GdNi_2 -медь в условиях нестационарного теплового потока в диапазоне температур 60–100 К. Термическая проводимость контакта при $T=75\text{ K}$ составила $3970\text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{K})$.

Список источников

- [1] Moya X., Mathur N.D. A hot future for cool materials. *Frontiers in Energy*, 2022, vol. 17, pp. 447–449. <https://doi.org/10.1007/s11708-022-0854-4>

УДК 621.396.67:620.168

Разработка полимерных композиционных материалов для производства составных частей рефлектора антенны радиолокатора

Меликянц Давид Георгиевич

mdg@bmstu.ru

Александров Евгений Викторович^(*)

aleksandrov@bmstu.ru

SPIN-код: 8730-4970

Хина Александр Григорьевич

hinalex@bmstu.ru

SPIN-код: 2946-6467

Булкатов Денис Павлович

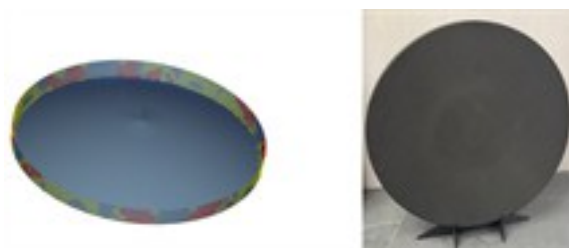
bulkatov@bmstu.ru

МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, Россия

Аннотация. В работе рассмотрена возможность применения углекомпазитов с эпоксивинилэфирной матрицей, полученных различными способами, в качестве материалов для рефлекторов антенн космических РЛС. Представлены результаты механистических испытаний полученных образцов. Показано, что метод прессования обеспечивает наилучшие показатели прочности, жесткости и КЛТР углепластика. Возможным ограничением для применения разработанного композита является низкая межслойная прочность сцепления и недостаточная трещиностойкость. Для решения данной проблемы было предложено использовать термопластичную матрицу, а также провести модификацию термореактивной смолы термопластичным полиэфирсульфоном.

Ключевые слова: углепластик, рефлектор антенны, радиолокатор, термопласты, прессование, эпоксивинилэфирные смолы

Введение. Создание отечественных систем дистанционного зондирования Земли, ключевое место в инфраструктуре которых играют, в том числе, орбитальные радиолокационные средства, является одной из приоритетных задач развития космической деятельности России [1]. Ранее в МГТУ им. Н.Э. Баумана был разработан углепластик на основе эпоксидной смолы, который был использован в качестве материала для рефлектора антенны космического радиолокатора жесткого типа (см. рисунок).



Расчетная САЕ модель и образец рефлектора антенны космического радиолокатора жесткого типа

Другим типом рефлекторов являются развертываемые сетчатые рефлекторы, позволяющие выводить апертуры значительно большего диаметра при меньшей массе и компактной укладке в объеме обтекателя. Основными требованиями к материалам для антенн космического радиолокатора являются: высокие механические свойства, низкая плотность, низкий КЛТР, высокая трещиностойкость и работоспособность в интервале температур от -150 до $+170$ °С. Целью настоящей работы является разработка углепластиков, соответствующих указанным требованиям и сравнение их технико-эксплуатационных свойств в зависимости от технологии изготовления.

Методы и материалы; результаты. Для изготовления испытательных образцов композита на основе эпоксивинилэфирного связующего и двунаправленной углеткани марки CW384 были использованы следующие методы: прессование, инъекция под давлением, инфузия и ручная выкладка. Полученные данные испытаний образцов углепластика приведены в таблице.

Результаты испытаний образцов углепластика, полученных различными методами

Метод изготовления	σ_p , МПа	E_p , ГПа	ε_p , %	ρ , г/см ³	КЛТР, 10^{-6} K^{-1}
Прессование	$894,4 \pm 56,0$	$68,3 \pm 5,4$	$3,1 \pm 0,2$	$1,50 \pm 0,01$	$1,1 \pm 0,3$
Инъекция	$820,1 \pm 45,3$	$66,1 \pm 4,7$	$2,2 \pm 0,2$	$1,48 \pm 0,02$	$1,2 \pm 0,4$
Инфузия	$469,8 \pm 18,0$	$38,5 \pm 1,6$	$1,7 \pm 0,5$	$1,48 \pm 0,02$	$1,6 \pm 0,4$
Ручная выкладка	$563,2 \pm 48,2$	$57,9 \pm 8,3$	$1,2 \pm 0,3$	$1,44 \pm 0,03$	$2,2 \pm 0,5$

Межслойная прочность при отрыве для всех испытанных образцов лежала в интервале $0,15\text{--}0,25$ кДж/м², что может быть недостаточно для лицевых слоев и силовых элементов рефлекторных панелей. Для увеличения данного показателя предлагается использовать разработанные в МГТУ им. Н.Э. Баумана суперконструкционные термопласты, такие как полиарилаты (ПАР), полиэфирсульфоны (ПЭС) и полиэфиримиды (ПЭИ), в качестве полимерных матриц углекомпозиов [2]. Для таких материалов характерны значения трещиностойкости порядка $0,6\text{--}1,5$ кДж/м² и выше, что достигается благодаря вязкому рассеянию энергии в пластичной матрице при росте трещины. Другим подходом увеличения трещиностойкости может стать модификация эпоксидных связующих термопластичным ПЭС, что, в зависимости от типа эпоксидной смолы, позволяет увеличить данный показатель на $50\text{--}200$ % [3]. Это достигается за счет индуцированного при отверждении фазового разделения, формирования дисперсных термопластичных доменов и развития пластичности в межфазной области, что в совокупности увеличивает извилистость пути трещины и работу разрушения.

Заключение. Полученные результаты испытаний образцов углекомпозиов значительно различаются в зависимости от метода их получения, что очевидно обусловлено различием в качестве пропитки волокна и консолидации препрегов, а также пористости полученных композиов. Исходя из полу-

ченных данных, для изготовления деталей составных частей рефлектора антенны радиолокатора рекомендуется метод прессования. Возможным ограничением для применения разработанного материала может недостаточная трещиностойкость, которую предлагается повысить переходом к термопластичным матрицам (ПЭИ/ПЭС/ПАР) либо модификацией эпоксидных связующих термопластичными ПЭС, разработанными в МГТУ им. Н.Э. Баумана.

Список источников

- [1] Meng L., Yan C., Lv S. et al. Synthetic Aperture Radar for Geosciences. *Revol. Geophys.*, 2024, vol. 63, no. 3. <https://doi.org/10.1029/2023RG000821>
- [2] Storozhuk I.P., Khina A.G., Bulkatov D.P. et al. Synthesis and Study of Melt Processing of Polyarylate-Polysulfone Cardo Block Copolymers. *Pol. Sci., Series B*, 2024, vol. 66, no. 6, pp. 693–702. <https://doi.org/10.1134/S1560090425600275>
- [3] Storozhuk I.P., Bulkatov D.P., Khina A.G. et al. Development of Polyethersulfones for Modification of Epoxy Resins. *Pol. Sci., Series B*, 2024, vol. 66, no. 4, pp. 514–523. <https://doi.org/10.1134/S1560090424601481>

УДК 378.14

Особенности подготовки магистров на кафедре техносферной безопасности в РХТУ им. Д.И. Менделеева

Мельников Никита Олегович

melnikov.n.o@muctr.ru

SPIN-код: 6518-4788

Акинин Николай Иванович

akinin.n.i@muctr.ru

SPIN-код: 9635-4490

РХТУ им. Д.И. Менделеева, Москва, Россия

Аннотация. Рассмотрены особенности подготовки магистров по направлению «Техносферная безопасность» в РХТУ им. Д.И. Менделеева, представлены основные преподаваемые дисциплины, способствующие нетривиальной подготовке магистров по программе «Безопасность технологических процессов и производств».

Ключевые слова: образование, магистратура, подготовка магистров, направление техносферная безопасность

Введение. Важнейшей проблемой современности является обеспечение безопасности технологических процессов и производств в различных отраслях промышленности, таких как химической, нефтехимической, фармацевтической, коксохимической, пищевой. Эта задача может быть решена исключительно в результате комплексного подхода, включающего в себя технологическую и экологическую безопасность производства, создание безопасных условий труда, а также решение ряда организационных и правовых вопросов. Данный подход может быть реализован только при наличии высококвалифицированных специалистов в этой области.

Методы и материалы; результаты. Обеспечение высокого качества образования в РХТУ им. Д.И. Менделеева, его соответствие завтрашним требованиям, предъявляемым к выпускникам, является первоочередной задачей.

Подготовка магистров по направлению «Техносферная безопасность» по программе «Безопасность технологических процессов и производств» осуществляется с 2013 года на кафедре Техносферной безопасности (ТСБ) Инженерного химико-технологического факультета (ИХТ) под руководством профессора Н.И. Акинина. Всего с 2013 по 2025 гг. подготовлено 110 магистров.

Кафедра ТСБ является базой для подготовки магистров, обладающих необходимыми знаниями, умениями и навыками в области предотвращения причин и ликвидации последствий промышленных аварий и катастроф, охраны труда, пожарной и экологической безопасности.

В перечень дисциплин [1], преподаваемых в магистратуре, входят, как курсы, несущие фундаментальный характер, повышающие базовую образованность магистров, так и специальные дисциплины, направленные на полу-

чение эксклюзивных знаний в области безопасности химико-технологических процессов. Специальные дисциплины преподают ведущие ученые в своих областях.

Кафедра ТСБ располагает необходимым количеством приборов и оборудования, в том числе уникального, для подготовки магистров и проведения с ними специальных дисциплин, не преподаваемых в других вузах [2]. В учебном процессе, а также при выполнении НИР студентов, широко задействован Центр коллективного пользования РХТУ им. Д.И. Менделеева [3], который располагает уникальным оборудованием.

При этом можно отметить, что на кафедре остаются некоторые трудности при подготовке магистров, заключающиеся в нехватке своевременного обновления материально-технической базы, в частности оборудование компьютерных классов.

Весь научный и материально-технический потенциал кафедры задействован в учебном процессе, поэтому выпускающиеся магистры имеют опыт проведения научных исследований. Обучающиеся участвуют в подготовке научных статей и в различных конференциях. Ежегодно проводится Международный конгресс молодых ученых по химии и химической технологии (МКХТ), на котором в рамках секции «специальная химия, пожарная и промышленная безопасность (технологии и материалы специального и двойного назначения, пожаро- и взрывобезопасность)» обучающиеся представляют результаты своих НИР, также регулярно проводится Международная конференция молодых ученых по проблемам техносферной безопасности.

Заключение. Базируясь на фундаменте, созданном на ИХТ факультете основателями научной школы надежности и безопасности технологических процессов, кафедра внесла существенный вклад в подготовку магистров и развитие науки.

Сочетание многолетнего опыта преподавания в университете и авторитетной научной школы, наличие высококвалифицированных специалистов — докторов и кандидатов наук, несомненно, создает благоприятные условия для получения востребованной специальности и подготовку магистров.

Список источников

- [1] *Учебный план по программе магистратуры по направлению подготовки 20.04.01.* URL: <https://www.muctr.ru/upload/sveden/files/004553.pdf> (дата обращения 07.10.2025).
- [2] *Общая информация о кафедре техносферной безопасности РХТУ им. Д.И. Менделеева.* URL: <https://www.muctr.ru/university/departments/tsb/info/> (дата обращения 07.10.2025).
- [3] *Центр коллективного пользования РХТУ им. Д.И. Менделеева.* URL: <https://www.muctr.ru/university/departments/ckp/info/> (дата обращения 07.10.2025).

УДК 612:8:007

Модель управления ритмической активностью виртуального робота - рыбы

Мигалев Александр Сергеевич^{1,2}

alexander.migalev@mail.ru

SPIN-код: 4157-6582

Готовцев Павел Михайлович^{1,2}

alexander.migalev@mail.ru

¹ Институт проблем передачи информации им. А.А. Харкевича РАН, Москва, Россия² МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, Россия

Аннотация. Предложена виртуальная модель многосегментного робота-рыбы для исследования различных архитектур ритм-генерирующих моделей нейронных сетей при управлении передвижением. Предложенная конструкция содержит две степени свободы на сегмент и может управляться двумя гидроцилиндрами двойного действия на сегмент. Такая особенность позволяет без дополнительных плавников менять направление тяги при волнообразных движениях не только в горизонтальной плоскости, но и в вертикальной, что обеспечивает широкие возможности моделирования на таком исследовательском роботе различных моделей нейронных сетей спинного мозга рыб. В докладе рассматриваются существующие модели нейронных сетей для управления волнообразными движениями тела рыбы при поступательном движении и предлагаются на их основе архитектура способная управлять выбранной конструкцией. Для предложенной модели исследуются методы адаптации, управления, изменения скорости и фазы моторных программ.

Ключевые слова: робот-рыба, центральные-генераторы ритма, импульсные модели нейронных сетей, модулирование ионных каналов, модульная организация нейросетей спинного мозга, переключение моторных программ

Введение. Роботы-рыбы часто становятся модельными объектами при поиске новых алгоритмов управления бионическими конструкциями [1, 2]. У рыб можно выделить четыре группы мышц на каждом сегменте позвоночника, по две относительно позвоночника с каждой стороны. Сегменты позвоночника соединены в виде шарниров с тремя степенями свободы и эти четыре группы мышц способны обеспечивать вращение сегмента по трем осям. Такая функция для рыб без выраженных спинных плавников как речные угри *Anguilla* и позволяет перемещаться вверх и вниз только за счет волнообразных движений тела или хвоста.

Методы и материалы; результаты. Для воспроизведения способа передвижения рыб допущены упрощения: количество степеней свободы на сегмент сокращено до двух, и количество сегментов уменьшено, но максимально возможный угол их поворота увеличен. В докладе представлена виртуальная модель робота-рыбы. Для поворота сегментов предлагается использовать два гидроцилиндра двойного действия на каждый сегмент. Особенность структуры тела рассматриваемого виртуального робота рыбы пред-

полагает наличие двух ритм-генерирующих популяций на каждую сторону сегмента. Эти популяции состоят из независимых центральных генераторов ритма типа полуцентр, связанные с мотонейронами отдельных групп мышц одного сегмента и других интернейронов, модулирующих активность сети [3]. Предложенная архитектура нейронной сети спинного мозга построена с учетом существующих моделей организации и взаимодействия различных типов клеток [4]. Запуск моторных программ у рыб управляется мезоэнцефальным локомоторным регионом среднего мозга за счет стимуляции глутаматных рецепторов ритм-генерирующих нейронов, формирующий моторные программы. Для предложенной модели рассматриваются возможные клеточные механизмы управления и адаптации при формировании моторных программ, позволяющие управлять передвижением робота-рыбы.

Заключение. Предложенная виртуальная модель робота-рыбы позволяет проводить модельные эксперименты с различными архитектурами моделей нейронных сетей спинного мозга. Для выбранной конструкции была предложена модель ритм-генерирующей сети, воспроизводящая основные характеристики биологических нейронных сетей: модульная архитектура, модуляция скорости и фазы за счет модулирующих сигналов от дофаминергических и серотонинергических нейронов, способность к адаптации.

Список источников

- [1] Tsybina Yu.A., Gordleeva S.Yu., Zharinov A.I., Kastalskiy I.A. et al. Toward biomorphic robotics: A review on swimming central pattern generators. *Chaos, Solitons and Fractals*, 2022, vol. 165, pp. 1–14. <https://doi.org/10.1016/j.chaos.2022.112864>
- [2] Angelidis E., Buchholz E., Arreguit J., Rougé A. et al. A spiking central pattern generator for the control of a simulated lamprey robot running on SpiNNaker and Loihi neuromorphic boards. *Neuromorphic Computing and Engineering*, 2021, no. 1, pp. 1–18. <https://doi.org/10.1088/2634-4386/ac1b76>
- [3] Kiehn O. Decoding the organization of spinal circuits that control locomotion. *Nature*, 2016, vol. 11, pp. 224–238. <https://doi.org/10.1038/nrn.2016.9>
- [4] Roussel Y., Gaudreau S. F., Kacer E. R., Sengupta M., Bui T. V. Modeling spinal locomotor circuits for movements in developing zebrafish. *eLife*, 2021, vol. 10, pp. 1–35. <https://doi.org/10.7554/eLife.67453>

УДК 128

Модели субъектных онтологий как теоретическая основа хомобионики

Моисеев Вячеслав Иванович

vimo@list.ru

SPIN-код: 9609-6783

Российский университет медицины, Москва, Россия

Аннотация. Предложено новое определение феномена жизни как системы, обладающей собственным внутренним миром. Предложена более операциональная модель этого понимания живого существа — субъектная онтология, которая рассматривает живое существо как малый мир со своей активностью и системой ценностей. Модель субъектной онтологии предлагается к рассмотрению как теоретическая основа хомобионики

Ключевые слова: хомобионика, жизнь, внутренний мир, субъект, субъектная онтология, закон субъектности

Введение. В рамках идей хомобионики [1] предлагается новая модель живой системы как системы, обладающей собственным внутренним миром и телом. Внутренний мир представляет собой самостоятельный онтологический регион, лежащий вне региона внешнего мира, но связанный с ним через регион телесности, находящийся во внешнем мире. Подобная модель давно развивается автором в рамках нового направления — философии неовсеединства [2].

Методы и материалы; результаты. Более операционально данная модель живого существа представлена моделью *субъектной онтологии* [3], в рамках которой живое существо (субъект) рассматривается как тройка $S = (U, B, \psi)$, где U — онтология как множество ситуаций (положений дел), создаваемых афферентацией и интеллектом субъекта, B — *эфферентная телесность* субъекта, как множество подположений дел, которые он может менять непосредственно, и ψ — скалярное поле *степеней себя* субъекта, заданное на онтологии U . Степени себя рассматриваются как результат субъектного измерения самостью субъекта тех или иных положений дел. Обычно субъект непосредственно переживает степени себя как степени благоприятности для себя той или иной ситуации. В этом случае любая форма жизни, независимо от вида телесности и структуры онтологии, всегда реализует одну стратегию активности, которую можно выразить как *закон субъектности*: субъект пытается так менять положения дел активностью своего тела, чтобы повышать степени себя или предотвращать их падения.

На основе модели субъектная онтология может строиться субъектный язык, в рамках которого возможно построение моделей различных форм жизни и их активностей. В работах автора [2, 3] представлены многочисленные результаты таких построений. Например, может строиться теория чувств,

проводиться гуманитарная экспертиза произведений искусства, предлагаться новые подходы в иммунологии и т. д.

Заключение. Возможно построение конструкций хомобионки с использованием моделей субъектных онтологий. Первоначально простые модели могут далее все более обогащаться все новыми структурами, приближаясь к моделированию тех или иных фрагментов человеческой формы жизни (человеко-бытия).

Список источников

- [1] Рубцов С.В. Бионика как современное научное направление: разделы, методология, стандарты. *Бионика — 2023. III Междунар. науч.-практ. конф.: материалы*. Москва, Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2024, с.78–89.
- [2] Моисеев В.И. *Мирология: Наука о мироподобных системах*. Москва, ЛЕНАНД, 2022, 600 с.
- [3] Моисеев В.И. *Логика открытого синтеза: в 2-х т. Т. 1. Структура. Природа. Душа*. Санкт-Петербург, ИД «Мирь», 2010, 743 с.

УДК 532.13:544.021:547.4:546.16

Сравнение аналитических моделей определения вязкости для гидрофторэфиров

Молчанов Тимофей Игоревич^(*)

molchanovti@bmstu.ru

Кукшинов Николай Владимирович

kukshinov@bmstu.ru

МГТУ им. Н. Э. Баумана, Москва, Россия

Аннотация. Проведено экспериментальное исследование зависимости вязкости фторсодержащих жидкостей от температуры. Приведены аналитические зависимости для описания вязкости жидких органических соединений. Предложены модификации моделей для точного расчета вязкости для гидрофторэфиров.

Ключевые слова: кинематическая вязкость, экспериментальное исследование, аналитические модели, эмпирические зависимости, гидрофторэфиры

Введение. В настоящее время гидрофторэфиры рассматриваются как перспективный теплоноситель в различных технических системах. Для изучения процессов кипения данного теплоносителя необходимо знать его теплофизические свойства, включая вязкость. В отличие от газов, для которых существуют разработанные теоретические модели расчета вязкости, аналогичной строгой теории для жидкостей не существует. Это обусловлено принципиальными различиями в их поведении. Несмотря на теоретические разработки, ни одна модель не дает точного расчета вязкости. На практике применяют полуэмпирические методы, сочетающие теоретические предпосылки, эмпирические корреляции, аппроксимацию по известным физическим свойствам.

Методы и материалы; результаты. Аналитические зависимости, описывающие вязкостные свойства жидкостей, обычно включают структурно-зависимые коэффициенты, отражающие особенности химического строения вещества. Подобные корреляции имеют сугубо эмпирическое происхождение и выводятся исключительно на основе обработки экспериментальных данных. В научной литературе представлено значительное количество эмпирических зависимостей данного типа, большинство из которых представляют собой модификации классических методов, таких как методы Оррика — Эрбара (средняя погрешность 16 %), Морриса (14 %), Томаса (21 %) и Ван-Вельцена — Кардозо — Лангенкампа (17 %) [1, 2]. В настоящей работе будут рассмотрены методы Оррика — Эрбара и Морриса как предпочтительные с точки зрения средней погрешности расчета на основании 40 проверенных органических жидкостей.

Метод Оррика — Эрбара использует групповые составляющие А и В в уравнении:

$$\ln \frac{\nu}{M} = A + \frac{B}{T}, \quad (1)$$

где ν — кинематическая вязкость жидкости, сСт; M — молекулярная масса; T — температура, К.

Метод Морриса также использует групповые составляющие с дополнительными константами:

$$\lg \frac{\mu}{\eta^+} = J \left(\frac{1}{T_r} - 1 \right), \quad T_r = \frac{T}{T_c}, \quad J = \sqrt{\left(0,0577 + \sum_i (b_i n_i) \right)}, \quad (2)$$

где μ — динамическая вязкость жидкости, сП; η^+ — «псевдокритическая вязкость», сП; T_r — приведенная температура; T_c — критическая температура, К; J — функция структуры; b — групповая составляющая; n — число групповых (структурных) составляющих.

На основании экспериментальных данных зависимости кинематической вязкости от температуры для гидрофторэфиров HFE-7000 и HFE-7100 предложены модификации метода Оррика — Эрбара (константы A и B уравнения (1)) и Морриса (η^+ в уравнении (2)). Результаты по средним отклонения приведены в таблице.

Среднее отклонение методов определения вязкости

Жидкость	Среднее отклонение, %			
	Оррик — Эрбар	Мод. Оррик — Эрбар	Моррис	Мод. Моррис
HFE-7000	30	20	35	2
HFE-7100	40	8	30	1

Заклучение. Проведено сравнение экспериментальных данных зависимости кинематической вязкости от температуры для фторсодержащих жидкостей с аналитическими моделями Оррика — Эрбара и Морриса. Предложенная модификация модели Морриса обеспечивает среднее отклонение не более 2 % для гидрофторэфиров HFE-7100 и HFE-7000.

Список источников

- [1] Reid R.C., Sherwood T.K. *The Properties of Gases and Liquids*. New York, McGraw-Hill Book Company Inc., 1958, 337 p.
- [2] Viswanath D.S., Natarajan G. *Viscosity of Liquids: Theory, Estimation, Experiment, and Data*. Berlin, Springer, 2007, 732 p.

УДК 621.7.043

Совершенствование производственной системы для создания полусфер шар-баллонов из титановых листов

Морозов Алексей Алексеевич^(*)

morozovaa@student.bmstu.ru

Жаргалова Аягма Дашибалбаровна

azhargalova@bmstu.ru

МГТУ им Н.Э. Баумана, Москва, Россия

Аннотация. В данной работе рассматривается модернизация производственного модуля для процесса гидравлической вытяжки титановых полусфер. Основное внимание уделяется автоматизации технологических процессов и внедрению высокотехнологичного оборудования, что позволит повысить качество производимых полусфер, обеспечить такты производственного процесса. В работе анализируются существующие технологии, выявляются слабые места и предлагаются решения для их устранения. В частности, рассматриваются возможности интеграции портальных роботизированных систем и внедрение высокотехнологичных печей. Ожидается, что предложенные изменения приведут к повышению производительности модуля и качества продукции.

Ключевые слова: гибкий производственный модуль, шар-баллоны, полусферы, вакуумная печь, гидравлический пресс, вытяжка, ракетно-космическая отрасль

Введение. В условиях современного промышленного производства актуальность повышения эффективности и качества технологических процессов становится все более значимой. Одной из ключевых технологий, используемых в машиностроении и других отраслях, является горячая штамповка. Этот процесс позволяет создавать детали с высокой прочностью и точностью, что особенно важно для таких изделий, как шар-баллоны, используемые в различных сферах, включая оборонную и аэрокосмическую промышленность [1].

Методы и материалы; результаты. На этапе обследования были выявлены проблемы, возникающие при производстве полусфер шар-баллонов из титановых листов марки ВТ6С [2]. Основываясь на анализе существующих методов и технологий, определены требования на автоматизацию производства, обеспечивающие производительность процесса и условия работы с целью удешевления и повышения безопасности производства, а также определен состав гибкого производственного модуля, который включает в себя гидравлический пресс, две вакуумные печи, два стеллажа для накопления заготовок с позиции выдачи и остывающих после процесса штамповки деталей, а также портального робота или робота-манипулятора. Были предложены методы модернизации гибкого производственного модуля для обеспечения тактов производства. Были созданы примеры компоновочных схем гибкого производственного модуля гидравлической вытяжки полусфер шар-баллонов.

В результате проделанной работы были созданы концептуальная модель и структурная схема производственного модуля для изготовления шар-баллонов, разработаны принципиальные схемы вакуумных печей и гидравлического пресса [3], а также были спроектированы компоновочные схемы с расположением подобранного оборудования.

Заключение. В ходе работы было предложено два варианта компоновочной схемы оборудования. Были обоснованы замены в выборе оборудования такие, как вакуумные печи вместо печей с выкатным подом, стеллажи вместо дополнительных печей, порталый робот вместо робота-манипулятора и созданы принципиальные схемы печей и прессы.

Список источников

- [1] Ломакин И.В., Рязанцев А.Ю., Юхневич С.С., Широкожухова А.А. Создание передовой технологии и оборудования для изготовления титановых шар-баллонов. *Известия высших учебных заведений. Машиностроение*, 2021, № 12 (741), с. 37–43.
- [2] Еремейкин П.А., Жаргалова А.Д., Гаврюшин С.С. Расчетно-экспериментальная оценка технологических деформаций при «мягких» режимах токарной обработки тонкостенных деталей. *Обработка металлов (технология, оборудование, инструменты)*, 2018, т. 20, № 1, с. 22–32. <https://doi.org/10.17212/1994-6309-2018-20.122-32>
- [3] Усатенко С.Т., Каченюк Т.К., Терехова М.В. *Выполнение электрических схем по ЕСКД*. Москва, Изд-во стандартов, 1992, с. 50–86.

УДК 533.9.01

Расчет параметров электризации сопла ракетного двигателя твердого топлива

Онуфриев Валерий Валентинович (*)

onufryev@bmstu.ru

Ягодников Дмитрий Алексеевич

daj@bmstu.ru

МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, Россия

Аннотация. Проведено исследование распределения потенциала между непроводящей стенкой сопла ракетного двигателя и потоком продуктов сгорания с учетом радиального распределения температуры продуктов потока. Расчет амбиполярного потенциала в осесимметричной постановке задачи проведен на основе уравнения диффузии ионов с учетом химических реакций в потоке ПС. Представлены распределения амбиполярного потенциала в слое в зависимости от геометрической степени расширения сопла.

Ключевые слова: электризация, ракетный двигатель, сопло, амбиполярная диффузия, градиент электронного давления, амбиполярный потенциал

Введение. Одним из основных источников зарядов статического электричества летательных аппаратов являются ЖРД и РДТТ, из сопел которых истекает ионизированный поток продуктов сгорания. Этот эффект может быть причиной электрических пробоев, помех системам управления и радиосвязи, возмущающего воздействия. Кроме того, информация о электрофизических параметрах плазменных потоков актуальна для оптимизации физико-химических процессов в камере сгорания, контроля аварийных ситуаций, управления режимными параметрами.

Методы и материалы; результаты. Расчетным методом проведено исследование электризации сопла РДТТ. Топливо (ПХА/НТРВ/АI, состав $\text{NH}_4\text{ClO}_4\text{--C}_{7,079}\text{H}_{10,65}\text{O}_{0,223}\text{N}_{0,063}\text{--AI}$, содержание 0,68/0,14/0,18) [1]. Основной механизм образования и рекомбинации ионов обусловлен реакциями хемо ионизации и рекомбинации. Давление в камере модельного РДТТ составляло 4,5 МПа, сопло конической формы. Получены величины концентраций компонентов потока продуктов сгорания (ПС) при помощи программного комплекса «TERRA» [2].

Уравнение амбиполярной диффузии для ионов имеет вид

$$\frac{d^2 n_i}{dy^2} = -\frac{\Gamma_{ion}}{D_{amb}} + \left(-\frac{k_{rec}}{D_{amb}}\right) \cdot n_i^2,$$

где D_{amb} — коэффициент амбиполярной диффузии, Γ_{ion} — скорость ионизации; k_{rec} — константа скорости рекомбинации, n_i — концентрация ионов в амбиполярном слое, y — координата по толщине слоя в радиальном направлении.

Константы скоростей реакций ионизации и рекомбинации для Al и HCl (границы применения: температура 500...4000 К, давление 0,1...5 МПа) взяты из [3, 4]. Решение уравнения проведено в программном комплексе Mathcad [5] для распределения концентрации ионов совместно с уравнением Пуассона позволило для равновесного потока ПС получить распределение амбиполярного потенциала по глубине слоя.

Заключение. Максимальное значение амбиполярного потенциала составляло –2,56 В в критическом сечении. Дальнейшее уменьшение амбиполярного потенциала в процессе расширения потока продуктов сгорания в сопле связано со снижением концентрации заряженных частиц по длине сопла, сопровождающемся уменьшением температуры и степени ионизации плазмы продуктов сгорания. Толщина амбиполярного слоя, при характерных размерах сопла, не превышала 1 % от размеров поперечного сечения, иными словами, падение потенциала было сосредоточено в узком пристеночном слое.

Список источников

- [1] Соколов Б.И., Черенков А.С., Саломыков А.И. *Термодинамические и теплофизические свойства твердых ракетных топлив и их продуктов сгорания*. Москва, Изд-во Министерства обороны СССР, 1977.
- [2] Трусов Б.Г. *TERRA — Моделирование фазовых и химических равновесий*. Москва, Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2013.
- [3] Andreazza C.M., de Almeida A.A., Vichiatti R.M. Formation of AlCl by radiative association. *Monthly Notices of the royal astronomical society*, 2018, no. 477, pp. 548–551.
- [4] Guy A., Fromentin-Denoziere B., Phan H.-K. et al. Ionized Solid Propellant Rocket Exhaust Plume: Miles Simulation and Comparison to Experiment. *7th European conference for aeronautics and space sciences (EUCASS)*, 2017. <https://doi.org/10.13009/EUCASS2017-434>
- [5] Новиковский Е.А. *Учебное пособие «Работа в системе MathCAD»*. Барнаул, Типография АлтГТУ, 2013, 114 с.

УДК 504.064.3

Анализ возможности применения самоорганизующихся карт Кохонена для оценки негативного воздействия на окружающую среду

Патрикеев Денис Николаевич

patrikeevdn@list.ru

SPIN-код: 4039-4139

Таранцева Клара Рустемовна

krtar2018@bk.ru

SPIN-код: 6169-8590

ФГБОУ ВО «ПензГТУ», Пенза, Россия

Аннотация. В статье рассматривается возможность применения самоорганизующихся карт Кохонена (SOM) для оценки негативного воздействия на окружающую среду. SOM обеспечивает структурирование многомерных данных и выделение кластеров на основе внутренних сходств, что позволяет оценивать вклад показателей в общую конфигурацию системы. Установлена применимость карт Кохонена для анализа данных экологического мониторинга, а также в условиях неполноты и разнородности исходных данных, характерных для экологического мониторинга. Полученные выводы подтверждают потенциал SOM как методологического инструмента комплексной экологической оценки, создающего основу для совершенствования индикаторов экологической безопасности и внедрения механизмов раннего предупреждения в системе управления окружающей средой.

Ключевые слова: самоорганизующиеся карты Кохонена, экологический мониторинг, кластеризация

Введение. Использование самоорганизующихся карт Кохонена (Self-Organizing Maps, SOM), позволяющих структурировать многомерные данные, выделять кластеры объектов на основе их сходства, а, как следствие, влияние каждого кластера на структуру, открывает перспективы для разработки и совершенствования комплексных индикаторов экологической безопасности и систем раннего предупреждения о рисках [1, 2].

Методы и материалы; результаты. Настройка модели производится изменением входных и выходных переменных, определением размерности карт и параметров обучения. Обучение SOM проводится на подготовленных данных; необходима нормализация данных, преобразование категориальных переменных в численные, замена (или удаление) пустых значений в наборе данных. Для демонстрации возможностей SOM в задачах оценки экологических параметров возможно использование неполных и недостаточных данных [2, 3].

Заключение. В контексте экологической безопасности SOM может применяться для анализа данных химического состава воды, концентрации загрязнителей и климатических факторов [4]. Проведенные исследования применимости SOM для комплексной оценки негативного воздействия

на окружающую среду показали полезность модели [5, 6]. В настоящее время авторами установлена возможность использования SOM для определения скрытой корреляции [7] и ранжирования экологических параметров [8].

Таким образом, применение самоорганизующихся карт Кохонена в задачах комплексной оценки негативного воздействия на окружающую среду не ограничивается структурированием многомерные данные, а позволяет выявлять скрытые зависимости между факторами, влияющими на экологическую безопасность.

Список источников

- [1] Tran L.T. et al. Self-organizing maps for integrated environmental assessment of the Mid-Atlantic region. *Environmental Management*, 2003, vol. 31, no. 6, pp. 822–835.
- [2] Царькова Е.Г. Самоорганизующиеся карты Кохонена как инструмент анализа данных в ведомственных научных исследованиях. *Научно-технический вестник Поволжья*, № 11, с. 458–460.
- [3] Mele P.M., Crowley D.E. Application of self-organizing maps for assessing soil biological quality. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 2008, vol. 126, no. 3–4, pp. 139–152.
- [4] Chon T.S. Self-organizing maps applied to ecological sciences. *Ecological Informatics*, 2011, vol. 6, no. 1, pp. 50–61.
- [5] Lisen S., Astel A., Tsakovski S. Self-organizing map algorithm for assessing spatial and temporal patterns of pollutants in environmental compartments: A review. *Science of the Total Environment*, 2023, vol. 878, art. no. 163084.
- [6] Габдрахманова Г.Н. *Комплексная региональная оценка качества вод в урбозкосистеме*. Автореф. дис. ... канд. хим. наук. Казань, 2019.
- [7] Патрикеев Д.Н., Таранцева К.Р. Анализ преимуществ и недостатков som-фильтра для оценки экологического состояния водной среды. *Вестник Научного центра ВостНИИ по промышленной и экологической безопасности*, 2025 (в печати).
- [8] Патрикеев Д.Н., Таранцева К.Р. Анализ возможности использования моделей SOM для ранжирования показателей экологического мониторинга. *Экология и промышленность России*, 2025 (в печати).

УДК 378

Обновление дисциплины «Безопасность жизнедеятельности»

Пушенко Сергей Леонардович^(*)

slpushenko@yandex.ru

ФГБОУ ВО «Донской государственный технический университет», Ростов-на-Дону, Россия

Аннотация. Рассмотрено содержание дисциплины «Безопасность жизнедеятельности» как обязательной дисциплины в федеральных государственных образовательных стандартах высшего образования как важный шаг в деле подготовки студентов вузов вопросам техносферной безопасности.

Ключевые слова: безопасность жизнедеятельности, федеральный государственный стандарт высшего образования, экологическая безопасность, безопасность труда, безопасность в чрезвычайных ситуациях

Введение. Появление дисциплины «Безопасность жизнедеятельности» в свое время вызвало неоднозначные реакции у преподавателей профильных кафедр. Однако, после свершившегося факта — включения БЖД как обязательной дисциплины в федеральные государственные образовательные стандарты высшего образования многие признали дальновидность принятого ранее решения как важный шаг в деле подготовки студентов вузов вопросам безопасности и, как результат, сохранения профильных кафедр университетов.

Методы и материалы; результаты. В 2010 году МГТУ им. Н.Э. Баумана была предложена утвержденная на уровне председателя УМО вузов по университетскому политехническому образованию и ректора МГТУ им. Н.Э. Баумана «Примерная программа дисциплины (курса) «Безопасность жизнедеятельности» [1], получившая статус «Рекомендована Министерством образования и науки Российской Федерации для всех направлений высшего профессионального образования (бакалавриат и специалитет)».

Программа все годы была ориентиром для профильных кафедр. К сожалению, во многих вузах со временем трудоемкость дисциплины была сведена до минимума, а значит и реализация программы в полном объеме становилась невозможной. Пожелания и неоднократные решения ФУМО, а также старания руководства ФУМО придать программе статус «обязательной» в Минобрнауки РФ поддержки не получили.

В настоящее время в связи с планируемой модернизацией высшего образования, проводимой работой по подготовке проекта ФГОС-4, в который дисциплина БЖД, по-прежнему, включена как обязательная для всех специальностей и направлений подготовки можно задуматься о некоторой «модернизации» и самой программы дисциплины БЖД и утверждения ее обновленной редакции в Минобрнауки РФ. Понятно, что у каждого «сопричастного» к многолетнему преподаванию БЖД в своем вузе, есть свои пожелания и мнения, которые часто имеют противоположный характер. И свести эти

пожелания «в единый формат» задача практически невыполнимая! Поэтому прошу рассматривать приведенные здесь лишь некоторые соображения как личные пожелания автора, которые могут быть «услышаны» и, может быть, реализованы в «обновляемой» примерной программе дисциплины БЖД. Считаю целесообразным прописать для рекомендуемой в проекте ФГОС-4 компетенции УК-6 три индикатора, реализация которых будет осуществляться в трех модулях дисциплины в различных семестрах и своей трудоемкостью и содержанием. Реализация БЖД в таком формате имеет положительный опыт в Ростовском государственном строительном университете [2, 3]. Наименование индикатора, название модуля, его объем, место и структура приведено в таблице.

Индикаторы дисциплины «Безопасность жизнедеятельности»

Индикатор		Название модуля	Объем модуля, ЗЕТ, аудиторные занятия + всего)	Место и структура модуля
Шифр	Наименование			
УК-6.1	Идентифицирует угрозы (опасности) техногенного происхождения и выбирает методы и способы защиты человека в <i>профессиональной деятельности</i>	Безопасность труда	2+2	Семестр — 8 (9). Лекции — 18; практические — 18; лабораторные — 18
УК-6.2	Идентифицирует угрозы (опасности) техногенного происхождения и выбирает методы <i>сохранения природной среды</i>	Экологическая безопасность	1+1	Семестр — 6 (7) Лекции — 18; практические — 9; лабораторные — 9
УК-6.3	Идентифицирует угрозы (опасности) природного и техногенного происхождения <i>при возникновении ЧС и военных конфликтов</i> , и выбирает методы и способы защиты человека в повседневной жизни и в профессиональной деятельности	Безопасность в ЧС	1+1	Семестр — 7 (8) Лекции — 18; практические — 18

Заключение. Закрепление за дисциплиной «Безопасность жизнедеятельности» в ФГОС-4 указанных индикаторов и модулей, реализация которых

будет производиться в трех семестрах, как один из элементов модернизации «Примерной программы», позволит существенно улучшить качество подготовки специалистов по вопросам техносферной безопасности.

Список источников

- [1] *Примерная программа дисциплины (курса) «Безопасность жизнедеятельности»*. Москва, МГТУ им. Э.Н. Баумана, 2010.
- [2] Пушенко С.Л. Охрана труда — воспоминания о будущем. *Безопасность жизнедеятельности*, 2013, № 10, с. 52–54.
- [3] Пушенко С.Л. Охрана труда — как обязательная дисциплина ФГОС. *Строительство-2013. Междунар. студенческая науч.-практ. конф: тез. докл.* Ростов-на-Дону, РГСУ, 2013, с. 4–6.

УДК 631.3

Использование силы сжатого воздуха при обработке почвы

Рахимов Ильдар Раисович

ildarr@bk.ru

SPIN-код: 4813-6930

Куликова Анастасия Павловна^(*)

malgina00nastya@yandex.ru

SPIN-код: 1363-0388

ООО «Челябинский компрессорный завод», Челябинск, Россия

Аннотация. Рассмотрено влияние применения пульсирующего сжатого воздуха при обработке почвы на ее агротехнические свойства.

Ключевые слова: чизельный рабочий орган, обработка почвы, рыхление, снижение тягового сопротивления, сжатый воздух, частота пульсации

Введение. В настоящее время винтовые компрессоры в основном применяются в машиностроении, нефтяной и газовой промышленности, в строительстве и т. д. Однако работы по практическому использованию сжатого воздуха при обработке почвы отсутствуют.

Известно, что обработка почвы с применением почвообрабатывающих машин является очень энергоемким процессом, где рыхление и крошение почвы происходит под воздействием различных типов рабочих органов сжатием, смятием и отрывом почвы от ее монолитного слоя. Одним из способов снижения энергетических затрат при обработке почвы является применение силы сжатого воздуха. Также при мгновенной подаче сжатого воздуха в почву в процессе обработки улучшается ее агротехническое состояние.

Методы и материалы; результаты. В научных трудах российских ученых [1–3] доказана возможность применения силы сжатого воздуха при обработке почвы. В проведенных нами исследованиях разработаны математические модели, описывающие обработку почвы при воздействии на нее сжатым воздухом [4]. Установлено, что в зависимости от глубины залегания источника сжатого воздуха, диаметра выходного отверстия, параметров компрессорной установки можно определить зону дилатансии, образуемую в процессе обработки.

В связи с выпуском высокопроизводительных компрессоров в ООО «Челябинский компрессорный завод» было решено проверить возможность их применения при основной обработке почвы чизельным рабочим органом. Было изготовлено экспериментальное орудие с чизельными рабочими органами с возможностью подачи сжатого воздуха. Опыты проводились на глубине обработки 30, 20 и 10 см, на скоростях движения агрегата 5 и 7 км/ч, с подачей пульсирующего сжатого воздуха с частотой 10, 20 и 30 Гц через наконечники, установленные на рабочем органе с диаметром выходного отверстия 3 и 5 мм, и без подачи воздуха. По разработанной методике были

произведены замеры тягового сопротивления, проведена оценка увеличения площади рыхления почвы при различных комбинациях наконечников. Результаты опытов показали снижение тягового сопротивления до 20 % по сравнению с тяговым сопротивлением рабочего органа без подачи сжатого воздуха. Увеличение ширины зоны рыхления почвы при подаче сжатого воздуха от 28...30 см до 70...80 см показывает возможность увеличения расстояния между чизельными рабочими органами по ширине захвата.

Заключение. Доказана возможность снижения тягового сопротивления до 20 %, улучшения крошения почвы до 20 %, увеличения площади зоны рыхления почвы от 50 % до 2-х раз по сравнению с проведением обработки без подачи сжатого воздуха, путем подачи сжатого воздуха с регулируемыми параметрами (частоты и давления) через наконечники разного диаметра, установленные на чизельном рабочем органе, который обеспечивает обработку почвы методом отрыва частиц почвы от монолита. Все эти показатели в совокупности ведут к повышению производительности пахотного агрегата. По результатам исследований впервые установлены и запатентованы [5] рациональные параметры чизельного рабочего органа и параметры подачи пульсирующего сжатого воздуха.

Список источников

- [1] Сухов В.А. Определение параметров системы подачи сжатого газа импульсного газодинамического рыхлителя почвы. *Почвообрабатывающие машины и динамика агрегатов: сб. науч. тр.* Челябинск, ЧИМЭСХ, 1989, с. 51–59.
- [2] Сухов В.А. Определение давления газа, необходимого для разрушения почвенного пласта. *Почвообрабатывающие машины и динамика агрегатов: сб. науч. тр.* Челябинск, ЧИМЭСХ, 1987, с. 113–118.
- [3] Измайлов А.Ю., Лобачевский Я.П., Старовойтов С.И., Ахалая Б.Х., Ценч Ю.С., Коротченя В.М. *Устройство для обработки почвы пульсирующим сжатым воздухом.* Патент № 189159 U1 РФ, бюл. № 14, 2019.
- [4] Ялалетдинов Д.А., Рахимов И.Р., Куликова А.П., Бычков И.В., Кузьмин Д.А., Усик М.О., Толкачев В.А. Моделирование процессов рыхления почвы сжатым воздухом. *Челябинский физико-математический журнал*, 2024, т. 9, № 1, с. 160–168.
- [5] Рахимов Р.С., Ялалетдинов А.Р., Рахимов И.Р., Ялалетдинов Д.А., Фетисов Е.О., Граков Ф.Н., Куликова А.П., Сулейманов А.И., Хазов И.Е. *Чизельный рабочий орган для обработки почвы пульсирующим сжатым воздухом.* Патент №228363 U1 РФ, бюл. № 24, 2024.

УДК 621.373.826

Оптимизация качества и производительности фемтосекундной микрообработки изменением фокусного расстояния

Родимкин Никита Игоревич^(*)

rodimkinni@student.bmstu.ru

Александров Андрей Романович

aleksandrovar@bmstu.ru

Шупенев Александр Евгеньевич

ash@bmstu.ru

МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, Россия

Аннотация. Рассмотрено влияние фокусного расстояния (30–75 мм) на параметры фемтосекундной лазерной микрообработки. Показано, что уменьшение фокусного расстояния до 30 мм приводит к уменьшению диаметра пучка и ширины реза при одновременном увеличении плотности мощности, что повышает прецизионность обработки. И наоборот, при увеличении фокусного расстояния возрастает ширина реза и снижается интенсивность излучения, что ограничивает точность, но повышает стабильность процесса. Таким образом, продемонстрировано, что выбор фокусного расстояния является инструментом управления балансом между качеством и производительностью. Результаты могут быть использованы при оптимизации режимов микрообработки в микроэлектронике и приборостроении.

Ключевые слова: фемтосекундная микрообработка, фокусное расстояние, диаметр пучка, плотность мощности

Введение. Фемтосекундная лазерная микрообработка обеспечивает высокую точность и минимальное термическое воздействие, однако влияние фокусного расстояния на процесс изучено недостаточно [1, 2]. В работе исследовано воздействие линз с фокусным расстоянием 30–75 мм на микрообработку металлов. Проанализированы изменения плотности мощности и геометрии пучка. Цель — определение оптимальных параметров для баланса точности и производительности обработки.

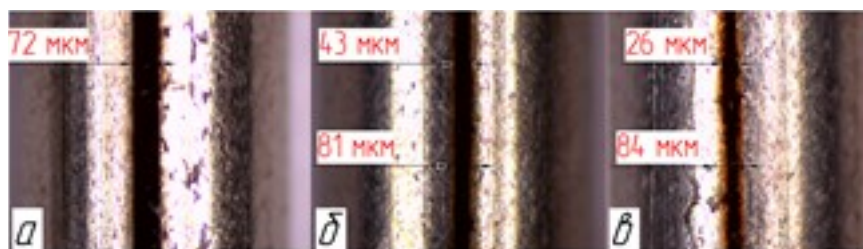
Методы и материалы; результаты. Эксперименты выполнены на фемтосекундном лазерном комплексе «Тета-10» (ООО Авеста Проект, Россия) с длиной волны 1064 нм и длительностью импульса 254 фс. Позиционирование образцов осуществлялось с использованием прецизионного трехкоординатного позиционера с линейными двигателями и разрешением 0,1 мкм. В качестве объектов исследования использовались трубчатые заготовки из нержавеющей стали AISI304 диаметром 2 мм и толщиной стенки 200 мкм. Фокусировка излучения проводилась объективами с следующими фокусными расстояниями: 30, 40, 50, 60, 75 мм. В серии из десяти экспериментов исследовано влияние фокусного расстояния линз (30–75 мм) при двух уровнях энергии импульса: 20 и 40 мкДж. Полученные данные для режима с энергией 40 мкДж (см. таблицу) демонстрируют уменьшение диаметра пучка от 62,5 мкм при фокусном расстоянии 75 мм до 25 мкм при 30 мм. Соответственно, плот-

ность мощности возрастала от 51,3 до 321 ТВт/м², что сопровождалось уменьшением ширины реза и формированием более четкой геометрии канала. Наибольшие различия в морфологии реза зафиксированы именно при 40 мкДж, что связано с более выраженной ролью плотности мощности в этих условиях. Для режима с энергией 20 мкДж характерные зависимости сохранялись, однако эффекты проявлялись менее наглядно.

Результаты серии экспериментов при энергии импульса 40 мкДж

№	Фокусное расстояние, мм	Диаметр пучка, мкм	Плотность мощности, ТВт/м ²
1	75	62,5	51,3
2	60	50	80,3
3	50	41,7	116
4	40	33,3	181
5	30	25	321

Полученные результаты демонстрируют ключевую роль фокусного расстояния в фемтосекундной микрообработке (рисунок). Уменьшение фокусного расстояния повышает плотность мощности, обеспечивая четкие границы реза, но увеличивает риск локального термического повреждения. Увеличение фокусного расстояния снижает прецизионность, но повышает стабильность процесса. Сравнение энергетических режимов показало, что при 20 мкДж зависимости сохраняются, но выражены слабее из-за недостаточной энергии для формирования контрастных структур. При 40 мкДж влияние оптики проявляется наиболее отчетливо, позволяя регулировать баланс между качеством и производительностью обработки.



Ширина реза и ширина реза с дефектной зоной в зависимости от фокусного расстояния:

a — 75 мм, *б* — 50 мм, *в* — 30 мм

Закключение. Оптимальные результаты при энергии 40 мкДж достигнуты с линзой 60 мм, обеспечившей стабильный профиль реза. Дальнейшее уменьшение фокусного расстояния сокращало ширину реза, но увеличивало зону термического воздействия. Таким образом, повышение прецизионности

требует тщательного подбора энергии импульса к фокусному расстоянию для достижения высокого качества обработки.

Список источников

- [1] Chichkov B.N., Momma C., Nolte S., von Alvensleben F., Tünnermann A. Femtosecond, picosecond and nanosecond laser ablation of solids. *Applied Physics A: Materials Science & Processing*, 1996, vol. 63 (2), pp. 109–115.
- [2] Gattass R.R., Mazur E. Femtosecond laser micromachining in transparent materials. *Nature Photonics*, 2008, vol. 2 (4), pp. 219–225.

УДК 378.14

Подготовка специалистов по устойчивому развитию в рамках направления «Техносферная безопасность»

Симакова Елена Николаевна ^(*)	simakova_en@bmstu.ru SPIN-код: 7942-9158
Гапонюк Наталья Алексеевна	gaponyuk@bmstu.ru SPIN-код: 1046-8754
Кирикова Ольга Викторовна	ovkirikova@bmstu.ru SPIN-код: 7815-4328
Щербакова Ирина Сергеевна	i.scherbak@bmstu.ru SPIN-код: 7771-6254

МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, Россия

Аннотация. Рассмотрены вопросы внедрения ESG-стратегии и показатели ее эффективной деятельности. Выявлена общность деятельности в области устойчивого развития с деятельностью в области техносферной безопасности. Представлена возможность подготовки кадров для устойчивого развития в рамках направления Техносферная безопасность.

Ключевые слова: устойчивое развитие, техносферная безопасность, ESG-стратегия, специалист в сфере устойчивого развития, показатели эффективной деятельности

Введение. В 2015 году ООН разработала резолюцию «Повестка дня в области устойчивого развития», в которой заявлено 17 целей устойчивого развития [1]. Заявленные цели ориентированы на улучшение благосостояния людей и защиту планеты от возможного негативного воздействия. Приверженность ЦУР требует от компаний наличие кадрового потенциала, обладающего соответствующими компетенциями.

Методы и материалы; результаты. Важным этапом внедрения ЦУР в деятельность реальных секторов экономики явилась разработка Принципов ответственного инвестирования, разработанных с целью минимизации рисков долгосрочного инвестирования за счет включения социальных, экологических и управленческих факторов в инвестиционные стратегии компании. Именно эти принципы явились началом развития ESG-стратегий компаний, в соответствии с которыми обеспечивается доказательность управления устойчивым развитием.

Ряд крупных российских компаний реализуют ESG-стратегию и публикуют результаты деятельности на официальных сайтах (ПАО «СИБУР Холдинг», РУСАЛ и др.). Внедрение стратегии ESG требует от компании дополнительных профессиональных трудовых ресурсов, что подтверждается наличием спроса на специалистов по устойчивому развитию и опубликованием проекта профстандарта «Специалист в сфере устойчивого развития» [2].

При этом в проекте отсутствует направление Техносферная безопасность, в рамках которого в РФ традиционно ведется подготовка кадров для решения задач всестороннего обеспечения безопасности предприятия. Анализ отчетности по устойчивому развитию показал, что при реализации ESG — стратегии, значительная часть КРІ направлений Environmental и Social компаний напрямую связана с действующими в РФ государственными требованиями в области охраны труда, промышленной безопасности, пожарной безопасности, экологической безопасности. Например, к традиционным КРІ компаний направления Social можно отнести показатели производственного травматизма, данные по оценке профессиональных рисков, по специальной оценке условий труда, по обучению в области охраны труда и т. д. [3, 4].

Заключение. Заявленные в проекте профессионального стандарта «Специалист в сфере устойчивого развития» обобщенные трудовые функции, трудовые функции в целом соответствуют компетентностной модели выпускника Техносферной безопасности. Однако для успешной реализации профессиональной деятельности в области устойчивого развития основную профессиональную образовательную программу направления Техносферная безопасность (любой направленности) необходимо дополнительно усилить блоком управленческих дисциплин.

Список источников

- [1] *Повестка дня в области устойчивого развития*. URL: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/ru/about/development-agenda/> (дата обращения 10.09.2025).
- [2] *Об утверждении профстандарта «Специалист в сфере устойчивого развития»*. Проект Приказа Минтруда России (подготовлен Минтрудом России 26.04.2024). URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/56890750/> (дата обращения 10.09.2025).
- [3] *Отчет о социальной деятельности группы Газпром*. URL: <https://www.gazprom.ru/f/posts/44/479056/gazprom-sustainability-report-2024-ru.pdf> (дата обращения 10.09.2025).
- [4] *Интегрированный годовой отчет ПАО «СИБУР Холдинг»*. URL: <https://www.sibur.ru/upload/iblock/7e3/lyy3m51ceidmi6hctlf4pcie1d2lzyep.pdf> (дата обращения 10.09.2025).

УДК 620.179

Оценка деградации свойств и остаточного ресурса трубопроводов тепловых сетей методами неразрушающего контроля

Синев Иван Олегович^(*)

sinevio@bmstu.ru

SPIN-код: 6664-8958

Пургина Евгения Евгеньевна

purgina844@gmail.com

МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, Россия

Аннотация. В работе представлены результаты экспериментального исследования деградации материала трубопроводов тепловых сетей после длительной эксплуатации. Проведен анализ изменения механических свойств, оценена возможность применения комплекса методов неразрушающего контроля (НК) для диагностики состояния и прогнозирования остаточного ресурса. На основе риск-ориентированного подхода предложена методика оценки, позволяющая повысить достоверность прогноза безопасной эксплуатации.

Ключевые слова: тепловые сети, остаточный ресурс, неразрушающий контроль, коррозия, механические свойства, риск-ориентированный подход

Введение. Трубопроводы тепловых сетей являются критически важными объектами городской инфраструктуры. Значительный износ сетей и высокий уровень аварийности, 80–85 % которых вызваны наружной коррозией [1], обуславливают актуальность задач по оценке их технического состояния и прогнозированию остаточного ресурса. Для оценки состояния труб широкое распространение получили критерии, основанные на результатах измерения параметров ультразвука (УЗ), коэрцитивной силы (КС), электросопротивления (ЭС), вихревых токов (ВТ). Перечисленные методы исследования были использованы в данной работе, проведенной с целью комплексной оценки деградации свойств и остаточного ресурса трубопроводов тепловых сетей методами неразрушающего контроля.

Методы и материалы; результаты. Для проведения исследований были выбраны два фрагмента участков прямых трубопроводов из конструкционной малоуглеродистой стали 20 со сроком эксплуатации 17 и 26 лет. Из каждого фрагмента были изготовлены образцы. Геометрия образцов определена в соответствии с ГОСТ 1497. Для оценки параметров неразрушающего контроля в процессе растяжения выполнялись периодические остановки (10–12 шт.). Также в работе была оценена деградация механических свойств после эксплуатации. Была выполнена была выполнена оценка остаточного ресурса $[T_{NDT}]$ испытанных образцов с использованием комплекса методом контроля по соотношению

$$[T_{NDT}] = \min(T_i), \quad (1)$$

где значение остаточного ресурса по каждому их методом (T_i) определяется как

$$[T_i] = \frac{|Y^{\text{крит}} - Y|}{A_H}, A_H = \left| \frac{Y - Y^0}{C} \right|, \quad (2)$$

где $Y^{\text{крит}}$ — предельное значение контролируемого параметра для данной стали (определялось как значение параметра при пределе прочности); Y — среднее значение контролируемого параметра, полученное в результате измерений; A_H — скорость роста (снижения) контролируемого параметра; где Y^0 — исходное значение контролируемого параметра (для поставки металла); C — время эксплуатации [2]. С использованием соотношений (1) и (2) на основе начальных измерений параметров неразрушающего контроля был рассчитан остаточный ресурс материала в зависимости от срока эксплуатации.

Из результатов испытаний следует, что с увеличением срока эксплуатации пределы упругости (σ_y), текучести (σ_T) и прочности (σ_B) материала снижаются, однако пластичность материала остается достаточно высокой для всех исследуемых образцов.

Согласно результатам оценки коэрцитивной силы, остаточный срок службы составил 37,5 лет для образца после 17 лет эксплуатации и 18,4 года — после 26 лет. Анализ параметра вихревых токов показывает значения 19,9 лет и 32,1 года соответственно. Наиболее точную и реалистичную оценку дает метод измерения электрического сопротивления. Согласно ему, остаточный ресурс обоих образцов оказывается существенно ниже и составляет всего 2,3 года и 0,2 года для образцов с 17 и 26 годами службы, что и может быть принято в качестве параметра $[T_{NDT}]$.

Заключение. В результате работы экспериментально подтверждено значительное ухудшение прочностных свойств материала трубопроводов тепловых сетей после 17 и 26 лет эксплуатации, показана эффективность комплекса методов НК (вихретоковый, ультразвуковой, коэрцитивной силы, электрического сопротивления) для диагностики состояния материала и мониторинга его деградации в процессе нагружения. Разработана и апробирована методика оценки остаточного ресурса, основанная на данных неразрушающего контроля и риск-ориентированном подходе.

Список источников

- [1] Данилова А.С. Анализ аварийности сетей тепло- и газоснабжения. *Вестник магистратуры*, 2021, т. 1–5, № 112, с. 27–31.
- [2] Кузьминов Л.А. и др. Оценка остаточного ресурса портального крана при проведении экспертизы промышленной безопасности. *European science*, 2015, № 8 (9).

УДК 519.6

Квантовые роевые алгоритмы

Скобцов Юрий Александрович

ya_skobtsov@list.ru

SPIN-код: 4948-4065

Государственный университет аэрокосмического приборостроения,
Санкт-Петербург, Россия

Аннотация. Представлены новые мета-эвристики, построенные на основе слияния методов роевого интеллекта и квантовых алгоритмов. Потенциальное решение здесь представляется кубитами, в процессе поиска оно эволюционирует с помощью квантовых операторов. При этом путем наблюдения двоичного (или вещественного) из квантового представления (кубитов) формируются и обрабатываются двоичные (или вещественные) решения, которые далее доводятся до (суб)оптимальных с помощью роевых алгоритмов. В качестве роевых можно использовать различные алгоритмы: оптимизации роя частиц, муравьиные, пчелиные и другие.

Ключевые слова: квантовые вычисления, роевые алгоритмы, квантовые роевые алгоритмы, муравьиные алгоритмы

Введение. Роевые алгоритмы — это мета-эвристики для решения вычислительно сложных задач оптимизации, основная идея которого состоит в том, чтобы распределить вычислительные ресурсы по множеству относительно простых агентов, называемых частицами роя [1]. При этом поведение каждой частицы описывается простыми правилами, которые сформулированы на основании модели повелений реальных компонентов роя. Оригинальные предложения, такие как роевые, муравьиные и многие другие разработаны для классических компьютеров [1, 2]. В настоящее время, роевые методы переосмысливаются, и разрабатываются новые алгоритмы, с использованием моделей квантовой механики [3], которые используются в классических компьютерах.

Методы и материалы; результаты. Представление(кодирование) потенциального решения в ЭКА использует концепцию кубитов. Состояние кубита может быть представлено следующим образом [3] $\Psi \geq \alpha|0 + \beta|1$, где α и β — комплексные числа, которые определяют амплитуды соответствующих состояний. Квантовый роевой алгоритм содержит следующие основные этапы. Сначала выполняется инициализация квантовых частиц $Q(t)$ с последующим наблюдением, где квантовое представление переводится в двоичное (или вещественное). Далее оценивается качество полученных частиц (двоичных или вещественных) и запоминаются лучшие решения. В основном цикле осуществляются указанные процедуры наблюдения и оценки потенциальных решений, после которых производится модификация квантовой популяции с использованием стандартных квантовых вентилей [3, 5]. Отметим, что здесь процедуры наблюдения и изменения модифицированы для работы с кванто-

выми частицами вместо квантовых особей (которые используются в квантовых эволюционных алгоритмах) [4, 5]. Основным отличием данного алгоритма является то, что из квантового представления путем наблюдения формируются и обрабатываются двоичные (или вещественные) решения, которые далее доводятся до (суб)оптимальных с помощью роевых алгоритмов. Кроме роевых алгоритмов, в основном, на этапе «доводки» можно использовать и другие, например, муравьиные, пчелиные и т. п. [5]. Например, в [6] разработана квантовая версия пчелиных алгоритмов, названная квантово-вдохновленными пчелиными алгоритмами (*QABC*). Как и свои предшественники эти алгоритмы, как правило, применяются для численной оптимизации и апробированы на эталонных функциях. Они апробированы на тестовых проблемах численной и комбинаторной оптимизации, таких, как задачи об укладке рюкзака и коммивояжера.

Заключение. Квантовые роевые алгоритмы обладают отличной способностью глобального поиска из-за своего разнообразия, обусловленной вероятностным представлением, и имеют быструю сходимостью к лучшему решению за счет использования прошлой истории особи. Они также имеют более четкое условие завершения и меньшее время вычислений. Экспериментальные результаты для тестовых функций (benchmarks) подтвердили эти характеристики.

Список источников

- [1] Родзин С.И., Скобцов Ю.А., Эль-Хатиб С.А. *Биоэвристики: теория, алгоритмы и приложения*. Чебоксары, ИД «Среда», 2019, 224 с.
- [2] Скобцов Ю.А., Сперанский Д.В. *Эволюционные вычисления*. Москва, Национальный Университет ИНТУИТ, 2016.
- [3] Нильсен М., Чанг И. *Квантовые вычисления и квантовая информация*. Москва, Мир, 2006.
- [4] Скобцов Ю.А. Роевые квантовые алгоритмы. *Прикладной искусственный интеллект: перспективы и риски. Междунар. конф.: сб. докл.* Санкт-Петербург, ГУАП, 2024, с. 334–336.
- [5] Скобцов Ю.А. *Современные эволюционные алгоритмы*. Санкт-Петербург, ГУАП, 2024, 372 с.
- [6] Ross M.H.O. A review of quantum-inspired metaheuristics: Going from classical computers to real quantum computers. *IEEE Access*, 2020, vol. 8, pp. 814–838.

УДК 004.896

Оптимизационный фреймворк для размещения сенсоров на БПЛА

Софьин Михаил Константинович¹

m.sofin@innopolis.university

Меньшиков Никита Михайлович¹

n.menshikov@innopolis.university

Буличев Олег Викторович^{1,2(*)}

bulichev.ov@mipt.ru

¹ АНО ВО «Университет Иннополис», Иннополис, Россия² Московский физико-технический институт (МФТИ), Москва, Россия

Аннотация. Представлен фреймворк для оптимизации размещения гетерогенных датчиков на плоской монтажной поверхности БПЛА. Модель формализует решение как набор параметров положения и ориентации для каждого датчика и использует многокритериальную оптимизацию (NSGA-II) для одновременной минимизации перекрытия полей зрения (АО) и оптимизации угловой согласованности обзора (AAD). Метод протестирован на трех промышленных платформах. Полученные компоновки демонстрируют существенное улучшение предложенных метрик по сравнению с базовой заводской конфигурацией.

Ключевые слова: сенсоры, БПЛА, оптимизация, генетический алгоритм, размещение сенсоров

Введение. Размещение датчиков является ключевым фактором, определяющим качество перцептивных модулей автономных систем. Неправильная компоновка приводит к избыточному перекрытию полей зрения или, напротив, к недостаточному покрытию наблюдаемой сцены, что ухудшает качество слияния данных и надежность обнаружения.

Существующие подходы фокусируются либо на двумерном покрытии и простых геометрических метриках, либо на однотипных сенсорных конфигурациях; их расширение на гетерогенные и пространственно ограниченные платформы остается ограниченным [1, 2].

Методы и материалы; результаты. Платформа моделируется как прямоугольная плоская панель. Для каждого датчика оптимизируются координаты монтажа и ориентация. Характеристики, такие как дальность и угол обзора, считаются фиксированными для заданной модальности. Цель — одновременно минимизировать АО между парами датчиков и максимизировать AAD относительно центроида конфигурации. Задача решается как двухкритериальная оптимизация с восстановлением множества Парето-оптимальных решений.

В работе применяется генетический алгоритм NSGA-II [3]. Данный алгоритм был выбран благодаря возможности обеспечения комплексной визуализации процесса.

В реализованном генетическом алгоритме каждая особь кодирует размещение фиксированного количества датчиков m , которое остается постоянным

во всех популяциях. Для каждого датчика кодируются координаты положения и угол ориентации, в то время как дальность и угол обзора остаются неизменными в зависимости от модальности датчика. Начальная популяция формируется путем копирования базовой конфигурации, предоставленной пользователем. В качестве генетических операторов используются кроссовер, а также мутации, реализованные через нормальное распределение для параметров положения и равномерное распределение для углов ориентации.

В экспериментальной части исследования предложенный оптимизационный фреймворк подвергается оценке на трех коммерчески доступных мультироботных БПЛА. На каждой платформе установлено по 8 датчиков (камер). В качестве базовой конфигурации (исходной точки) принято оригинальное размещение датчиков от производителя, описанное в руководстве пользователя. Данная базовая конфигурация сравнивается с тремя оптимизированными вариантами: Max AAD, Min АО.

Результаты экспериментов демонстрируют, что оптимизированные конфигурации значительно превосходят базовые компоновки производителя по обоим целевым метрикам.

Заключение. Разработанный фреймворк демонстрирует способность получать Парето-оптимальные компоновки для гетерогенных конфигураций датчиков на ограниченной монтажной панели. Результаты показывают, что сбалансированные решения обеспечивают существенные улучшения по обоим метрикам.

Список источников

- [1] Gonzalez-Barbosa J.J. et al. Optimal camera placement for total coverage. *IEEE International Conference on Robotics and Automation*, IEEE, 2009, pp. 844–848.
- [2] Kaveti P. et al. Oasis: Optimal arrangements for sensing in slam. *IEEE International Conference on Robotics and Automation (ICRA)*, IEEE, 2024, pp. 13818–13824.
- [3] Deb K. et al. A fast and elitist multiobjective genetic algorithm: NSGA-II. *IEEE transactions on evolutionary computation*, 2002, vol. 6, no. 2, pp. 182–197.

УДК 630*168:581.824

Лучевая и тяжевая паренхима при формировании годичного прироста в стволах хвойных

Стасова Виктория Викторовна^{1(*)}

vistasova@mail.ru

Осколков Владимир Александрович²

vosk@sifibr.irk.ru

¹ Институт леса им. В.Н. Сукачева СО РАН, Красноярск, Россия² Сибирский институт физиологии и биохимии растений СО РАН, Иркутск, Россия

Аннотация. Изучены морфолого-анатомические характеристики ксилемных и флоэмных лучей и флоэмной тяжевой паренхимы в ходе формирования годичного прироста в стволах сосны обыкновенной, лиственницы сибирской и ели сибирской, произрастающих в одних экологических условиях. Показано, что уменьшение удельного объема ксилемных лучей связано с уменьшением их ширины в зонах развития трахеид. Найдено, что характеристики флоэмных лучей менее вариабельны по сезону. Содержание лучевой и тяжевой паренхимы видоспецифично.

Ключевые слова: сосна обыкновенная, лиственница сибирская, ель сибирская, годичное кольцо, ксилемные и флоэмные лучи, флоэмная паренхима

Введение. Формирование годичных приростов ксилемы и флоэмы у разных видов древесных растений привлекает внимание многих исследователей. Физиология камбиальной деятельности и морфолого-анатомические характеристики развивающихся и зрелых клеток ксилемы и флоэмы для ряда видов описаны довольно подробно, например [1]. Но кроме собственно проводящих элементов древесные стволы содержат разветвленную сеть паренхимных элементов, роль которых в жизнедеятельности дерева велика и многообразна, несмотря на сравнительно небольшую их долю в биомассе ствола [2].

Целью нашего исследования было определить анатомо-морфологические параметры лучевой системы развивающихся слоев ранней и поздней древесины и флоэмы, а также тяжевой флоэмной паренхимы в стволах сосны обыкновенной, лиственницы сибирской и ели сибирской, растущих в одних экологических условиях.

Методы и материалы; результаты. Объектами исследования служили деревья сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.), лиственницы сибирской (*Larix sibirica* Ledeb.) и ели сибирской (*Picea obovata* Ledeb.) одного возраста, растущие в одинаковых экологических условиях в искусственном насаждении вблизи г. Иркутска [3]. Диаметр стволов модельных деревьев на высоте 1,3 м в среднем составил 16, 22 и 14 см, высота деревьев 12, 13 и 10 м для сосны, лиственницы и ели соответственно. С 3–5 стволов деревьев каждого вида специальным пробойником (0,8 см в диаметре) отбирали керны с интервалом в две недели с конца апреля до середины октября, фиксировали в смеси формалин-этанол-уксусная кислота 5 : 90 : 5. Поперечные срезы кернов

окрашивали водным раствором 0,05 % крезилового фиолетового и заключали в глицерин. Для определения процентного содержания лучей в ранней и поздней древесине и флоэме использовали метод линий, рекомендованный А.А. Яценко-Хмелевским [4]. Измерения проводили под микроскопом с окуляром 7× и объективом х20, используя линейку окуляр-микрометра. На трех участках поперечного среза на 5 линиях в тангентальном (параллельно границе годичного слоя) направлении считали количество лучей и измеряли их ширину. Содержание тяжелой паренхимы в годичном приросте флоэмы определяли, располагая линейку в радиальном направлении (перпендикулярно границе годичного слоя).

Выявлено, что удельный объем лучей в развивающемся годичном слое ксилемы составлял 8–12 % в зоне роста растяжением, где трахеиды имели тонкие первичные клеточные стенки. В зоне вторичного утолщения трахеид этот показатель уменьшался и в зрелой ксилеме не превышал 4–8 %. При этом уменьшалась ширина лучей, что, по-видимому, и обуславливало снижение содержания лучей в зонах созревания трахеид. Такая динамика показателей была характерна для всех исследованных пород. В целом ранняя древесина годичного слоя сосны и ели имела меньший удельный объем лучей при меньшей их ширине, чем поздняя, для лиственницы тенденция оказалась противоположной. Отмечено некоторое расширение лучей на границе годичных слоев ксилемы у всех трех хвойных.

В проводящей флоэме содержание лучей было существенно выше, чем в ксилеме и почти не менялось в ходе развития слоя. Наибольшим содержанием отличалась флоэма лиственницы, наименьшим — сосны, при этом ширина флоэмных лучей для трех пород оказалась практически одинаковой. Содержание тяжелой паренхимы в проводящей флоэме наиболее велико у лиственницы — до 25 % от объема годичного прироста, у ели — до 18 %, у сосны 10–12 %, различия достоверны при $p \leq 0,05$.

Заключение. Для трех видов хвойных, растущих в одинаковых условиях, выявлены видоспецифические особенности развития лучевой и тяжелой паренхимы при формировании годичного прироста.

Список источников

- [1] Антонова Г.Ф. *Рост клеток хвойных*. Новосибирск, Наука, 1999, 227 с.
- [2] Carlquist S. Living Cells in Wood 3. Overview; functional anatomy of the parenchyma network. *Bot. Rev.*, 2018, vol. 84, pp. 242–294. <https://doi.org/10.1007/s12229-018-9198-5>
- [3] Суворова Г.Г., Попова Е.В. *Фотосинтетическая продуктивность хвойных древостоев Иркутской области*. Новосибирск, Гео, 2015, 95 с.
- [4] Яценко-Хмелевский А.А. *Основы и методы анатомического исследования древесины*. Москва — Ленинград, Изд-во АН СССР, 1954, 337 с.

УДК 674.038

Влияние влажности березового шпона на формирование адгезионного взаимодействия в системе жидкий клей — древесина

Титунин Андрей Александрович^(*)

a_titunin@kosgos.ru

SPIN-код: 1290-3780

Чумаков Ксения Александровна

ksusha.strugova93@yandex.ru

SPIN-код: 9326-6451

КГУ, Кострома, Россия

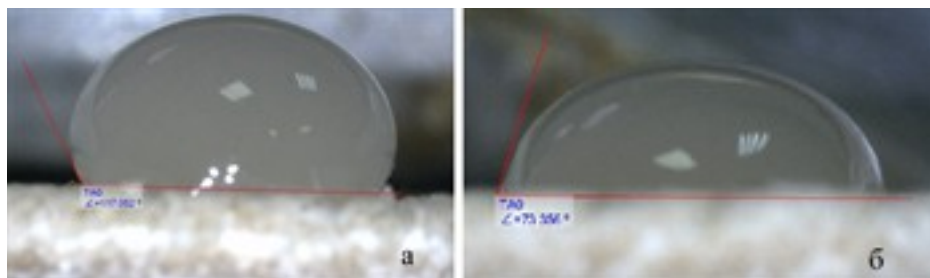
Аннотация. Представлены результаты исследований взаимосвязи температурно-влажностного состояния древесины и смачиваемости поверхности березового шпона при склеивании карбамидоформальдегидными смолами. Для анализа поверхностных явлений использовался метод определения краевого угла смачивания. Показано, что при нанесении клеевого состава на поверхность шпона влажностью 6 % краевой угол смачивания оказывается выше, чем при влажности шпона 11 %. Сделан вывод, что при использовании влажного шпона обеспечивается более равномерное растекание клея по поверхности шпона.

Ключевые слова: влажность древесины, фанера, шпон, краевой угол смачивания

Введение. При производстве фанеры пакетным способом в процессе горячего прессования при склеивании листов шпона нередко в готовой продукции появляются «пузыри» из-за избыточного давления парогазовой смеси, что в свою очередь является следствием попадания в пакет листов шпона повышенной влажности. В производственных условиях не удастся обеспечить одинаковую конечную влажность шпона, что приводит к 3–7 % брака фанерной продукции из-за образования «пузырей». Поэтому разработка технологии склеивания шпона влажностью до 10–11 % является актуальной задачей. В Костромском государственном университете совместно с фанерным комбинатом «Свеза в Костроме» проведены исследования по двухэтапному послойному склеиванию шпона [1].

Методы и материалы; результаты. Для анализа поверхностных явлений использовался метод определения краевого угла смачивания. Отбирались листы березового шпона толщиной 1,5 мм одинаковой плотности. Часть шпона высушивалась до влажности 6 % (сухой шпон), другая часть — до влажности 11 % (влажный шпон). Измерения краевого угла проводились с интервалом в 30 с. В качестве примера на рисунке представлены результаты определения краевого угла смачивания сухого (а) и влажного (б) шпона. Опираясь на результаты ранее выполненных исследований Криворотовой А.И. [2], Русакова Д.С., Варанкиной Г.С., Чубинского А.Н. [3] и других авторов [4], была высказана гипотеза, что с одной стороны при взаимодействии клеевого состава с влажной древесиной происходит лучшее смачивание поверхности и растека-

ние клея; с другой стороны — при увеличении влажности древесины снижается количество реакционноспособных гидроксильных группировок, входящих в состав древесной матрицы и участвующих в образовании химических связей с высокомолекулярными соединениями клеевого состава.



Краевой угол смачивания:
а — сухого шпона; б — влажного шпона

Заключение. Установлено, что смачиваемость шпона влажностью 6 % хуже, чем шпона влажностью 11 %. Это препятствует равномерному распределению клеевого состава по поверхности шпона. При этом наблюдаются различия в значениях угла смачивания вдоль и поперек волокон. На влажном шпоне угол в течение 30 сек. уменьшается с 73° до 18° в направлении вдоль волокон и с 79° до 41° в направлении поперек волокон. Для сухого шпона установлено уменьшение угла смачивания соответственно со 118° до 97° вдоль волокон и со 129° до 117° поперек волокон.

Список источников

- [1] Чумак К.А., Титунин А.А. Технологические аспекты двухэтапного способа получения фанеры с использованием влажного шпона. *Вестник Поволжского государственного технологического университета. Серия: Материалы. Конструкции. Технологии*, 2024, № 3 (31), с. 69–79. <https://doi.org/10.25686/2542-114X.2024.3.69>
- [2] Криворотова А.И. *Исследование адгезионного взаимодействия жидкого клея с древесинной*. Дис. ... канд. техн. наук. Красноярск, 1999, 144 с.
- [3] Русаков Д.С., Варанкина Г.С., Чубинский А.Н. Теоретическое и экспериментальное обоснование характера взаимодействия модифицированных связующих с древесиной. *Известия высших учебных заведений. Лесной журнал*, 2022, № 6 (390), с. 153–163. <https://doi.org/10.37482/0536-1036-2022-6-153-163>
- [4] Engelhardt M., Böger T., Gigl M., Meng C., Soprnyuk V., Schranz W., Richter K., Sánchez-Ferrer A. Interactions of hydrophilic birch wood (*Betula pendula* ROTH) extractives with adhesives for load-bearing timber structures. *International Journal of Adhesion and Adhesives*, 2023, vol. 125, art. no. 103447. <https://doi.org/10.1016/j.ijadhadh.2023.103447>

УДК 378

Вопросы формирования научно-образовательной среды для подготовки инженерных кадров по техносферной безопасности в транспортном вузе

Трофименко Юрий Васильевич

ywtrofimenko@mail.ru

SPIN-код: 6706-7760

Григорьева Татьяна Юрьевна

grigorievamadi@yandex.ru

SPIN-код: 3363-4010

ФБГУ ВО «МАДИ», Москва, Россия

Аннотация. Обязательным условием совершенствования учебных планов, содержания дисциплин является учет трендов, определяющих трансформацию транспортных технологий, необходимость изменения приоритетов научных исследований по техносферной безопасности на транспорте. В основе методология обеспечения устойчивого и безопасного развития транспортных систем с выходом на траекторию низкоуглеродного развития. Рассмотрены задачи, которые необходимо решить, организационно-методические проблемы, принципы организации адекватной научно-образовательной среды уровневой подготовки кадров.

Ключевые слова: транспорт, техносферная безопасность, научно-образовательная среда

Введение. Подготовка инженеров к решению проблем безопасности в техносфере может быть успешно реализована только в рамках формирования соответствующей научно-образовательной среды по запросам конкретных отраслей экономики, в том числе транспортного комплекса. В связи с переходом на уровневую подготовку кадров по направлению «Техносферная безопасность» ситуация в методическом плане усложнилась.

Методы и материалы; результаты. Для подготовки востребованных специалистов по техносферной безопасности индустриальными партнерами обязательным условием совершенствования учебных планов, содержания дисциплин является учет трендов, определяющих кардинальную трансформацию транспортных технологий на среднесрочную перспективу [1–3]. Данные тренды меняют приоритеты научных исследований по техносферной безопасности на транспорте, предполагают корректировку аксиоматики, целеполагания, предмета, объектов исследования, содержания специальных дисциплин.

Заключение. При формировании научно-образовательной среды необходимо сохранение естественно-научной и инженерной основы и отраслевой направленности бакалавриата и магистратуры; реализация системного подхода к оценке экологической устойчивости, энергетической эффективности и комплексной безопасности транспортной деятельности и методологии риск-менеджмента. На уровне бакалавриата системный подход при подготов-

ке выпускных квалификационных работ (ВКР) распространяется на отдельные объекты, технологии с привязкой объектов к территории. На уровне магистратуры в ВКР рассматривается позитивное и негативное влияние транспорта на природную и социальную среду на экологически чувствительных территориях и разрабатываются меры по снижению негативного воздействия при сохранении его функциональной эффективности. Залогом успешной подготовки инженеров по техносферной безопасности является формирование соответствующей научно-образовательной среды по запросам конкретных отраслей экономики.

Список источников

- [1] Трофименко Ю.В. Проблемные вопросы управления техносферной безопасностью транспортных систем. *XIV Всерос. мультikonференция по проблемам управления МКПУ–2021: сб. материалов*. Ростов-на-Дону — Таганрог, Южный федеральный ун-т, 2021, с. 96–100.
- [2] Трофименко Ю.В. Проблемы декарбонизации автомобильного транспорта в Российской Федерации. *Транспорт Российской Федерации. Журнал о науке, практике, экономике*, 2022, № 6 (103), с. 37–41.
- [3] Якубович А.Н., Трофименко Ю.В., Якубович И.А. *Моделирование и оценка природных и техногенных рисков в автотранспортном комплексе*. Москва, МАДИ, 2018, 232 с.

УДК 330.341.1+321.011

Технологическое что? Особенности российского стратегического выбора

Файков Дмитрий Юрьевич¹cat1611@mail.ru
SPIN-код: 4156-7510Байдаров Дмитрий Юрьевич^{1,2}d_baydarov@mail.ru
SPIN-код: 7613-1681¹ НИЯУ МИФИ, Москва, Россия² Государственная корпорация по атомной энергии «Росатом», Москва, Россия

***Аннотация.** Рассмотрены и даны авторские определения категориям «технологическая независимость», «технологический суверенитет», «технологическое лидерство» с позиций государственного развития. Показано их различие и применимость, прежде всего, в международно-политической части.*

***Ключевые слова:** технологический суверенитет, технологическое лидерство, технологическая независимость, импортозамещение, новая экономическая модель*

Введение. Выбор стратегического пути развития страны — одна из наиболее обсуждаемых и острых тем, как в теоретическом, так и практическом плане [1]. Безусловным, в состоянии жесткого противостояния с «коллективным Западом», видится необходимость собственного научного и технологического развития. В официальном политическом поле появилось сразу несколько вариантов такого развития: технологический суверенитет, технологическое лидерство, технологическая независимость. Несмотря на их схожесть, каждый из них обладает своим наполнением: политические действия, институциональное обеспечение, необходимые ресурсы и пр. Цель работы — попытка формализации терминов и поиск возможностей их использования для целей стратегического развития.

Материалы и методы; результаты. Исследование построено на использовании системного, институционального, политико-юридического, сравнительного анализа. Используются авторское определение технологического суверенитета [2], авторское определение и обоснование технологического лидерства [3].

Категории «технологическая независимость», «технологический суверенитет», «технологическое лидерство» обозначают состояние государства, складывающееся в результате каких-то процессов и действий, то есть могут рассматриваться, как цель развития государства. Указанные категории имеют разное значение, несмотря на то, что в текущих документах часто используются как синонимы, или как близкие по смыслу термины.

Технологический суверенитет — возможность и способность страны независимо от внешних воздействий выбирать, создавать, приобретать, ис-

пользовать, продвигать технологии, которые обеспечивают геополитическое лидерство и преимущества в долгосрочном развитии [2]. Технологический суверенитет требует развития не только критических и сквозных, но и перспективных технологий, что невозможно без развития науки, научно-технологического прогнозирования, системы образования. В современных условиях все чаще рассматривается коллективный техсуверенитет, базирующийся на сотрудничестве государств в рамках партнерств.

Технологическое лидерство государства — категория, предполагающая наличие национальных компаний — лидеров, работающих на глобальных рынках; национальных технологических платформ, используемых широким кругом иностранных пользователей; национальных технологий, используемых в разных странах; стандартов, создаваемых в государстве и используемых иностранными лицами; скоординированных национальных инвестиций в других государствах; системы «мягкой силы» и пр. [3]. Технологическое лидерство возможно только в рамках межгосударственной системы.

Технологическая независимость — состояние государства, при котором оно способно организовать с помощью отечественных организаций разработку и использование в производстве технологий, обеспечивающих обороноспособность и безопасность государства, нормальное функционирование экономики и общества (обеспечение продуктами питания, фармацевтической продукцией, транспортом, средствами производства и пр.) и перспективное экономическое развитие.

Рассматриваемые стратегические цели связаны между собой, но между ними есть и различия. Технологическую независимость можно обозначить, как базовую категорию, подразумевающую обеспечение благ, без которых невозможно нормальное функционирование государства и жизнь его граждан. Технологический суверенитет не обязательно включает полную независимость, а сочетание независимости в области основных для государства технологий, и формирования дружественных партнерств, для развития иных значимых технологий и производств. Технологическое лидерство государства сочетает в себе деятельность на мировых рынках национальных компаний и активную политическую деятельность в межгосударственной системе государства.

Отдельно отметим «импортозамещение», как часто используемый в ряду данных терминов. Принципиальное различие в том, что технезависимость, техсуверенитет, техлидерство — это состояние государства, то есть цель его развития, а импортозамещение является процессом, который ведет к достижению цели.

Заключение. Рассмотренные термины имеют каждый свой смысл в политическом, общественном и юридическом дискурсе. Значимость международно-политической составляющей возрастает от технологической независимости к технологическому лидерству. Политический фактор обуславливает необходимый набор действий государства для достижения каждой из целей.

Список источников

- [1] Аганбегян А.Г. Место России среди ведущих стран мира в процессе интеграции и соперничества в перспективе. *Экономическое возрождение России*, 2024, № 2, с. 12–31. <https://doi.org/10.37930/1990-9780-2024-2-80-12-33>
- [2] Файков Д.Ю., Байдаров Д.Ю. На пути к технологическому суверенитету: теоретические подходы, практика, предложения. *Экономическое возрождение России*, 2023, № 1, с. 67–82. <https://doi.org/10.37930/1990-9780-2023-1-75-67-82>
- [3] Безруков А.О., Байдаров Д.Ю., Файков Д.Ю. Технологическое лидерство государства: концептуальное понимание и механизмы формирования. *Экономическое возрождение России*, 2024, № 1, с. 75–89. <https://doi.org/10.37930/1990-9780-2024-1-79-75-89>

УДК 504.05

Анализ процесса возникновения и развития опасных техногенных событий для прогнозирования экологического ущерба

Федосеева Татьяна Алексеевна

fedoseeva.t@bmstu.ru

SPIN-код: 6418-8229

МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, Россия

Аннотация. Проведен комплексный анализ процесса развития опасного техногенного события (ОТС) от стадии возникновения до реализации негативных последствий, включая экологический ущерб. Разработана причинно-следственная модель, включающая сценарии развития опасных техногенных событий. Особое внимание уделено факторам, определяющим масштаб и характер воздействия на компоненты окружающей среды. Модель позволит более точно идентифицировать риски, прогнозировать масштаб последствий для компонентов окружающей среды, применять мероприятия по предупреждению и снижению экологического ущерба. Результаты работы могут быть использованы для дальнейшей разработки методики оценки эффективности мероприятий по снижению экологического ущерба от ОТС в целях совершенствования систем управления промышленной и экологической безопасностью.

Ключевые слова: опасное техногенное событие, экологический ущерб, чрезвычайная ситуация, причинно-следственная модель, окружающая среда

Введение. Актуальность исследования обусловлена ростом техногенной нагрузки на окружающую среду и масштабов последствий опасных техногенных событий, в том числе чрезвычайных ситуаций, приводящих к значительному экологическому ущербу. Проведенный анализ показал, что существующие подходы во многом не учитывают полную цепочку развития экологического ущерба — от исходной причины до воздействия на окружающую среду, а только рассматривают технические или организационные аспекты, что снижает эффективность планирования предупредительных мероприятий. Отсутствие единого системного подхода к анализу цепочки развития негативных последствий от техногенного воздействия на окружающую среду предопределили разработку причинно-следственной модели анализа процесса возникновения и развития ОТС для прогнозирования экологического ущерба.

Методы и материалы; результаты. Причинно-следственная модель представляет собой последовательность развития событий от накопления предпосылок до реализации экологического ущерба. Исходным событием рассматриваемой цепочки является опасное техногенное событие (ОТС). На первом этапе происходит формирование способствующего фактора, который приведет к реализации ОТС, например накопление дефектов или ошибки персонала. Вероятность возникновения самих ОТС зависит от эффективности

мероприятий по их предупреждению [1]. Полностью исключить вероятность возникновения ОТС невозможно, поэтому дальнейшее развитие события определяется эффективностью мер по его локализации и ликвидации на ранней стадии, таких как системы автоматического отключения и блокировок, технические средства локализации и нейтрализации. При условии успешного функционирования системы автоматической защиты и оперативного реагирования, ОТС может быть локализовано, не вызывая значительного ущерба. В случае неэффективных предупредительных мер опасное техногенное событие может перерасти в чрезвычайную ситуацию (ЧС) техногенного характера [2]. Перерастание ОТС в ЧС может оказывать негативное воздействие на экологическое состояние территории, сопровождаться экологическим ущербом [3].

В основе исследования лежит системный подход, сочетающий причинно-следственный анализ для выявления причин ОТС и методы количественной оценки риска, включая расчет вероятностей отказов и масштабов последствий.

Заключение. Процесс развития ОТС в ЧС с экологическим ущербом представляет собой причинно-следственную цепочку, на каждом этапе которой существует возможность предотвращения дальнейшего развития негативного сценария. Масштаб экологического ущерба определяется не только исходным событием, но и эффективностью принятых мероприятий на каждом этапе, а также внешними факторами. Предложенная цепочка развития события может стать основой для интегральной оценки эффективности мероприятий по предупреждению опасных техногенных событий и снижению экологического ущерба, которая должны учитывать показатели, отражающие реальные результаты предпринятых мер: скорость реакции и экологическую результативность.

Список источников

- [1] *О промышленной безопасности опасных производственных объектов.* Федеральный закон от 21.07.1997 № 116-ФЗ.
- [2] *О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера.* Федеральный закон от 21.12.1994 № 68-ФЗ.
- [3] *Об охране окружающей среды.* Федеральный закон от 10.01.2002 № 7-ФЗ.

УДК 621.528;544.576

Применение ультразвуковой десорбции при откачке аналитических электровакуумных приборов

Ханбеков Иван Фэритович^{1,2}

ivan.khan@yandex.ru

¹ АО «Химмед», Москва, Россия² МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, Россия

Аннотация. Быстрое достижение и сохранение высокого вакуума внутри аналитических электровакуумных приборов высокого разрешения, к которым относится большое количество масс-спектрометров, является важным фактором, влияющим на чувствительность приборов, их разрешающую способность, соотношение полезного сигнала к шуму, а также, срок службы. В современных масс-спектрометрах, как правило не применяются методы ускорения десорбционных процессов, во многом это объясняется наличием внутри приборов деталей из полимерных материалов. Для увеличения эффективности откачки приборов возможно применение ультразвукового воздействия, ускоряющего десорбционные процессы с поверхностей твердого тела в вакууме и при этом не требующего дополнительного высокотемпературного прогрева обезгаживаемых поверхностей.

Ключевые слова: вакуум, десорбция, акустическая десорбция, электровакуумные приборы, масс-спектрометры

Введение. Любой процесс откачки можно разделить на два этапа:

1) Этап низкого вакуума, когда основное влияние на давление оказывают газы и пары в объеме вакуумной камеры.

2) Этап высокого вакуума, когда давление зависит главным образом от площади внутренней поверхности вакуумной камеры.

Более эффективной откачке способствуют явления, активирующие испарение, десорбцию и диффузию. Недостатки откачки масс-спектрометров при комнатной температуре или с незначительным прогревом заключаются в том, что они длительны и не эффективны, очевидно, что при проектировании таких приборов разработчики не вникали в теорию откачки. Технология откачки описывается химической теорией сложных реакций [1]. Сложные реакции — это реакции, протекающие в несколько элементарных стадий, которые идут одновременно (параллельно) или последовательно, причем некоторые стадии проходят с участием промежуточных веществ, не являющихся ни исходными веществами, ни продуктами реакции [2, с. 183].

Методы и материалы; результаты. Как утверждается в работе [1], механизм ультразвукового активирования диффузии и десорбции состоит из трех процессов:

1) отделение коллоидных частиц от поверхностей посредством сообщения им механического ускорения;

2) активация диффузии по границам зерен и фаз в поликристаллическом веществе;

3) захват газовых атомов внедрения в твердом растворе с металлом (Н, С, N, О) акустической волной и дальнейшее их участие в направленном переносе со скоростью, относительно большей скорости тепловой диффузии [3].

В ходе проведенных экспериментов, [1] было установлено, что при прохождении ультразвуковой волны через материалы электровакуумных СВЧ приборов в них существенно ускоряется процесс газоотделения, а значит описанный метод применим и в аналитических электровакуумных приборах.

Заключение. Эффективные откачка и обезгаживание внутренних полостей и материалов элементов электровакуумных приборов есть необходимое условие их долговечной и эффективной работы. Применение ультразвука позволяет обойти ограничения традиционных методов откачки. Применение описанного метода откачки аналитических приборов высокого разрешения позволит повысить чувствительность приборов, их разрешающую способность и соотношение полезного сигнала к шуму.

Список источников

- [1] Ханбеков И.Ф., Петров В.С., Ли И.П., Полунина А.А., Локтев Д.Н. Исследование процессов на поверхности и в объеме материалов магнетрона в условиях термического и термоакустического воздействия на его корпус при откачке воздушной атмосферы. *Физика и химия обработки материалов*, 2020, № 1, с. 42–49.
- [2] Семиохин И.А. *Физическая химия*. Москва, Изд-во МГУ, 2001.
- [3] Смирнов Л.И. Перенос атомов внедрения в металлах упругой волной. *Физика металлов и металловедение*, 2000, т. 89, № 4, с. 10–14.

УДК 621.646

Численный метод определения коэффициента сопротивления трубопроводной арматуры

Черкасов Михаил Андреевич

Нижегородов Алексей Михайлович

nizhegorodov1619@gmail.com

ООО «Корпорация АК «ЭСКМ», Москва, Россия

Аннотация. Предложен метод определения коэффициента сопротивления трубопроводной арматуры с разными вариантами исполнения проточной части и номинальными диаметрами путем численного моделирования на основе вычислительной гидрогазодинамики. В результате проведенного исследования выполнено конструирование трубопроводной арматуры, рассмотрена математическая модель течения слабо сжимаемой жидкости в трубопроводе и метод ее решения, а также проведен сравнительный анализ результатов численного расчета коэффициента сопротивления со значениями натурных испытаний. Анализ полученных результатов подтвердил возможность применения предложенного метода для расчета коэффициента сопротивления трубопроводной арматуры.

Ключевые слова: гидрогазодинамика, коэффициент сопротивления, трубопроводная арматура, гидравлический стенд, эксперимент, конструирование, задвижка, гидравлическая характеристика

Введение. На сегодняшний день трубопроводные системы представляют собой наиболее распространенный, эффективный и экономичный способ транспортировки жидкостей и газов. Трубопроводная арматура является одной из составных частей трубопроводов, запирающий элемент в этих устройствах перемещается перпендикулярно оси потока рабочей среды [1].

Методы и материалы; результаты. Одна из проблем, с которыми сталкиваются конструкторы — отсутствие методик численного определения коэффициента сопротивления, результаты которых имели бы минимальное расхождение с показателями натурных испытаний трубопроводной арматуры [2].

Данная работа включает в себя проведение сравнительного анализа значений коэффициента сопротивления при различных номинальных диаметрах трубопроводной арматуры, полученных в ходе численных экспериментов с использованием средств компьютерного моделирования в отечественном программном комплексе KompasFlow, и значений, наблюдаемых в натурных испытаниях (см. рисунок).



Проведения натурных испытаний запорной арматуры:

- 1 — испытуемый образец; 2 — линия входа в проточную часть испытуемого образца;
3 — линия выхода из проточной части испытуемого образца

Закключение. В результате определены погрешности моделирования значения коэффициента сопротивления трубопроводной арматуры. Сделан вывод о минимальном процентном отклонении полученных значений при двух разных способах определения КС. Таким образом, математическое моделирование в ПК KompasFlow позволяет прогнозировать и предварительно оптимизировать гидравлические характеристики трубопроводной арматуры, что значительно сокращает продолжительность цикла конструирования.

Список источников

- [1] Соловьева В.В., Пугачук А.С., Чернышев А.В., Моделирование течения рабочих сред в дисковых задвижках. *Трубопроводная арматура и оборудование*, 2021, № 5, с. 42–43.
- [2] Черкасов М.А., Нижегородов А.М. Численный метод определения коэффициента сопротивления запорной арматуры. *Территория «НЕФТЕГАЗ»*, 2025, № 7–8, с. 82–88. EDN: SQJUNF.

УДК 614.8.084

Мировоззренческие положения и нейрональность знаний в методологии техносферной безопасности

Чернов Константин Васильевич

sistemnolog@gmail.com

SPIN-код: 8898-9591

ИГЭУ им. В.И. Ленина, Иваново, Россия

Аннотация. Названы ученые-предшественники, на мировоззрении которых основывается разрабатываемая методология безопасности. Показано применение категориального подхода к определению кодорефлексии. Выработаны мировоззренческие положения, включая положение о самоорганизации Универсума. Отмечено, что ментальная кодорефлексия субстратируется на ансамблях клеток головного мозга, а знания предстают совокупностями кодирующих знаков, воспроизводящих познаваемые объекты в его гностических отделах. Показано, что кодирующие знаки преобразуются посредством транскодирования. Высказано утверждение о том, что обучение в области техносферной безопасности должно приводить к формированию устойчивых нейронных ансамблей, адекватно воспроизводящих познаваемое.

Ключевые слова: категория, Универсум, кодорефлексия, кодирующие знаки, нейронные ансамбли, обучение, техносферная безопасность

Введение. Результативность методов познания зависит от того, в какой мере описание познаваемого тождественно познаваемому. Тождественность, или адекватность, метода познания во многом определяется мировоззрением. Предлагаемая методология безопасности базируется на мировоззрении многих ученых-предшественников, среди которых В.И. Вернадский [1], Н.Н. Моисеев [2], В.С. Степин [3], Б.И. Кудрин [4], Д.О. Хебб [5] Мировоззрение относительно теории безопасности должно описываться посредством положений, эффективных при их использовании.

Методы и материалы; результаты. Мировоззренческие положения можно представить обобщенно, применяя категориальный подход, и, как следствие, кратко. Отправная категория, представляющая собой предельно емкое обобщение, — это категория Универсума [2]. Универсум есть все существующее, включая существующее ментально. Универсум является базовой категорией для производных категорий, включая категорию кодорефлексии. Кодорефлексия — воспроизведение каким-либо биотическим формообразованием других формообразований, их взаимовлияния, внешнего окружения, наполнения, эволюционирующее от примитивного воспроизведения до ментального самовоспроизведения [6].

Методология безопасности базируется на нескольких мировоззренческих положениях, включая положение о самоорганизации, в соответствии с которым эволюция биотической составляющей Универсума определяется ее самоорганизацией, обусловленной возникновением и развитием способов кодорефлексии.

Ментальная кодорефлексия субстратируется на ансамблях клеток головного мозга [5–7]. В соответствии со системнологическим и сциологическим методами знания есть совокупности кодирующих вещественно-энергетических знаков (биотической информации или сциенции), воспроизводящих познаваемые объекты в гностических отделах головного мозга [6]. Кодирующими знаками гностического отдела кроме состояния и количества частиц вещества и зарядов становятся стереоформации нейронных ансамблей, определяемые взаимным расположением нейронов и межнейронными синапсами. Преобразование одних разновидностей кодирующих знаков в другие предстает транскодированием. Нужная стереоформация ансамблей, а также их фиксирование, обеспечивается геномным функционированием нейронов, вовлеченных в кодирование.

Заключение. Обучение в области техносферной безопасности должно приводить к формированию устойчивых нейронных ансамблей, адекватно воспроизводящих познаваемое. Понимание познаваемого происходит, если образо-кодирующие и слово-кодирующие знаки сформированных кластерных и цепочечных ансамблей взаимно транскодируются.

Список источников

- [1] Вернадский В.И. *Научная мысль как планетное явление*. Москва, Наука, 1991, 270 с.
- [2] Моисеев Н.Н. *Универсум. Информация. Общество*. Москва, Устойчивый мир, 2001, 200 с.
- [3] Степин В.С., Кузнецова Л.Ф. *Научная картина мира в культуре техногенной цивилизации*. Москва, Институт философии РАН, 1994, 451 с.
- [4] Кудрин Б.И. *Античность. Символизм. Технетика*. Москва, Электрика, 1995, 120 с.
- [5] Hebb D.O. *The organization of behavior. A neuropsychological theory*. London, New York, Chapman & Hall, Wiley, 1949, 335 p.
- [6] Чернов К.В. *Кодорефлексия и когнизация безопасности техногенной деятельности*. Москва, Русайнс, 2024, 188 с.
- [7] Гринфилд С. *Один день из жизни мозга. Нейробиология сознания от рассвета до заката*. Санкт-Петербург, Питер, 2018, 237 с.

УДК 621.3.061

Способы позиционирования и навигации автономных роботизированных мобильных комплексов при работе в виноградниках и иных сложных сельскохозяйственных средах

Чикваркин Иван Борисович^{1(*)}ivan414@mail.ru
SPIN-код: 1202-9795Рахилин Константин Валентинович²ivan414@mail.ru
SPIN-код: 2629-4198¹ АО «НИИМА «Прогресс», Москва, Россия² МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, Россия

Аннотация. Возможность автоматизации трудоемких процессов в сельском хозяйстве наиболее остро стоит в ключевых аграрных регионах России. Использование автономных мобильных комплексов и роботизированных систем в сельском хозяйстве в настоящий момент имеет ограничения, связанные с позиционированием и навигацией устройств в недетерминированной среде. Рассмотрены методы определения позиции и навигации автономных мобильных комплексов в сельском хозяйстве, возможности и ограничения существующих современных технологических решений при наличии помех в недетерминированной среде.

Ключевые слова: позиционирование, навигация, помехи, автономные мобильные комплексы, роботизация в сельском хозяйстве

Введение. При выполнении сельскохозяйственных работ в поле точное позиционирование проще осуществить из-за отсутствия объектов, способных создавать физические шумы и помехи. В то время как для выполнения работ в садах, плантациях с кустарниками и виноградниках задача позиционирования существенно осложняется, наличием физических помех, и опасностью нанесения вреда культурным растениям. Эксплуатация сельскохозяйственной техники в садах и виноградниках существенно отличается от работы на открытых полях и характеризуется рядом уникальных особенностей, предъявляющих высокие требования к системам автоматического управления мобильным комплексом.

Методы и материалы; результаты. В настоящий момент возможны и технически реализованы следующие методы позиционирования и навигации:

- 1) GNSS (Global Navigation Satellite System);
- 2) инерциальные системы (ИНС);
- 3) одометрия — оценка перемещения устройства на основе данных с его датчиков;
- 4) визуальная навигация с использованием камер и алгоритмов компьютерного зрения (например, YOLOv8) [1];

5) мультисенсорная интеграция (сенсорная фузия) — объединение данных поступающих от всех систем: GNSS, ИНС, одометрии, камер и локационных систем с помощью фильтра Калмана или нечеткой логики. (Возможна проблема потери сигнала в момент передачи данных [2] приглушении сигнала или при переключении между сотовыми базовыми станциями LTE).

Реализация отказоустойчивой системы управления удобна на базе модульной архитектуры, позволяющей легко интегрировать и заменять датчики. Концепция такой системы предложена в статье [5] «Модульная сенсорная система с интерфейсом CANBUS (Controller Area Network Bus) для вспомогательной навигации сельскохозяйственного мобильного робота».

Рассматривались три основных подхода для решения задачи:

1) копирование эталонной траектории — простой, но чувствительный к ошибкам способ;

2) навигация по виртуальной направляющей — более гибкое решение с возможностью адаптации;

3) использование машинного зрения (YOLOv8) — подход основан на идее навигации без определения конкретного местоположения на электронной карте, когда робот движется только по известному пути от начальной точки до конечной [3].

Неопределенность в сельскохозяйственной навигации возможна в двух случаях:

— случайная, при появлении естественных ошибок систем GNSS, дрейф ИНС, шум одометрии и прочих;

— преднамеренная — глушение и подмена сигнала (спуфинг).

Как отмечается в вашей презентации, отсутствие или подмена сигнала GNSS — одна из ключевых проблем. Это требует перехода от однокомпонентной системы (только GNSS) к многоуровневой отказоустойчивой архитектуре управления, в которой: уровень 1 — мультисенсорная интеграция GNSS + ИНС + одометрия; уровень 2 — коррекция с помощью визуальной навигации (YOLOv8) [4].

Только такой подход обеспечивает возможность непрерывности работы в любых условиях.

Заключение. Проведенный анализ показал, что существующие системы автоматического вождения недостаточно приспособлены для работы в садах и виноградниках [5]. Их главным недостатком является высокая зависимость от GNSS-навигации, что делает их уязвимыми к: естественным помехам, техническим сбоям, преднамеренным воздействиям. В то же время существуют перспективные, но недостаточно реализованные решения:

1) машинное зрение (YOLOv8) — основа для автономной навигации;

2) модульная CANBUS архитектура как платформа для интеграции;

3) представленный анализ возможностей и ограничений имеющихся технических решений в области связи и навигации, позволяет комбинировать их применение в зависимости от потребности и целей потребителей.

Список источников

- [1] Чжан Ю., Ван Л., Лю Х. Глубокая визуальная навигация для сельскохозяйственных роботов. *IEEE Robotics and Automation Letters*, 2021. <https://doi.org/10.1109/LRA.2021.3067890>
- [2] Афанасьев В.И., Козлов В.Н., Пугачев С.П. *Теория автоматического управления техническими системами*. Москва, МГУ, 2019, 544 с.
- [3] Cox J., Tsagkopoulos N. Visual teach and generalise (VTAG) — exploiting perceptual aliasing for scalable autonomous robotic navigation in horticultural environments. *Computers and Electronics in Agriculture*, 2023, vol. 212, art. no. 108054.
- [4] Беспроводная лаборатория МИТ «Документация по инструменту мониторинга сигнала LTE». URL: <https://mitwirelesslab.edu/lte-monitoring-docs> (дата обращения 15.09.2025).
- [5] Shamshiri R.R., Navas E., Dworak V., Auat Cheein F.A., Weltzien C. A modular sensing system with CANBUS communication for assisted navigation of an agricultural mobile robot. *Computers and Electronics in Agriculture*, 2024, vol. 223, art. no. 109112.

УДК 630*161:630*81(470.343)

Оценка изменчивости плотности древесины сосны обыкновенной неразрушающими методами

Шарапов Евгений Сергеевич

sharapoves@volgatech.net

SPIN-код: 4400-2367

Демаков Юрий Петрович

demakovyp@volgatech.net

SPIN-код: 1270-0945

Королев Александр Сергеевич

korolevas@volgatech.net

SPIN-код: 8836-4618

ФГБОУ ВО «ПГТУ», Йошкар-Ола, Россия

Аннотация. Плотность древесины является одним из ключевых параметров, определяющих качество древесины и изделий на ее основе. Нами с помощью классических и инновационных методов неразрушающей оценки была изучена изменчивость значений этого параметра у более 1700 деревьев сосны обыкновенной, отобранных на 40 пробных площадях в древостоях естественного и искусственного происхождения в разных лесничествах Республики Марий Эл. Установлено, что значимое влияние на ее величину оказывает лишь возраст деревьев и микростроение древесины. Влияние же типов лесорастительных условий и густоты древостоев оказалось статистически недостоверным.

Ключевые слова: сосна обыкновенная, физико-механические свойства древесины, изменчивость, неразрушающие методы оценки

Введение. Плотность древесины — универсальный и важнейший параметр, характеризующий ее качество и тесно связанный с деформативностью и прочностными свойствами, а также с выходом целлюлозы [1]. Изменчивость плотности древесины может быть обусловлена как генетическими, так экологическими и физиологическими факторами, а также воздействием лесохозяйственных мероприятий [1–3]. Выявление закономерностей изменчивости этого параметра на разных уровнях организации лесных экосистем имеет ключевое значение для оценки качества и стоимости конечной продукции, определения биомассы, учета секвестрации углерода, а также для более глубокого понимания физиологических процессов у деревьев.

Методы и материалы; результаты. Исследования, проведенные в 2023–2025 гг. на 40 пробных площадях в древостоях естественного и искусственного происхождения в различных лесничествах и типах леса левобережной (Заволжской) части Республики Марий Эл, охватили более 1700 деревьев сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.). У этих деревьев были измерены морфометрические параметры, а с помощью бурава Пресслера на высоте 1,3 м отобраны цилиндрические керны древесины длиной 50 мм. У ряда крупномерных старовозрастных деревьев керны были взяты на всю длину радиуса ствола. Для оценки изменчивости физико-механических свойств древесины по радиусу

ствола использовали мобильный прибор IML-RESI PD 400 (IML System GmbH, Вислох, Германия), который позволяет измерять сопротивление древесины сверлению. Лабораторные исследования включали оценку базисной плотности древесины с использованием стереометрического и гидростатического методов, а также измерение ее влажности сушильно-весовым методом.

Определены статистические характеристики изменчивости параметров габитуса деревьев, плотности и влажности древесины, а также ее сопротивление сверлению. Оценено влияние густоты и условий произрастания древостоев, их возраста, а также габитуса деревьев и параметров микростроения древесины на ее плотность. Изучена изменчивость физико-механических свойств древесины по радиусу и высоте ствола деревьев и созданы эмпирические модели.

Заключение. Базисная плотность древесины, предположительно, является наследуемым признаком, а условия произрастания и густота древостоев, а также размеры деревьев в ценопопуляциях не оказывают статистически значимого влияния на ее величину. Плотность заболонной древесины сосны в среднем увеличивается до возраста деревьев 100–105 лет, после чего начинает постепенно снижаться ($R^2 = 0,82$). Значимое влияние на базисную плотность оказывает также количество рядов трахеид в ранней и поздней древесине. Высокая степень сопряженности между базисной плотностью древесины и сопротивлением ее просверливанию (R^2 до 0,81) подтверждает эффективность использования этого метода для косвенной оценки изменчивости плотности по радиусу и высоте ствола деревьев.

*Работа выполнена за счет гранта Российского научного фонда
№ 23-16-00220, <https://rscf.ru/project/23-16-00220/>.*

Список источников

- [1] Полубояринов О.И. *Плотность древесины*. Москва, Лесная пром-сть, 1976, 160 с.
- [2] Тюкавина О.Н., Клевцов Д.Н., Дроздов И.И., Мелехов В.И. Плотность древесины сосны обыкновенной в различных условиях произрастания. *Лесн. журн.*, 2017, № 6, с. 56–64. <https://doi.org/10.17238/issn05361036.2017.6.56>
- [3] Демаков Ю.П., Шарапов Е.С., Королев А.С. Шейкина О.В. Плотность заболонной древесины сосны обыкновенной в лесах Марийского Заволжья. *Лесоведение*, 2024, № 1, с. 15–27. <https://doi.org/10.31857/S0024114825010025>

УДК 669.01

Анализ эффективности водоочистных сооружений на Череповецком металлургическом комбинате

Шитова Елизавета Дмитриевна^(*)

ed.shitova03@mail.ru

Овчинникова Татьяна Игоревна

ovchinnikova_ti@mail.ru

SPIN-код: 9927-0480

Мещанова Валерия Дмитриевна

meschanova.valera@yandex.ru

Вурдова Надежда Георгиевна

vurdova2019@gmail.com

SPIN-код: 6642-2247

Тертычная Светлана Вячеславовна

svetter@mail.ru

SPIN-код: 2956-1736

НИТУ МИСИС, Москва, Россия

Аннотация. Рассмотрены основные экологические аспекты Череповецкого металлургического комбината (ЧерМК), в частности, эффективность водного хозяйства. Проанализировано использование воды в производственных процессах, количественные и качественные показатели, характерные для данных процессов. Исследованы методы очистки сточных вод и оборудование, применяемые на комбинате. Выполнен анализ их соответствия современным требованиям НДТ и определены эколого-экономические риски по разработанной ранее методике. Разработаны рекомендации для повышения качества очистки сточных вод с целью комплексного использования водных ресурсов, внедрения замкнутых водооборотных систем как для отдельных производств, так и для предприятия в целом.

Ключевые слова: металлургический комбинат, очистка сточных вод, наилучшие доступные технологии, эколого-экономический, замкнутые водооборотные системы

Введение. Череповецкий металлургический комбинат — один из крупнейших водопользователей региона, относится к I категории объектов НВОС, поэтому для него актуальна задача получения комплексного экологического заключения. Составной частью его должна стать программа повышения экологической эффективности (ППЭЭ). Предприятие суммарно потребляет воду в объеме 6200 м³/ч [1], поэтому разрабатываются технологические нормативы сбросов в соответствии с НДТ, проекты нормативов допустимых сбросов высокотоксичных веществ и мероприятия, направленные на снижения вреда экологии, например, по повышению эффективности систем очистки сточных вод: модернизация оборудования, внедрение новейших систем физико-химической очистки, обезвоживания и обезвреживания осадков и др. [2] Целью исследования является анализ комплексного использования водных ресурсов на ЧерМК и разработка мероприятий для повышения эффективности использования воды на предприятии.

Методы и материалы; результаты. Исследования включали изучение и систематизацию данных производственного экологического контроля на предприятии, фундаментальных принципов наилучших доступных технологий. Среди основных методов очистки сточных вод на ЧерМК применяют механические методы (гравитационное отстаивание), физико-химические методы (использование реагентов на основе хлористого железа и известкового молока), биохимические методы, механическое обезвоживание осадков сточных вод на фильтр-прессе.

Выполнен анализ применяемых на производстве технологий на соответствие НДТ [3–5], из которого определены 28 процессов, используемых для различных цехов. Также выявлены технологии, не используемые на комбинате. Например, «Очистка сточных вод до нормативного качества», «Организация оборотных циклов с применением современных водоочистных комплексов», «Прекращение сброса шламовых вод от систем мокрого пылеулавливания», «Напорная подача фенольных стоков на биохимическую очистку», «Создание замкнутой системы водооборота». Планируется их дальнейшее внедрение в программе ППЭЭ при модернизации или новом строительстве. Анализ работы отдельных производств выявил превышение показателей при очистке сточных вод по: никелю, нитрит-анионам, формальдегиду, фторид-ионам, взвешенным веществам, нефтепродуктам, железу, марганцу, цинку, ванадию, хрому (III), аммоний-иону, сульфат-иону. В этой связи предложены рекомендации для увеличения степени доочистки сточных вод: возобновление фитоочистки, применение электрохимической очистки сточных вод для некоторых локальных водооборотных циклов, внедрение дополнительного оборудования по флотации и обезвоживанию осадков [6, 7].

Выполнен расчет эколого-экономической эффективности от предложенных мероприятий.

Заключение. Повышение эффективности комплексного и рационального использования водных ресурсов является актуальной задачей для крупного предприятия. Применение современных, экономически доступных и экологических приемлемых технологий очистки сточных вод, переработки осадков способствуют повторному использованию очищенной воды и организации замкнутых водооборотных систем.

Список источников

- [1] Проект нормативов допустимых сбросов (НДС) веществ и микроорганизмов для сточных вод ПАО «Северсталь» (Череповецкая промплощадка), отводимых в Рыбинское водохранилище. ООО «Росэко», 2019.
- [2] Вурдова Н.Г. Принцип эколого-экономической сбалансированности в развитии водного хозяйства крупного предприятия. *Горный информационно-аналитический бюллетень*, 2025, № 2, с. 28–42. https://doi.org/10.25018/0236_1493_2025_2_0_28
- [3] ИТС 26–2022. *Производство чугуна, стали и ферросплавов*. Утвержден Приказом Росстандарта от 16 декабря 2022 г. № 3196.

-
- [4] ИТС 27–2023. *Производство изделий дальнейшего передела черных металлов*. Утвержден Приказом Росстандарта от 5 декабря 2023 г. № 2610.
 - [5] ИТС 8–2022. *Очистка сточных вод при производстве продукции (товаров), выполнение работ и оказание услуг на крупных предприятиях*. Утвержден приказом Росстандарта от 23 декабря 2022 № 3248.
 - [6] Колесников В.А., Меньшутина Н.В. *Анализ, проектирование технологий и оборудования для очистки сточных вод*. Москва, ДеЛи принт, 2018, 266 с.
 - [7] Воронов Ю.В., Яковлев С.В. *Водоотведение и очистка сточных вод*. Москва, АСВ, 2006, 704 с.

УДК 519.63:62.65

Особенности моделирования обратных реакций в тепловой системе при контактном нагреве человека

Шульженко Александр Анатольевич^(*)

aa_shulzhenko.01@mail.ru

SPIN-код: 6537-4340

Модестов Михаил Борисович

ecometer@mail.ru

ИМАШ им. А.А. Благонравова РАН, Москва, Россия

Аннотация. В работе при описании тепловой системы использовались граничные условия III рода с переменным во времени коэффициентом теплоотдачи, возникающим при контактном нагреве человека нагревателем. Повышение точности решения обеспечивалось использованием теории возмущений. Данный материал представляет интерес для специалистов в области проектирования устройств с тепловыделением.

Ключевые слова: граничные условия III рода, нагрев, теплоотдача, контактный нагрев

Введение. При проведении моделирования тепловых процессов температурные изменения на границе тепловой системы производится по закону Ньютона — Рихмана

$$-\lambda \frac{\partial \Delta T}{\partial x} = -K(\Delta T - \Delta T_{\text{ср}}) \text{ при } t > 0 \text{ и } x < x_1,$$

где используется усредненный, постоянный коэффициент теплоотдачи тканого электронагревателя среде, K . Однако при нагреве (охлаждении) пограничных сред коэффициент теплоотдачи часто бывает переменным и при использовании (1) результат имитационного моделирования температурных изменений в тепловой системе не соответствует полученным экспериментальным данным [1].

Материалы и методы; результаты. Аналогичный результат был получен при исследовании периферического кровообращения человека. При нагреве тела человека происходит расширение и/или сужение сосудистого русла, увеличение и/или снижение скорости переноса крови [2–4], что приводит, согласно пропорциональности коэффициента теплоотдачи конвективным процессам [5], к его изменениям во времени. Решение краевой задачи при переменном коэффициенте теплоотдачи с использованием (1) с погрешностью $O(h)$ не позволяет получить желаемый результат. Поэтому, применялась теория возмущений с использованием асимптотического разложения в ряд Тейлора и уравнения Фурье с внутренними источниками, что позволило получить решение, которое хорошо согласуется с экспериментальными данными [1].

Закключение. Моделирование с использованием разложения в асимптотический ряд Тейлора и уравнения Фурье с внутренними источниками позволяет учесть температурные изменения в тепловой системе, отражающие контактный нагрев и реакцию тела человека (среды) на этот нагрев.

Такой подход делает возможным проводить аналогичные математические эксперименты и с объектами технического назначения, как с линейными, так и сильно нелинейными изменениями во времени коэффициентов теплоотдачи (например, при решении задач Стефана).

Имитационное моделирование показало, что возможность увидеть отклик нагреваемой среды (при нагреве человека это явление хорошо наблюдать по изменениям, связанным с аксонным перепадом температуры) сильно зависит от параметров используемых материалов, таких как масса, теплоемкость и т. д. Данная задача является многокритериальной и при решении требует оптимизации физических параметров всех элементов тепловой системы.

Список источников

- [1] Шульженко А.А. Особенности использования теории возмущений при описании граничных условий III рода на поверхности тканых электронагревателей. *Проблемы машиностроения и автоматизации*, 2025, № 1, с. 49–56. https://doi.org/10.52261/02346206_2025_1_49
- [2] Vissler E.H. *Human. Temperature. Control: A Quantitative Approach*. Springer, 2018, 425 p.
- [3] Kellogg D.L. In vivo mechanisms of cutaneous vasodilation and vasoconstriction in humans during thermoregulatory challenges. *Journal of applied physiology*, 2006, vol. 100, no. 5, pp. 1709–1718.
- [4] Мизева И.А., Ветрова Д.В. Поведение пульсаций кожного кровотока при реальном нагреве поверхности кожи. *Российский журнал биомеханики*, 2014, т. 18, № 4, с. 513–521.
- [5] Кирпичев М.В., Михеев М.А., Эйгенсон Л.С. *Теплопередача*. Москва — Ленинград, Государственное энергетическое издательство, 1940, 292 с.

Раздел 2

Искусственный интеллект и информационные технологии

УДК 004.056.5

Классификация средств фаззинга по методу генерации данных

Ажгирей Вадим Сергеевич¹

azhgireyvs@student.bmstu.ru

Самрега Александр Андреевич²

samregaaa@alfastrah.ru

Малахов Михаил Валерьевич¹

malahovmv@bmstu.ru

Глинская Елена Вячеславовна^{1(*)}

glinskaya@bmstu.ru

SPIN-код: 5430-3023

¹ МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, Россия² АО «АльфаСтрахование», Москва, Россия

Аннотация. В работе рассмотрен фаззинг, являющийся одним из наиболее популярных методов выявления уязвимостей в программном обеспечении. Представлена классификация средств фаззинга в зависимости от метода генерации данных. Описаны ключевые особенности, а также достоинства и недостатки различных типов фаззеров. Сделан вывод о целесообразности использования фаззеров различных типов в зависимости от особенностей целевого программного обеспечения.

Ключевые слова: информационная безопасность, выявление уязвимостей, безопасность программного обеспечения, фаззинг, способы генерации входных данных

Введение. В настоящее время особую актуальность приобретает задача обеспечения информационной безопасности отечественных автоматизированных систем. Решение указанной задачи напрямую связано с устранением угроз, связанных с наличием уязвимостей в программном обеспечении указанных систем. Одним из наиболее распространенных методов выявления уязвимостей является фаззинг [1], однако эффективность применения этого метода напрямую зависит от типа выбранного фаззера и особенностей целевого программного обеспечения. В связи с этим, возникает потребность в классификации фаззеров и определения целесообразности их применения к целевому программному обеспечению.

Методы и материалы; результаты. Фаззинг — это метод автоматического тестирования программного обеспечения, заключающийся в направленном введении аномальных или специально сконструированных входных данных с целью вызова нештатных состояний тестируемой системы [2].

В зависимости от метода генерации данных принято разделять подход к фаззингу на несколько типов [3]:

1. *На основе грамматики.* Таким фаззерам для работы требуется грамматика — определенный набор правил, описывающих структуру ожидаемых входных данных. Как только фаззеру будут известны эти правила, он сможет генерировать новые комбинации на их основе. Данный подход позволяет контролируемо отклоняться от правил грамматики, генерируя частично или полностью некорректные данные, нарушая синтаксис или семантику, пред-

писанные грамматикой. Это обеспечивает высокую точность и реалистичность входных данных с низким уровнем случайности, однако требует ручного описания грамматики. Он используется при тестировании сложных форматов и протоколов, где крайне важна корректность структуры.

2. *На основе мутаций.* Фаззеры на основе мутаций последовательно случайно видоизменяют входные данные из предыдущих запусков. Для начала работы ему необходим начальный корпус — набор репрезентативных входных данных, таких как реальные пользовательские данные или существующие тесты. В процессе работы фаззер применяет к данным из корпуса различные мутационные стратегии: изменяет биты и байты, переставляет блоки данных, добавляет или удаляет фрагменты, комбинирует части различных последовательностей. Полученные данные подаются на вход программе для выявления аномалий в ее работе. Этот подход отличается простотой и универсальностью, но ограничен в генерации сложных структурированных данных. Он эффективен для тестирования программ с неструктурированными данными или при отсутствии заранее заданной грамматики.

3. *Построение грамматики по данным.* Данный подход представляет собой гибридную методику вышеописанных методов, объединяющую преимущества фаззинга на основе мутаций и грамматики. Вместо использования заранее заданной грамматики, система автоматически выводит правила и структуры входных данных из предоставленного корпуса. Ключевым преимуществом такого подхода является способность создавать сложные структурированные входные данные, которые сохраняют семантическую корректность, но при этом содержат контролируемые отклонения и аномалии, потенциально способные выявить сложные и нетривиальные уязвимости. Данный тип фаззеров способен автоматически выявлять структуру входных данных и формировать сложные тесты, но характеризуется высокой вычислительной сложностью и зависимостью от качества корпуса. Он применяется в случаях, когда нет готовой грамматики, но есть большой набор валидных примеров для ее автоматического построения.

4. *На основе покрытия кода.* Данные фаззеры устроены по принципу генетического алгоритма и стремятся максимизировать покрытие кода тестируемой программы. В отличие от фаззеров черного ящика (*dumb-fuzzers*), которые не используют обратную связь по покрытию от программы, эти (*coverage-guided fuzzers*) анализируют выполнение программы и используют полученную информацию для отбора наиболее перспективных входных данных для последующих мутаций. Такие фаззеры демонстрируют высокую эффективность и способны находить скрытые уязвимости, однако требуют значительных вычислительных ресурсов. Они используются для глубокой проверки программ с большим количеством логики и разветвлений.

Заключение. В работе рассмотрен метод фаззинга. Представлена классификация фаззеров по методу генерации данных и сделаны выводы о целесообразности применения фаззеров каждого типа в зависимости от особенностей целевого программного обеспечения, при этом показано, что в общем

случае наибольшая практическая эффективность достигается при выборе средств фаззинга с обратной связью по покрытию.

Список источников

- [1] Sutton M., Greene A., Amini P. *Fuzzing: Brute Force Vulnerability Discovery*. Boston, Addison-Wesley Professional, 2007, 513 p.
- [2] Кулямин В.В. Обзор методов динамического анализа программного обеспечения. *Труды ИСП РАН*, 2023, т. 35, № 4, с. 7–44. [https://doi.org/10.15514/ISPRAS-2023-35\(4\)-1](https://doi.org/10.15514/ISPRAS-2023-35(4)-1)
- [3] Станкевичус А.А., Храпунов П.А., Трищенко А.В. Современное тестирование программного обеспечения. Технология автоматизированного тестирования — фаззинг. *Молодежь в науке. 20-я науч.-техн. конф.: сб. тр.* Саров, РФЯЦ-ВНИИЭФ, 2023, с. 559–565. https://doi.org/10.53403/9785951505460_559

УДК 004.413

Классификация моделей жизненного цикла программного обеспечения

Анцифров Никита Сергеевич^(*)

antsifrov.nikita@mail.ru

SPIN-код: 4043-6958

Мышенков Константин Сергеевич

myshenkovks@bmstu.ru

SPIN-код: 4808-1034

МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, Россия

Аннотация. Рассмотрены основные, наиболее известные модели жизненного цикла программного обеспечения. Создана хронологически упорядоченная графическая схема, отражающая ключевые наследственные взаимосвязи моделей. Разработана классификация моделей жизненного цикла. На основании выбранных базовых моделей выделены три группы моделей: каскадные, эволюционные и инкрементные. Описан состав групп и входящие в группы модели. Выделены гибридные модели жизненного цикла. Результаты исследования помогут руководителям в выборе эффективной модели жизненного цикла для проекта.

Ключевые слова: программное обеспечение, жизненный цикл, модель, разработка, классификация

Введение. Основная функция модели ЖЦ по Б.В. Бозму — определение порядка этапов разработки ПО и условий перехода между ними [1]. Исследования К. Форсберга и Г. Муза, А. Кокберна, М. Фаулера [2], К. Лармана и В.Р. Базили [3] и других авторов сосредоточены на анализе моделей ЖЦ и методологий разработки ПО. Однако, в этих работах часто смешиваются понятия моделей ЖЦ и методологий; анализируется ограниченное число моделей; не учитываются наследственные связи. Целью работы является предоставление руководителям проектов детальной информации о моделях ЖЦ ПО для рационального выбора модели ЖЦ и повышения эффективности планирования и управления проектами.

Методы и материалы; результаты. Исследованы модели ЖЦ: *Инкрементная*, *Анализ-кодирование*, *Кодирование-отладка*, *Итеративная*, *Каскадная* и *Модифицированная Каскадная* У.У. Ройса, *Итеративная* и *Инкрементная (IID)*, *Эволюционная* Т. Гилба, *Быстрое прототипирование*, *Спиральная* Б. Бозма, *V-модель* и *W-модель* К. Форсберга и Г. Муза, *Модель Хаоса* Л.Б.С. Ракуна. На основании проведенного анализа разработана схема классификации моделей ЖЦ ПО.

Каскадные (код W) — модели, в которых процесс разработки осуществляется последовательно по этапам. В эту группу входят: *Каскадная (W)*, *Модифицированная Каскадная (W+E)* и *V-модель (W+)*. *Эволюционные (код E)* — модели, в которых разработка ведется итеративно (циклично), с постоянным уточнением требований. Группа объединяет модели: *Анализ-кодирование (E-)*,

Кодирование-отладка (E–), Быстрое прототипирование (E+), Итеративную (E) и Эволюционную (E+W+). Инкрементные (код I) — модели, основанные на начальном разбиении архитектуры системы на составные части, такие как подсистемы, модули и другие компоненты. Эту группу моделей составляют: Инкрементная (I+...), Итеративная и Инкрементная (I+E), Спиральная (I+E+W+), Модель Хаоса (I+E–) и W-модель (I+W+W+E+).

Обсуждение. Для сложных проектов с определенными требованиями и низким уровнем риска следует применять *Каскадные (W)* модели ЖЦ. Если проект включает субподрядчиков, лучше использовать *Модифицированную Каскадную* модель. Для проектов с повышенными требованиями к надежности следует выбирать *V-модель*. *Эволюционные (E)* модели ЖЦ подходят для исследовательских проектов, где требования нечеткие, ресурсы ограничены, а риски высокие. *Инкрементные (I)* модели предназначены для масштабных проектов. *Спиральная* модель рекомендуется для крупных проектов с изменяющимися требованиями, высокими или средними рисками и хорошим управлением. Для проектов с регулярно меняющимися требованиями и опытным менеджером подходит *Модель Хаоса*. Сверхсложные проекты с критическими требованиями к надежности и безопасности лучше реализовывать с помощью *W-модели*.

Заключение. Выделены и обоснованы три группы моделей ЖЦ ПО: *Каскадные, Эволюционные и Инкрементные*, описан состав групп. Только две классические модели — *Итеративная* и *Каскадная* — являются самодостаточными. Все остальные модели либо представляют собой элементы базовых моделей, либо их модификации, либо являются гибридными моделями. Даны рекомендации по выбору модели ЖЦ по типу проекта.

Список источников

- [1] Boehm B.W. A Spiral Model of Software Development and Enhancement. *Computer*, 1988, vol. 21, pp. 61–72. <https://doi.org/10.1109/2.59>
- [2] Fowler M. The New Methodology. *Wuhan University Journal of Natural Sciences*, 2001, vol. 6, no. 1–2, pp. 12–24. <https://doi.org/10.1007/BF03160222>
- [3] Larman C., Basili V.R. Iterative and Incremental Developments. A Brief History. *Computer*, 2003, vol. 36, no. 6, pp. 47–56. <https://doi.org/10.1109/MC.2003.1204375>

УДК 004

Разработка политики информационной безопасности для образовательной игры

Ашрафи Арифа ^(*)	arifaa13@gmail.com
Мохначев Виктор Сергеевич	gagashaggy@inbox.ru SPIN-код: 1863-0407
Филиппович Юрий Николаевич	y_philippovich@mail.ru SPIN-код: 1660-0675
Махмуд Али Айманович	makhmud_ali22@mail.ru
Мехрез Мохаммад	mohamad.mehrez@mail.ru

Московский политехнический университет, Москва, Россия

Аннотация. В статье рассматриваются критические проблемы информационной безопасности в образовательном ПО, в частности — уязвимости на стороне клиента, ведущие к нарушению целостности данных и конфиденциальности. В качестве решения предлагается проактивный подход, основанный на приоритете разработки комплексной Политики информационной безопасности над точечными исправлениями. Методология апробирована на примере образовательной игры: с помощью статического анализа кода на основе ИИ и динамического сканирования был проведен аудит исходной кодовой базы, выявивший 100 % успешных манипуляций. В ответ была разработана и внедрена Политика, предписывающая переход к серверно-ориентированной архитектуре, основанной на принципах нулевого доверия. Результаты подтверждают, что только интеграция строгой политики, автоматизированных инструментов и процессов разработки обеспечивает создание безопасных и надежных образовательных технологий.

Ключевые слова: политика информационной безопасности, образовательные технологии, разработка безопасного программного обеспечения, безопасность на стороне клиента, целостность данных, контроль доступа, GDPR (Общий регламент по защите данных), разработка игр

Введение. Исходная кодовая база образовательной игры, разработанной в рамках многоязычной платформы для изучения языка жестов [1], содержала критические уязвимости безопасности, обусловленные изначальным доверием к клиентской среде, а именно: хранение всего состояния игры [2] (включая `unlockedLevels`, `completedLevels` и `inventory object`) в `localStorage` браузера; динамическое формирование URL без надлежащей валидации (например, `window.location.href = \levels/${lang}.html`); полное отсутствие серверных проверок безопасности; реализация контроля доступа исключительно на клиентской стороне через CSS-классы (например, `.locked`).

Материалы и методы; результаты. Для устранения выявленных уязвимостей была разработана и реализована серверно-ориентированная архитектура безопасности. Ключевые меры включали перенос данных и бизнес-

логики на сервер с использованием защищенных API-вызовов (GET/POST /api/progress), внедрение многоуровневой валидации и аутентификации на основе JWT-токенов. Реализованный подход устранил ключевые уязвимости (CWE-602, CWE-116), значительно повысив защищенность приложения.

Оценка эффективности с помощью симуляций атак и практического проекта со студентами показала значительное снижение количества уязвимостей: на 92 % в моделях и на 85 % в реальном коде.

Заключение. Данное исследование демонстрирует эффективность проактивного подхода к обеспечению безопасности, основанного на политике. Внедрение формальной политики информационной безопасности позволило осуществить переход к безопасной серверной модели, основанной на принципах нулевого доверия. Эта трансформация привела к практически полному устранению наиболее критических уязвимостей (~93,3 %). Ключевым результатом является не только создание безопасной игры [3], но и разработка универсальной методологии, сочетающей технические меры с организационными.

Список источников

- [1] Ашрафи А., Мохначев В.С. Разработка удобных интерфейсов для многоязычного словаря жестового языка. *Искусственный интеллект в автоматизированных системах управления и обработки данных. II Всерос. науч. конф.: сб. ст.* Москва, КДУ, 2023, т. 1, с. 368–375.
- [2] Pauly M., Parikh R. Game Logic — an Overview. *Studia Logica*, 2003, vol. 75, pp. 165–182. <https://doi.org/10.1023/A:1027354826364>
- [3] Schrader C. *Serious Games and Game-Based Learning. Handbook of Open, Distance and Digital Education*. Singapore, Springer, 2023, pp. 1255–1268. https://doi.org/10.1007/978-981-19-2080-6_74

УДК 004.056.53

Алгоритмы обфускации и перспективы их применения

Бабуркина Софья Сергеевна¹

s.baburkina@mail.ru

Швецова Анастасия Антоновна²

flamy.snow@gmail.com

¹ МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, Россия² Лаборатория Касперского, Москва, Россия

Аннотация. В работе рассмотрены существующие алгоритмы и методы обфускации. Представлены примеры реализации различных методов обфускации. Приведен обзор актуальных сценариев применения обфускации. Рассмотрены методы и параметры оценки алгоритмов обфускации. Сформулированы гипотезы о дальнейшем направлении развития и применения обфусцирующих алгоритмов.

Ключевые слова: обфускация, стойкость обфускации, обратная разработка, защита ИИ

Введение. Понятие обфускации впервые было приведено в 1997 году в работе [1] — это такое преобразование исходного текста или исполняемого кода программы, что ее анализ будет значительно затруднен, а результат ее выполнения не изменится. Авторы рассматривали обфускацию в качестве метода защиты от кражи интеллектуальной собственности, но, помимо этого, обфускация кода также применяется авторами ВПО для избежания обнаружения программ средствами АВЗ.

Методы и материалы; результаты. Реализация обфускации программы происходит по некоторому алгоритму, определяющему набор и порядок применения различных методов обфускации. Обобщенным алгоритмом обфускации считается Алгоритм Колберга. Основная идея алгоритма — многократное применение набора трансформаций T к выбранным частям кода C с целью получения обфусцированного кода C' , сохраняющего логику работы исходного кода C [2].

Структура алгоритма и набор используемых методов обфускации зависят от целей обфускации, структуры оригинальной программы и технологий, используемых при ее разработке.

Конкретную реализацию обфускации можно классифицировать по ее уровню. В зависимости от того, над чем именно проводятся обфусцирующие операции, это может быть высший уровень — обфускация исходного кода программы; уровень промежуточного кода — обфускация абстрактного набора инструкций, генерируемого при компиляции программ, написанных на некоторых языках программирования; и низший уровень — обфускация машинного кода [4].

Методы обфускации тесно связаны с особенностями языка программы и выбранным уровнем обфускации, но их также предлагается разделить на три

обобщенные группы: обфускация данных, лексическая обфускация и обфускация потока управления.

Обфускация данных предполагает различные преобразования используемых значений переменных и параметров вызываемых функций: разделение одного значения на несколько переменных, преобразование кодировок и создание собственных структур данных.

К лексической обфускации относятся преобразования имен переменных и функций, комментариев и их взаимного расположения таким образом, чтобы чтение кода исходной программы было затруднено.

Обфускация потока управления позволяет скрыть структуру программы, сделав неочевидными расположение исполняемых инструкций, точек входа и выхода.

При выборе методов и формировании алгоритма обфускации программы необходимо решить две основные проблемы: сохранение логики исходной программы и приемлемое увеличение времени ее выполнения и объема затрачиваемых на это ресурсов. Оценку стойкости обфускации возможно выполнить по модели «черного ящика» — так обфускация считается стойкой в случае, если при анализе исходного кода программы за разумное время возможно получить не больше информации, чем при динамическом анализе программы как «черного ящика». Авторы работы кроме такой оценки предлагают вводить различные метрики для эффективности методов обфускации ПО: размер процедуры, сложность циклической структуры, сложность потока данных процедуры и проч.

Обратную разработку обфусцированных программ возможно проводить вручную, автоматизированно или с привлечением больших языковых моделей. В первых двух случаях человеку для проведения деобфускации необходимо самостоятельно опознать обфусцированные участки кода и используемые методы обфускации, и сформулировать для них обратные преобразования, если это возможно (удаление лишних блоков кода, переименование переменных и т. п.), но в работе демонстрируется возможность проведения такой классификации языковой моделью.

На сегодняшний день существует множество вариантов обфусцирующих алгоритмов — на платформе Gitlab размещены 1124 публичных проекта, посвященных обфускации, что подтверждает актуальность исследуемой темы.

В качестве перспективного направления использования обфускации предлагается рассмотреть ее применение к исходным кодам и параметрам языковых моделей.

Заключение. В работе были рассмотрены основные сферы применения обфускации, приведен обзор методов реализации, оценки эффективности и деобфускации. Было выдвинуто предположение об эффективности применения методов обфускации к исходным кодам больших языковых моделей, сформулирован предварительный список обфусцируемых блоков и параметров. Были предложены методы по снижению потерь производительности при использовании алгоритмов обфускации для языковых моделей.

Список источников

- [1] Ерболатов А.Н. Реверс-инжиниринг против искусственного интеллекта: анализ самозащищенных моделей ИИ. *Вестник науки*, 2025, № 2 (83), с. 436–443.
- [2] *Обфускация и защита программных продуктов*. URL: <https://citforum.ru/security/articles/obfus/> (дата обращения 25.09.2025).
- [3] Красов А.В., Зуев И.П., Карельский П.В., Радынская В.Е., Гераськина В.С. Алгоритмы и методы защиты программного кода на базе обфускации. *I-methods*, 2020, № 1 с. 1–12.
- [4] *MDN Glossary: Base64*. URL: <https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Glossary/Base64> (accessed 25.09.2025).

УДК 004.896

Применение архитектуры Пандемониум в мультиагентных системах для оптимизации параллельной обработки неструктурированных данных

Балабанов Алексей Олегович¹

alexclass98@mail.ru

Павлов Никита Михайлович^{2(*)}

inbox@zero-ediscovery.ru

Тихоглаз Юрий Сергеевич^{2(*)}

inbox@zero-ediscovery.ru

Медведев Сергей Вячеславович¹

Sergo.ranes1@mail.ru

¹ МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, Россия² ООО «Лаборатория криминалистического анализа данных», Москва, Россия

Аннотация. Рассмотрена возможность применения классической архитектуры Пандемониум Селфриджа для создания эффективных мультиагентных систем обработки данных. Представлен адаптированный подход для автоматической классификации разнородных типов файлов. Показано значительное превосходство предлагаемого решения над традиционными очередными системами обработки. Были получены выводы о том, что архитектура может применяться для высокопроизводительной обработки больших объемов данных в корпоративных системах.

Ключевые слова: мультиагентные системы, архитектура Пандемониум, параллельная обработка данных, автоматическая классификация файлов, распределенные вычисления

Введение. Современные информационные системы сталкиваются с экспоненциальным ростом объемов разнородных данных, требующих автоматической обработки и классификации [1]. Традиционные подходы, основанные на последовательной обработке, демонстрируют низкую эффективность при работе со сложными структурами данных, особенно с глубоко вложенными архивами. Архитектура Пандемониум, предложенная О. Селфриджем в 1959 году для задач распознавания образов, основана на принципе соревновательного параллелизма, где множество специализированных агентов одновременно анализируют входные данные и конкурируют за право определения итогового решения [2]. Данный подход представляется перспективным для адаптации к современным задачам обработки данных в мультиагентных системах.

Методы и материалы; результаты. Разработана адаптированная архитектура Пандемониум для мультиагентных систем обработки данных, где роль демонов выполняют специализированные агенты-обработчики. Каждый агент анализирует входящие данные параллельно, оценивает применимость своих алгоритмов и генерирует оценку уверенности (confidence score). Система принятия решений выбирает результат агента с наивысшим показателем уверенности для определения дальнейшего маршрута обработки.

Проведено сравнительное тестирование предлагаемой архитектуры с традиционными подходами на наборе из 1000 файлов различных типов, включая вложенные архивы глубиной до 12 уровней. Для расчетов использовались данные о производительности архиваторов: ZIP (150 МБ/с), TAR (200 МБ/с), RAR (120 МБ/с), 7Z (100 МБ/с), а также статистика о загрузке CPU в последовательных системах (15–30 %) [3]. Результаты эксперимента показывают значительное превосходство мультиагентного подхода: производительность обработки улучшена в 3,75 раза (время обработки сокращено с 45 до 12 минут), эффективность использования CPU повышена в 3 раза (с 30 % до 90 %), потребление памяти снижено на 95 % (с 8 ГБ до 400 МБ). Особенно значительные улучшения достигнуты при обработке вложенных архивов: ускорение достигает 18 раз для структур с глубиной вложенности более 10 уровней.

Заключение. Адаптация классической архитектуры Пандемониум для создания мультиагентных систем обработки данных демонстрирует значительные преимущества перед традиционными подходами. Соревновательный принцип организации вычислений обеспечивает эффективное использование ресурсов и высокую производительность, особенно при работе со сложными структурами данных. Предлагаемый подход может быть рекомендован для внедрения в корпоративных системах документооборота и архивах электронных документов.

Список источников

- [1] Russell S., Norvig P. *Artificial Intelligence: A Modern Approach*. Pearson, 2020, 1136 p.
- [2] Selfridge O.G. Pandemonium: a paradigm for learning. *Proceedings of the symposium on mechanisation of thought processes*. London, H.M. Stationery Office, 1959, pp. 511–529.
- [3] Почему *multiprocessing.Queue()* тормозит и как обойти это. Хабр. URL: <https://habr.com/ru/companies/otus/articles/913200/> (дата обращения 22.09.2025).

УДК 004.89

Сравнительный анализ методов построения векторных представлений для подграфов больших графов

Балтаева Мадина^{1(*)}

madina_bltv@vk.com

Вишняков Игорь Эдуардович²

vishnyakov@bmstu.ru

SPIN-код: 5500-1834

Белова Наталья Сергеевна²

n.virtseva@bmstu.ru

SPIN-код: 3582-3061

¹ МГУ имени М.В. Ломоносова, Москва, Россия² МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, Россия

Аннотация. Рассмотрена задача эффективного построения векторных представлений для вершин неориентированных графов на основе их локальных подграфов. Представлено сравнение трех подходов: точного комбинаторного алгоритма PGD, нейросетевой модели ESC-GNN, использующей структурные признаки, и подграфовой нейронной сети (Subgraph-GNN) с развернутой архитектурой. Для тестирования использованы синтетические графы различных топологий. Представлено время работы и пиковое потребление памяти. Сделаны выводы о применимости каждого метода.

Ключевые слова: графы, локальные подграфы, векторные представления вершины, графовые и подграфовые нейронные сети, подсчет графлетов, вычислительная эффективность

Введение. Задача сравнения структурных характеристик графов является ключевой для многих областей. Одним из подходов к ее решению является построение для каждой вершины вектора признаков, описывающего ее локальную окрестность. Традиционные методы основаны на точном подсчете малых индуцированных подграфов (графлетов), однако они вычислительно затратны для больших графов. Перспективной альтернативой являются графовые нейронные сети. Цель работы — сравнительный анализ вычислительной эффективности трех методов построения векторных признаков.

Материалы и методы; результаты. Рассмотрим простой неориентированный граф $G = (V, E)$ фиксированный радиус h . Для каждой вершины $v \in V$ строится ее индуцированный подграф

$$S_v = G[N_h(v)], N_h(v) = \{u \in V : \text{dist}_G(u, v) \leq h\}.$$

Задача состоит в том, чтобы для каждого подграфа S_v получить его вектор признаков $f(S_v) \in \mathbb{R}^d$.

Первый метод формирования вектора признаков — точный комбинаторный алгоритм, сочетающий подсчет 3–5-вершинных графлетов алгоритмом PGD [1]. Второй метод, ESC-GNN [2], — гибридный подход, в котором графовая нейросеть предсказывает вектор графлетов на основе предварительно

вычисленных структурных векторных признаков ребер подграфа. Третий метод, Subgraph-GNN [3], использует архитектуру, вычислительный граф которой динамически строится на основе топологии подграфа S_v . Основные результаты замеров времени выполнения T (с) и пикового потребления памяти M (МБ) представлены в таблице.

Сравнение времени выполнения программы и пикового потребления памяти

Граф	V	E	Subgraph-GNN		PGD		ESC-GNN	
			T , с	M , МБ	T , с	M , МБ	T , с	M , МБ
Неплотный	458	457	1,9	187,43	4,05	29,7	8,7	1,5
Плотный	993	2574	32,9	203,31	46,98	32,13	165,64	3,65
Большой	88573	88572	296,5	352,92	798,56	217,5	>24 ч	—

Заключение. Нейросетевая модель Subgraph-GNN показывает минимальное время работы, но требует значительно больше памяти. Модель ESC-GNN, напротив, имеет минимальное потребление памяти, но уступает по скорости работы. Алгоритм PGD демонстрирует баланс характеристик при отсутствии этапа обучения.

Дополнительно проведено тестирование корректности модели Subgraph-GNN: косинусное сходство векторных признаков исходного и аугментированного графа составило 0,9945, тогда как для случайного графа — 0,2118. Это подтверждает устойчивость модели к незначительным изменениям структуры и ее чувствительность к топологическим различиям.

Список источников

[1] Ahmed N.K., Neville J., Rossi R.A., Duffield N. Efficient graphlet counting for large networks. *IEEE International Conference on Data Mining: conference proceedings*. Atlantic City, NJ, USA, IEEE, 2015, <https://doi.org/10.1109/ICDM.2015.141>

[2] Yan Z., Zhou J., Gao L., Tang Z., Zhang M. An Efficient Subgraph GNN with Provable Substructure Counting Power. *Proceedings of the 30th ACM SIGKDD Conference on knowledge discovery and data mining*. Barcelona, Spain, ACM, 2024. URL: <https://arxiv.org/pdf/2303.10576> (accessed 15.09.2025).

[3] Frasca F., Bevilacqua B., Bronstein M.M., Maron H. Understanding and extending subgraph GNNs by rethinking their symmetries. *36th Conference on Neural Information Processing Systems: conference proceedings*. New Orleans, Curran Associates, Inc., 2022. URL: <https://arxiv.org/pdf/2206.11140> (accessed 15.09.2025).

УДК 004.056.5

Внедрение постквантовой криптографии в инфраструктуру сети Интернет

Венедюхин Александр Анатольевич^{1(*)}

vened@indata.org.ru

Проклашкина Софья Антоновна²

proklashkinasa@student.bmstu.ru

Якубов Павел Дмитриевич²

yakubovpd@student.bmstu.ru

¹ Фонд развития сетевых технологий «ИнДата», Москва, Россия² МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, Россия

Аннотация. Работа посвящена анализу возможностей и последствий внедрения в инфраструктуру сети Интернет постквантовых алгоритмов, в частности, ML-DSA-65. Разработаны программные утилиты, использующие ML-DSA-65 для создания электронных подписей файлов и цифровых сертификатов. Проведено сравнение скорости работы ML-DSA с традиционными алгоритмами цифровой подписи — RSA, ECDSA. Рассмотрены технологии, которые массовое внедрение ML-DSA затронет в первую очередь — в связи с их широким использованием.

Ключевые слова: постквантовый алгоритм, алгоритм Шора, ML-DSA, ML-DSA-65, TLS

Введение. Постквантовые алгоритмы (квантово-устойчивые алгоритмы) — это криптографические алгоритмы, которые, в отличие от широко используемых алгоритмов традиционной криптографии, имеют теоретическую стойкость к атакам квантовых компьютеров, проводимых с помощью алгоритма Шора [1]. Актуальность работы обусловлена возможным появлением квантовых компьютеров и необходимостью своевременной защиты данных и каналов связи от атак.

Методы и материалы; результаты. Для многих распространенных языков программирования, таких как Go, C, Python, Java и других, существуют библиотеки с открытым исходным кодом, позволяющие использовать реализацию постквантовых алгоритмов в любых целях. Разработанные с их помощью на языке программирования Go утилиты продемонстрировали работоспособность и высокую скорость алгоритмов семейства ML-DSA. Из таблицы видно, что ML-DSA по скорости не уступает традиционным алгоритмам цифровой подписи.

С помощью утилиты для создания сертификатов были созданы TLS-сертификаты с постквантовой схемой цифровой подписи, успешно распознающиеся широко распространенной утилитой «openssl». Основным недостатком цифровых подписей типа ML-DSA — их размер, превышающий обычный размер подписей в десятки раз. При массовом внедрении ML-DSA, он окажет сильное влияние на TLS и DPI из-за превышения размера TLS-записи, а также на DNSSEC. Хотя ML-DSA был стандартизован относительно недавно и его распространение по сети Интернет только началось [2], успешный при-

мер внедрения постквантового алгоритма уже есть — алгоритм обмена ключами ML-KEM уже используется современными браузерами по умолчанию и занимает большую долю в мировом трафике.

Сравнение скорости работы различных алгоритмов цифровой подписи

Алгоритм	Генерация ключа, мкс	Подпись данных, мкс	Проверка подписи, мкс
ML-DSA-44	84	212	36
ML-DSA-65	150	339	50
ML-DSA-87	220	373	72
ECDSA-P384	108	171	499
RSA-3072	156256	909	31

Закключение. Выполненный анализ позволил оценить: как постквантовые алгоритмы используются в инфраструктуре сети Интернет; чем они отличаются от традиционных и какое влияние на сеть Интернет вызовет широкое внедрение ML-DSA-65. Дальнейшее развитие данной работы состоит в разработке и практическом применении утилит, использующих постквантовые алгоритмы и анализе их работы.

Список источников

- [1] Наседкин П.Н., Сверкунов В.А. Криптографические алгоритмы на пути к постквантовой криптографии. *Информационные технологии и математическое моделирование в управлении сложными системами*, 2022, № 4 (16), с. 67–73.
[https://doi.org/10.26731/2658-3704.2022.4\(16\).67-73](https://doi.org/10.26731/2658-3704.2022.4(16).67-73)
- [2] Артюхин А.А., Евсеев А.В., Коваленко Т.А. Постквантовая криптография 2025 года: стандарты Fips 203-205 и алгоритм HQC в контексте ресурсно ограниченных систем. *Парадигма*, 2025, № 5–2, с. 343–347.

УДК 681.78

Оценка стабильности передачи видеоинформации при различных нагрузках на сеть

Вихрестюк Мария Алексеевна^(*)

lemz_noginsk@gskb.ru

Кулагин Александр Сергеевич

lemz_noginsk@gskb.ru

SPIN-код: 9205-9116

ПАО «НПО «Алмаз» им. академика А.А. Расплетина, Москва, Россия

Аннотация. Рассматривается оценка стабильности передачи видеоинформации по видеоканалу передачи комплексах наблюдения реального времени при различных нагрузках на сеть. Приводятся результаты экспериментов.

Ключевые слова: артефакт, задержка видеоизображения, нагрузка канала, оптико-электронное средство, стабильность передачи информации

Введение. Стабильность передачи видеоинформации по видеоканалу предлагается обозначить таким термином, как стрессоустойчивость.

При применении оптико-электронных средств (ОЭС) в комплексах реального времени необходимо, чтобы нагрузка системы не привела к ухудшению основных показателей ОЭС, которыми являются время задержки видеоизображения, характеризующее способность системы обрабатывать информацию в реальном масштабе времени [1], и нежелательные визуальные искажения, возникающие на видеоизображении, называемые артефактами [2].

Материалы и методы; результаты. Экспериментальным путем была проведена оценка максимальной загрузки каналов при использовании разных протоколов передачи: UDP и TCP/IP, при которой видеопоток имеет допустимые и недопустимые искажения с минимальным и недопустимым для работы временем задержки видеоизображения.

Стенд для тестирования стрессоустойчивости проводного канала состоял из сервера, в качестве которого использовался ноутбук (1 шт.), двух клиентов, в качестве которых использовался дополнительный ноутбук (1 шт.) и ОЭС (1 шт.), коммутатор (1 шт.), кабель типа g45 с пропускной способностью 1 Гбит/с Ethernet (3 шт.).

Сервер и клиенты подключались к коммутатору. На ноутбук-сервер поступал видеопоток от ОЭС и фиксировалась собственная нагрузка с подключенным ОЭС. Далее при различных нагрузках производились измерения времени задержки видеоизображения и оценивались визуальные искажения (артефакты). Использовались комбинации передачи информации от ОЭС к серверу по транспортным протоколам TCP/IP или UDP и загрузка каналов данными по протоколу TCP/IP или UDP. Полученные результаты экспериментов частично представлены в таблице.

Загрузка канала по UDP и TCP/IP (ОЭС UDP)

	Общая нагрузка сети (Мбайт/с)	Время задержки (с)	Искажение видеопотока
Собственная нагрузка информацией от ОЭС (8 Мбит/с) TCP/IP:	1,8	0,232	
Дополнительная нагрузка в 100 Мбит/с	14,3	0,252	
Дополнительная нагрузка в 200 Мбит/с	26,7	0,2625	Редкие и короткие зависания
...	...	...	...
Дополнительная нагрузка в 900 Мбит/с	112	3,3063	Частые зависания
Дополнительная нагрузка в 940 Мбит/с	118	>5	Полное зависание видеопотока
Собственная нагрузка ОЭС по UDP:	1,2	0,25425	
Дополнительная нагрузка в 100 Мбит/с	13,8	0,256	
...	...	...	...
Дополнительная нагрузка в 900 Мбит/с	113	0,268	Появление артефактов
Дополнительная нагрузка в 940 Мбит/с	116	>5	Большое количество артефактов, зависание видеопотока

По данным, полученным в ходе экспериментов, были сделаны выводы о том, что использование протокола TCP/IP позволяет получать видеопоток с допустимыми искажениями и минимальной задержкой при максимальной нагрузке канала. А при использовании протокола UDP для ОЭС и нагрузки канала наблюдается, что для возникновения критических искажений и недопустимых задержек необходима меньшая нагрузка канала (по сравнению с другими).

Заключение. На основе вышеизложенного, в комплексах реального времени, оснащенных ОЭС, выпускаемых ПАО «НПО «Алмаз», актуальным является применение протокола передачи информации TCP/IP. При этом реальная нагрузка на сеть должна составлять не более 90 % от нагрузки, заявленной производителем.

Таким образом, оценка стрессоустойчивости канала передачи информации позволяет выявить его слабые места и принять меры для улучшения надежности и эффективности. Такой анализ особенно важен для каналов, ко-

которые используют в условиях повышенной нагрузки или в условиях с высоким уровнем помех и шумов.

Список источников

- [1] Кузьменков В.Ю., Вихрестюк М.А., Кулагин А.С. Замысел разработки методики выбора оптико-электронных средств для аэродромного оборудования видеонаблюдения. *Актуальные вопросы развития систем и средств ВКО. XI науч.-техн. конф. молодых ученых и специалистов: сб. науч. тр.* Москва, ПАО «НПО «Алмаз», 2023.
- [2] ISO 32000-1:2008. *Document management — Portable document format — Part 1: PDF 1.7*. Geneva, International Organization for Standardization, 2008.

УДК 004.89

Объяснимый искусственный интеллект как инструмент взаимодействия врача, пациента и технического специалиста

Власова Вита Владимировна^(*)

vlasova.v@bmstu.ru

SPIN-код: 4308-3080

Ляпунцова Елена Вячеславовна

lev86@bmstu.ru

SPIN-код: 3500-4160

МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, Россия

Аннотация. Рассмотрены ключевые проблемы объяснимости искусственного интеллекта (ИИ) в медицине. Обозначена необходимость согласования интересов и информационных потребностей трех сторон — медицинских работников, пациентов и разработчиков технологий. Показано, что объяснимость становится не только технологическим, но и этическим и коммуникативным условием доверия. Особое внимание уделено адаптации объяснений к уровню подготовки пользователя и роли ИИ в клинической практике.

Ключевые слова: объяснимый ИИ, медицина, доверенный ИИ, взаимодействие, интерпретируемость, пациент — врач — разработчик

Введение. Медицинские ИИ-системы демонстрируют высокую эффективность в диагностике, прогнозировании и поддержке принятия решений, но остаются «черным ящиком» для пользователей. Это создает противоречие между точностью и интерпретируемостью, что особенно критично в здравоохранении. Объяснимый ИИ (ХАИ) становится условием доверия и гарантией безопасного внедрения технологий. Важной задачей является выстраивание междисциплинарного взаимодействия между врачами, пациентами и разработчиками.

Методы и материалы; результаты. Современные методы (LIME, SHAP, Attention Maps) позволяют локально или частично интерпретировать решения моделей, но требуют адаптации под мультимодальные медицинские данные, включающие изображения, тексты и временные ряды. При этом, врачи нуждаются в клинически релевантных объяснениях: какие признаки были ключевыми, как они соотносятся с диагнозом, стадией заболевания и возможными терапевтическими стратегиями. Это облегчает интеграцию ИИ в практику и снижает риск врачебных ошибок. Также, пациенты должны понимать логику принятия решений простым языком. Понятные визуализации, сценарии «что, если» и сравнение альтернативных вариантов лечения повышают уровень информированного согласия и уменьшают тревожность.

Новизна подхода заключается в рассмотрении объяснимости систем ИИ как точки взаимодействия трех сторон. Для врача объяснимость — это инструмент профессиональной ответственности и проверки корректности алгоритмов. Для пациента — гарантия прозрачности и участия в принятии реше-

ний, укрепляющая доверие к медицинской системе. Для разработчика — условие успешного внедрения технологий и соответствия нормативным требованиям. Такой междисциплинарный взгляд формирует «замкнутый цикл взаимодействия»: ИИ → объяснение → врач → пациент → обратная связь → доработка системы. Кроме того, объяснимость способствует выявлению системных ошибок и предвзятостей в алгоритмах, что критически важно для справедливости и безопасности медицинской помощи.

Заключение. Объяснимый ИИ в медицине выходит за рамки технической задачи и становится основой доверия, безопасности и этики. Таким образом, объяснимый ИИ становится связующим звеном в экосистеме «врач — пациент — разработчик», обеспечивая ответственное применение технологий в здравоохранении.

Список источников

- [1] Карпов О.Э., Андриков Д.А., Максименко В.А., Храмов А.Е. Объяснимый искусственный интеллект для медицины. *Врач и информационные технологии*, 2022, № 2, с. 4–11.
- [2] Шевская Н.В. Объяснимый искусственный интеллект и методы интерпретации результатов. *Modeling, Optimization and Information Technology*, 2021, № 33 (2). <https://doi.org/10.26102/2310-6018/2021.33.2.024>
- [3] Исаков А.О., Гусарова Н.Ф., Добренько Д.А., Голубев А.А. Объяснимость поведения агентов в системах поддержки принятия врачебных решений. *Economics Law Innovation*, 2024, № 4, с. 50–59. <https://doi.org/10.17586/2713-1874-2024-4-50-59>
- [4] Doshi-Velez F., Kim B. Towards A Rigorous Science of Interpretable Machine Learning. *arXiv preprint arXiv:1702.08608*, 2017. <https://doi.org/10.48550/arXiv.1702.08608>
- [5] Samek W., Montavon G., Vedaldi A., Hansen L.K., Müller K.R. *Explainable AI: Interpreting, Explaining and Visualizing Deep Learning*. Springer, 2019.

УДК 528.91

Построение цифровой карты миграционных путей горбатых китов

Военный Никита Андреевич
Домрачева Анна Борисовна (*)

voennyyna@student.bmstu.ru
domracheva@bmstu.ru
SPIN-код: 8196-4254

МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, Россия

Аннотация. *Описан подход к построению цифровой карты миграционных путей горбатых китов, интегрированы данные о регистрации локаций китов за последнее десятилетие из двух открытых источников, разработана программа для построения миграционного пути конкретных особей горбатых китов на цифровой карте.*

Ключевые слова: *цифровая карта, миграционные пути, пространственно-временной анализ данных*

Введение. Глобальным трендом последних лет стала цифровизация рабочих процессов и данных в сфере естественных наук. Большой объем данных, требующий упорядочения и анализа, накоплен и в области сохранения биоразнообразия мирового океана, в частности, китообразных.

С 1986 года Международная китобойная комиссия ввела в действие мораторий на добычу китов в результате фактического истребления большей части видов этих животных в середине XX века. В настоящее время ограниченные квоты на отлов китов получают лишь четыре страны, среди которых и Российская Федерация. В нашей стране аборигенный промысел ведется в Чукотском Автономном округе, в связи с чем, учеными биологического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова в период с 2017 по 2023 год был составлен бумажный каталог [1]. Кроме того, в открытом доступе находится всемирная база данных HappyWhale [2]. Интеграция этих данных в одной географической информационной системе позволила бы не только наблюдать за миграцией конкретных особей горбатых китов, отмеченных отечественными исследователями в [1], но и проводить пространственно-временной анализ данных с целью изучения поведения горбатых китов в определенных условиях.

Методы и материалы; результаты. В рамках представленной работы координаты точек появления горбатых китов с указанием даты и времени регистрации снимков из [1, 2] были сохранены в базе данных SQLite для последующей обработки.

Программное обеспечение написано на языке Python. Для пространственной обработки данных применялись библиотеки GeoPandas и Shapely, хранение и управление исходными данными осуществлялось с помощью библиотеки SQLite3, вывод результатов — библиотеки Folium и Plotly. Решена проблема разрыва миграционного пути при перемещении особи через 180-й меридиан

за счет представления карты в формате «глобус» или усеченный эллипс [3]. На основе полученных данных построены в виде цифровой карты маршруты отдельных особей с учетом хронологии регистрации изображений китов. Пример миграционного пути конкретной особи без артефактов пересечений суши приведен на рисунке.



Построение миграционного пути кита с переходом через 180-й меридиан

Заключение. Применение цифровой карты миграции горбатых китов открывает новые возможности для исследователей. Наложение миграционных путей на другие слои цифровых карт (карты загрязнений, синоптические карты) позволит анализировать поведение конкретной особи в связи с изменением условий окружающей среды. Преимуществами таких карт являются функция динамического изменения при поступлении новых данных, а также функция расширения их на всю акваторию Мирового океана, чем обеспечивается решение задач, связанных как с охраной горбатого и других видов китов, так и сохранением аборигенного промысла, жизненно важного для ряда этносов России.

Список источников

- [1] Титова О. *Горбатые киты Чукотки: фотокаталог*. Тула, БОРУС-Принт, 2024.
- [2] *Happywhale*. URL: <https://happywhale.com/home> (accessed 06.07.2025).
- [3] Johnson C. et al. Protecting Blue Corridors-Challenges and solutions for migratory whales navigating national and international seas. *World Wildlife Fund*, 2022, art. no. 6196131. <https://doi.org/10.5281/zenodo.6196131>

УДК 004.056.53

Уязвимости информационной безопасности в российских системах искусственного интеллекта: анализ через призму модели угроз кибербезопасности искусственного интеллекта

Ворона Ангелина Алексеевна^{1,2}angelinavorona@yandex.ru
SPIN-код: 8622-6746Шаброва Анна Сергеевна¹

shabrova.anna.2410@list.ru

Цирлов Валентин Леонидович¹

v.tsirlov@np0-echelon.ru

¹ МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, Россия² ООО «Технологии Доверия — Консультирование», Москва, Россия

Аннотация. В статье представлен обзор уязвимостей ИБ в российских системах ИИ. Анализ проведен на основе комплексной модели угроз кибербезопасности ИИ от Сбербанка, охватывающей весь жизненный цикл системы. Систематизированы ключевые риски: уязвимости open-source компонентов (скрытые закладки, biased-данные) и несоответствие регуляторным требованиям. Сформулированы практические предложения по защите, включая внедрение систем фильтрации промптов и отечественных криптографических стандартов. Результаты подтверждают эффективность комплексных моделей угроз для проактивного выявления уязвимостей.

Ключевые слова: искусственный интеллект, информационная безопасность, модель угроз, регуляторные требования, аудит информационной безопасности, жизненный цикл ИИ

Введение. Кибербезопасность ИИ, активно внедряемого в критически важные сферы России, является вопросом национальной безопасности. Отечественные разработки уязвимы из-за использования импортного open-source кода и несоответствия строгим стандартам. В статье проводится комплексный анализ уязвимостей на основе модели угроз Сбербанка, целью которого является систематизация рисков и формулирование практических рекомендаций по защите.

Методы и материалы; результаты. Для комплексного анализа уязвимостей российских систем ИИ была применена «Модель угроз для кибербезопасности AI» Сбербанка, охватывающая все этапы их жизненного цикла. Методология исследования включала системный и сравнительный анализ, что позволило рассматривать ИИ-систему как целостный комплекс и выявлять значимые риски [1, 2]. В результате были систематизированы угрозы безопасности, классифицированные по этапам жизненного цикла и объектам воздействия. На основе проведенного анализа методом синтеза сформулированы практические предложения по усилению защиты. Данные рекомендации направлены на нивелирование наиболее актуальных для российского контекста рисков.

Анализ на основе модели СберБанка выявил специфические векторы атак российских систем ИИ, выходящие за рамки традиционных угроз. Систематизированы риски на всех этапах жизненного цикла, ключевым из которых является зависимость от импортного open-source кода. Особое внимание уделено угрозам информационно-психологического воздействия и каскадному эффекту уязвимостей. Результаты исследования демонстрируют необходимость адаптации методик защиты к российским реалиям. Полученные выводы имеют практическую ценность для формирования национальных стратегий и нормативных требований к безопасности ИИ [3–8].

Заключение. Исследование подтверждает критическую важность кибербезопасности российских систем ИИ для национальной безопасности, требуя специализированных подходов, охватывающих весь их жизненный цикл. Ключевыми рисками признаны зависимость от импортного open-source кода и необходимость адаптации международных стандартов. Практические рекомендации включают разработку национальных стандартов, усиление контроля цепочек поставок и развитие систем мониторинга. Дальнейшие исследования должны быть сосредоточены на разработке конкретных технических решений для устранения выявленных угроз. Реализация комплексного подхода обеспечит безопасное развитие ИИ в РФ.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

- [1] *Модель угроз для кибербезопасности AI*. URL: https://www.sberbank.ru/common/img/uploaded/kibrary/themap/model_ugroz_kiberbezopasnosti_ai.pdf (дата обращения 08.09.2025).
- [2] Костокрызов А.И., Нистратов А.А. Анализ угроз злоумышленной модификации модели машинного обучения для систем с искусственным интеллектом. *Вопросы кибербезопасности*, 2023, № 5 (57), с. 9–24. <https://doi.org/10.21681/2311-3456-2023-5-9-24>
- [3] Василенко В.В., Климов С.М., Швед В.В. Модель угроз информационно-психологических воздействий и алгоритм оценки информационной обстановки. *Известия Российской академии ракетных и артиллерийских наук*, 2019, № 4 (109), с. 3–7. EDN: JVOWBJ.
- [4] Костокрызов А.И. Прогнозирование рисков по данным мониторинга для систем искусственного интеллекта. *Безопасные информационные технологии. Десятая Междунар. науч.-техн. конф.: сб. тр.* Москва, Изд-во МГТУ им Н.Э. Баумана, 2019, с. 220–229. EDN: NZNGRH.
- [5] Феденева К.Д., Панов М.А. Потенциальные угрозы искусственного интеллекта и его критическая роль в жизни современного человека. *Молодой ученый*, 2024, № 40 (539), с. 34–38. URL: <https://moluch.ru/archive/539/118022/> (дата обращения 10.09.2025).
- [6] Антонов А.С. Безопасность искусственного интеллекта. Риски и угрозы. *BIS Journal*, 2023, № 3 (50), с. 24–28. URL: <https://ib-bank.ru/bisjournal/post/2101> (дата обращения 10.09.2025).
- [7] Босенко О.А. *Формирование защищенных информационных процессов с применением искусственного интеллекта на корпоративном уровне. Официальный сайт компании IBS*. URL: <https://ibs.ru/media/formirovanie-zashchishchennykh-informatsionnykh-protsessov-s-primeneniem-iskusstvennogo-intellekta-na-korporativnom-urovne/> (дата обращения 10.09.2025).
- [8] Соловьев М.М. Искусственный интеллект как новое измерение информационных угроз. *Общество: политика, экономика, право*, 2025, № 3, с. 87–91. <https://doi.org/10.24158/pep.2025.3.9>

УДК 004.056.52

Адаптивная аутентификация и управление доступом: от статических политик к контекстно-зависимым системам с непрерывной верификацией

Ворона Ангелина Алексеевна^{1,2(*)}

angelinavorona@yandex.ru

SPIN-код: 8622-6746

Данилов Александр Сергеевич¹

danilovas@student.bmstu.ru

Лапшин Артем Александрович¹

lapshinartem01@gmail.com

¹ МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, Россия² ООО «Технологии Доверия — Консультирование», Москва, Россия

Аннотация. Исследование посвящено построению адаптивных систем безопасности на основе интеграции гетерогенных контекстных данных. Центральная проблема — оценка эффективности машинного обучения для минимизации несанкционированного доступа при сохранении удобства для легитимных пользователей. Также рассмотрены практические аспекты внедрения, включая проблему ложных срабатываний и перспективы концепции «Непрерывного адаптивного доверия» (Continuous Adaptive Trust).

Ключевые слова: адаптивная аутентификация, управление доступом на основе рисков, контекстно-зависимая безопасность, поведенческая биометрия, машинное обучение

Введение. Цифровая трансформация и гибридный формат работы делают традиционные методы аутентификации уязвимыми. В ответ на это формируется тренд перехода к адаптивным системам, которые обеспечивают безопасность на основе непрерывной оценки рисков. В их основе лежит использование поведенческой биометрии, машинного обучения и анализа контекстных данных [1–3].

Методы и материалы; результаты. На основе анализа научных трудов исследованы принципы построения динамических систем безопасности. Рассмотрена интеграция контекстных данных и машинного обучения для реализации адаптивной аутентификации, риск-ориентированного управления и непрерывной верификации. Особое внимание уделено практическим аспектам: применению биометрии и снижению ложных срабатываний [4–7].

Сравнительный анализ подтверждает перспективность использования машинного обучения и контекстных данных для построения адаптивных систем безопасности. Ключевой проблемой их внедрения остается высокий уровень ложных срабатываний, требующий разработки механизмов балансировки [4, 5, 7]. Адаптивные системы, основанные на постоянной оценке поведения и контекста, формируют новый стандарт безопасности. Их развитие связано с интеграцией доверительных метрик, динамической настройкой порогов и защитой приватности данных [8].

Современная безопасность требует перехода от статической аутентификации к адаптивным системам, использующим поведенческую биометрию. Однако эти системы сталкиваются с проблемами ложных срабатываний, высоких вычислительных затрат и рисков при обработке данных.

Основные вызовы для адаптивных систем — это постепенное изменение поведения пользователей и целевые атаки, что требует более совершенных механизмов самокалибровки. Критически важен и баланс между безопасностью, приватностью и удобством. Перспективы развития связаны с концепцией «непрерывного адаптивного доверия», которая интегрирует технические решения с регуляторными нормами.

Заключение. Исследование показывает переход к новой парадигме информационной безопасности, основанной на адаптивной аутентификации и риск-ориентированном управлении. Ключевое преимущество — интеграция поведенческих и контекстных факторов для снижения рисков, однако проблемой остаются ложные срабатывания. Перспективы развития связаны с созданием архитектур динамического доверия и минимизацией ошибок. Дальнейшие усилия должны быть сосредоточены на повышении устойчивости к атакам, оптимизации нагрузки и создании прозрачных моделей.

Список источников

- [1] Шитов А.В., Стельмах Н.Е., Магомедов Ш.Г. Программный комплекс механизма управления доступом на основе риск ориентированной атрибутивной модели. *International Journal of Open Information Technologies*, 2024, № 6, с. 133–142.
- [2] Уймин А.Г., Никитин О.Р. Сравнение производительности алгоритмов классификации в рамках сетевой инфраструктуры. *Наукоемкие технологии в космических исследованиях Земли*, 2023, № 2. <https://doi.org/10.36724/2409-5419-2023-15-2-33-40>
- [3] Шиганова С.И., Аникина О.В., Шиганов Е.В. Алгоритмическая трансформация теоретической модели их-исследования в адаптивную систему пользовательского опыта на базе когнитивных и поведенческих данных. *Вестник науки*, 2025, № 4 (85), с. 732–749.
- [4] Осин А.В., Мурашко Ю.В. Обзор методов идентификации пользователя на основе цифровых отпечатков. *Труды учебных заведений связи*, 2023, № 5. <https://doi.org/10.31854/1813-324X-2023-9-5-91-111>
- [5] Костогрызов А.И., Нистратов А.А. Анализ угроз злоумышленной модификации модели машинного обучения для систем с искусственным интеллектом. *Вопросы кибербезопасности*, 2023, № 5 (57). <https://doi.org/10.21681/2311-3456-2023-5-9-24>
- [6] Чарьев А.Б., Джуманазаров Е.Г., Гараева О.Г. Использование нейронных сетей в идентификации динамических параметров робота-манипулятора. *Символ науки*, 2024, № 10-1-1, с. 84–86.
- [7] Кураков В.И., Худаян А.С., Баева У.М. Анализ уязвимостей биометрических методов аутентификации. *Вестник науки*, 2022, № 5 (50), с. 87–98.
- [8] Полтавцева М.А., Платонов В.В., Супрун А.Ф., Семьянов П.В. Методы анонимизации персональных данных. *SAEC*, 2024, № 2. <https://doi.org/10.18720/SPBPU/2/id24-507>

УДК 004.81

Метапознание и прогнозирование последствий в когнитивных архитектурах

Гапонов Владислав Родионович^(*)

gaponovvr@student.bmstu.ru

МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, Россия

Аннотация. Рассмотрены современные подходы к развитию когнитивных архитектур с учетом механизмов метапознания и прогнозирования последствий. Показано, что добавление в архитектуру метакогнитивного уровня обеспечивает саморегуляцию и адаптивность систем искусственного интеллекта. Проведен сравнительный анализ зарубежных и российских исследований, а также выявлены ключевые ограничения существующих решений. Предложены принципы построения когнитивных архитектур, которые ориентированы на рефлексю.

Ключевые слова: когнитивные архитектуры, метапознание, рефлексия, прогнозирование, искусственный интеллект

Введение. Когнитивные архитектуры применяются для моделирования памяти, рассуждений и обучения, однако остаются ограниченными при работе в динамических и неопределенных условиях. В классических системах, таких как ACT-R и SOAR, отсутствует явный уровень рефлексии, что снижает их адаптивность в динамически изменяемой среде [1].

Зарубежные исследования показывают, что расширение когнитивных моделей за счет добавления метауровня позволяет системам не только выполнять различные задачи, но и анализировать собственные действия. Российские работы также подчеркивают значимость метакогнитивных процессов человека, демонстрируя рост эффективности при использовании стратегий самоконтроля [2, 3]. Следовательно, при разработке когнитивных архитектур важно делать их работу похожей на работу человеческого мозга.

Методы и материалы; результаты. Аналитический обзор показал, что символические архитектуры обеспечивают логическую строгость, но ограничены в обучении. Гибридные системы, такие как CLARION, демонстрируют адаптивность, однако их внутренние процессы непрозрачны, и система напоминает черный ящик [1]. Архитектуры с метакогнитивным уровнем, такие как MIDCA и MCL, включают механизмы мониторинга и коррекции, но функции прогнозирования последствий в них развиты слабо.

В российских исследованиях показано, что метакогнитивный контроль повышает устойчивость когнитивных процессов в условиях неопределенности [3]. В различных экспериментах выявлено, что развитие метакогнитивных способностей положительно влияет на глубину усвоения знаний и стратегическое планирование [2]. Соответственно, если применить эти методы при разработке когнитивных архитектур, то эффективность таких систем

должна повыситься. А их структура будет похожа на структуру человеческого мозга. В таблице представлен сравнительный анализ когнитивных архитектур.

Сравнительный анализ когнитивных архитектур

Архитектура	Поддержка метапознания	Прогнозирование последствий	Прозрачность решений
SOAR	Неявная (через правила)	Отсутствует	Высокая
ACT-R	Частичная, ограниченная	Отсутствует	Средняя
CLARION	Частично реализована	Ограниченное	Низкая
MIDCA	Явная (метацикл)	Частично реализовано	Средняя
MCL	Явная (метаконтроль)	Частично реализовано	Средняя

Заключение. Интеграция механизмов метапознания и прогнозирования последствий в когнитивные архитектуры является важным направлением развития искусственного интеллекта. Такие системы способны не только адаптироваться к изменяющимся условиям, но и обеспечивать саморегуляцию своей работы. Рефлексия в когнитивных архитектурах открывает новые возможности для применения таких систем в образовании, интеллектуальных помощниках и критически важных системах поддержки принятия решений.

Список источников

- [1] Sun R. Cognition and Multi-Agent Interaction. From Cognitive Modeling to Social Simulation. New York, Cambridge University Press, 2005, 450 p.
- [2] Кроколева С.С. Роль метакогнитивных способностей в эффективности усвоения учебного материала с применением чата-GPT. Цифровая гуманитаристика и технологии в образовании (DHTE-2024). V Междунар. науч.-практ. конф.: сб. ст. Москва, Московский государственный психолого-педагогический университет, 2024, с. 387–403
- [3] Морошкина Н.В., Зверев И.В., Нездоймышапко Л.А., Тихонов Р.В. Метакогнитивный мониторинг и контроль в ситуации распределенного познания. Вестник Санкт-Петербургского университета. Психология, 2023, т. 13, № 3, с. 324–346. <https://doi.org/10.21638/spbu16.2023.303>

УДК 621.396.4

Модель оценки битовой ошибки в радиоканале передачи данных для решения задач мониторинга пожаров с использованием модуля LoRa в условиях лесного массива

Горбунов Артем Дмитриевич
Филатов Владимир Иванович

ezro2004@mail.ru
vf110@mail.ru
SPIN - код: 9514-7430

МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, Россия

Аннотация. Рассмотрена проблема ослабления радиосигнала в канале управления при мониторинге лесных пожаров в условиях лесного массива с использованием технологии LoRa. Представлен анализ различных моделей расчета потерь распространения радиоволн в растительности, включая модели МСЭ-P.833, показательную модель, MED и COST 235. Показано, что наличие лесного массива приводит к значительному дополнительному затуханию сигнала, что критически ограничивает дальность устойчивой связи. Сделаны выводы о необходимости учета типа растительности, сезонности и геометрии радиотрассы при планировании полетов для обеспечения требуемой вероятности битовой ошибки.

Ключевые слова: радиоканал, битовая ошибка, потери радиосигнала, лесной массив, LoRa

Введение. Применение удаленно управляемых систем для мониторинга лесных пожаров является перспективным направлением. Однако эффективность их использования в значительной степени ограничена дальностью и надежностью радиоканала управления и передачи данных. Растительность, особенно в густых лесных массивах, вносит существенное дополнительное затухание радиосигнала, что может привести к потере связи. Актуальность работы обусловлена необходимостью разработки методов оценки устойчивости радиоканала в таких условиях. Целью исследования является оценка влияния лесного массива на ослабление радиосигнала и определение предельной дальности управления с использованием модулей LoRa, обеспечивающей требуемое качество связи.

Методы и материалы; результаты. В качестве объекта исследования рассматривался радиоканал между наземным пунктом управления и летательным аппаратом, оснащенный модулем LoRa, работающим в диапазоне частот 850–930 МГц. Высота антенны пункта управления составляла 1,5 м, высота полета — 100 м. Лесной массив моделировался как однородный, состоящий из хвойных пород (кедр) средней высотой 20 м. Для оценки потерь распространения сигнала были проанализированы несколько моделей: рекомендация МСЭ-P.833 (в трех модификациях), показательная модель, модель MED и модель COST 235 [1–3]. Модели учитывали такие параметры, как частота, расстояние, проходимое сигналом в лесу, тип растительности, сезон года

и угол места радиолинии. Анализ показал, что дополнительные потери из-за растительности могут достигать значительных величин, варьируясь от десятков до сотен децибел в зависимости от используемой модели и условий. Наихудший сценарий, полученный по показательной модели для хвойного леса, был принят для дальнейших расчетов. На его основе была оценена суммарная величина потерь в радиоканале. Для обеспечения требуемого отношения сигнал-шум и вероятности битовой ошибки не хуже 10^{-6} было определено критическое значение угла места радиолинии. Расчеты показали, что при расположении пункта управления непосредственно в лесу предельная дальность устойчивой связи на высоте 100 м не превышает 242 метра, при этом длина участка трассы, проходящего через лес, составляет около 45,5 м. Также была проведена оценка вероятностно-временных характеристик передачи пакета данных в протоколе LoRa, учитывающая структуру кадра, помехоустойчивое кодирование и время передачи [2, 3].

Заключение. Проведенное исследование, выполненное в рамках государственного задания Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (тема № FSN-2024-0073), демонстрирует существенное влияние лесного массива на ослабление радиосигнала в канале управления, использующем технологию LoRa. Полученные результаты свидетельствуют о том, что для обеспечения надежной связи при проведении мониторинга в лесных условиях необходимо тщательно планировать расположение наземного пункта управления и траекторию полета, учитывая предельно допустимую дальность, определяемую растительностью. Наибольшее ограничение возникает при расположении пункта управления внутри леса. Использование рассмотренных моделей позволяет адекватно оценить ожидаемые потери и спроектировать систему связи с требуемыми характеристиками. Полученные выводы могут быть применены при организации работ в лесистой местности, в частности, для задач экологического мониторинга и противопожарного наблюдения.

Список источников

- [1] *Ослабление сигналов растительностью. Серия Р. Распространение радиоволн. Рекомендация МСЭ-R P.833-10 (09/2021).*
- [2] Ипатов В.П. *Широкополосные системы и кодовое разделение сигналов. Принципы и приложения.* Москва, Техносфера, 2007, 488 с.
- [3] Torrieri D. Principles of spread-spectrum communication systems. *Springer*, 2015, 641 p.

УДК 004.891.2;372.851

Чат-бот для онлайн - сервиса подготовки школьников к поступлению в технический вуз

Горбунова Елизавета Игоревна

Ivanov_I-I@mail.ru

Сергеева Анна Сергеевна

ninesixteen@mail.ru

Прокопов Богдан Алексеевич

boprkp@gmail.com

Новицкий Владимир Олегович

nvo60@mgupp.ru

Российский биотехнологический университет, Москва, Россия

Аннотация. В работе представлен подход к разработке чат-бота для обучения математике школьников старших классов (10–11 классы) и подготовке к экзаменам для поступления в высшее учебное заведение. Система объединяет нормализацию запроса пользователя и проверку актуальности и математической точности ответа. Рассмотрена задача смешанного целочисленного нелинейного программирования с ограничениями на время нормализации, бюджет и достоверность ответа. Для решения задачи применяется метод динамического программирования, составлена функция Беллмана. Практическая ценность данной системы заключается в том, что она способствует быстрому поиску информации и увеличению математической точности ответа, что делает процесс обучения и подготовки к экзаменам более эффективным.

Ключевые слова: чат-бот, школьный курс математики, нормализация запросов, математическая точность, нейросети, оптимизация поиска, подготовка к экзаменам

Введение. Цифровизация образования создает условия для внедрения интеллектуальных систем, повышающих эффективность учебного процесса [1]. В старших классах учащиеся сталкиваются с увеличивающимся объемом информации и необходимостью подготовки к экзаменам, поэтому особенно актуальными становятся устройства, обеспечивающие быстрый доступ к учебным материалам [2]. Стандартные методы поиска (учебники, справочники) оказываются более времязатратными, это вызывает потребность в новых технологических решениях [3].

Методы и материалы; результаты. Разработанный чат-бот основан на технологии обработки естественного языка (NLP). Ключевые этапы его работы включают: нормализацию запросов, обращение к двум базам знаний (прецедентной и общей) и оценку достоверности ответа. Целью системы является минимизация времени поиска нужной информации для пользователя. На время поиска будет влиять несколько управляемых переменных: количество этапов нормализации запроса, актуальность информации и математическая точность информации [4]. Для математического обоснования применена модель смешанного целочисленного нелинейного программирования (MINLP), где целевая функция описывает минимизацию времени поиска $T(X)$. Метод

динамического программирования с функцией Беллмана позволяет учесть нелинейные зависимости между параметрами и обеспечить баланс между скоростью, достоверностью и затратами. Эксперименты подтвердили, что оптимизация параметров снижает время отклика при сохранении качества ответов.

Заключение. Разработанный чат-бот демонстрирует потенциал в повышении эффективности самостоятельной подготовки старшеклассников по математике, что является обязательным для успешной сдачи экзаменов и поступления в технические вузы. Использование данной модели обеспечивает баланс между скоростью поиска, достоверностью и бюджетом. Для учителей система выступает инструментом поддержки: чат-бот позволяет контролировать типичные ошибки и оперативно дополнять базы знаний [5]. Возможности развития связаны с расширением базы типовых заданий и адаптацией решений под формат ЕГЭ.

Список источников

- [1] *Перспективы цифровой трансформации образования. Нац. науч.-практ. конф.: материалы.* Рязань, Рязанский государственный университет им. С.А. Есенина, 2024, 156 с.
- [2] Любимова Е.М., Лутфуллина А.М. Анализ возможностей чат-ботов для повышения мотивации школьников к обучению. *Современная психология образования: приоритеты и перспективы исследований и практик. Всерос. науч.-практ. конф.: материалы.* Казань, Казанский (Приволжский) федеральный университет, 2024, с. 27–30.
- [3] Рылов А.Н. Искусственный интеллект как средство индивидуализации обучения: проблемы и перспективы. *Образование и глобальные вызовы современности: научно-педагогический контекст. V Междунар. интернет-конф.: материалы.* Ставрополь, Северо-Кавказский федеральный университет, 2023, с. 49–53.
- [4] ГОСТ Р ИСО 8000-2-2019. *Качество данных. Ч. 2. Словарь.* Москва, Стандартинформ, 2019, 16 с.
- [5] Минаков А.И. Структура компетенции педагога в области искусственного интеллекта для решения образовательных задач. *Мир науки, культуры, образования*, 2024, № 4 (107), с. 321–324.

УДК 004.056.52

Оценка возможности имитации работы накопителей SMR

Гостищев Станислав Сергеевич^{1,2}

gs-stas@mail.ru

¹ НИИ Судебной экспертизы ГОСТ ЭКСПЕРТ, Москва, Россия² МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, Россия

Аннотация. Актуальными проблемами являются нахождение способов воспроизведения результатов и объективная оценка архитектурных особенностей SMR. В связи с этим возникла задача применения программных средств, способных имитировать работу накопителей и обеспечивать повторяемость экспериментов.

Ключевые слова: SMR, IMR, жесткие диски, восстановление информации, остаточные данные, имитация, моделирование

Введение. На физических жестких дисках невозможно детерминировано воспроизводить результаты «внутренних» операций, так как микропрограмма и транслятор второго уровня (T2) недоступны для непрерывного наблюдения, а анализу поддаются лишь остаточные данные. В ранее проведенных исследованиях автором было установлено, что SMR-диски даже после полного форматирования и многократной перезаписи сохраняли значительное количество остаточной информации, тогда как традиционные CMR-диски лишены этого недостатка [1]. Результаты экспериментов подтвердили наличие проблем при полном удалении данных и выявили трудности в воспроизводимости экспериментов.

Методы и материалы; результаты. Для продолжения исследования и проверки выявленных ранее недостатков были использованы программные модели, воспроизводящие поведение жестких дисков на уровне зон и треков [2–5]. Такие модели позволяют воспроизвести условия, в которых наблюдаются проблемы с остаточными данными, а также учесть стратегию размещения информации, особенности операций чтения, записи и перезаписи, и задержки, связанные с механизмом read-modify-write. В отличие от физических устройств, программная имитация дает возможность контролировать параметры эксперимента и многократно повторять его в идентичных условиях, что позволяет объективного сопоставлять результаты с физическими дисками.

Для проверки корректности разработанной модели было проведено сравнение поведения реального SMR-диска и его программной имитации. Сопоставление выполнялось на основе серии тестов, позволяющих связать ранее выявленные проблемы с воспроизведением их в программной среде. В обоих случаях проводилась запись уникальных паттернов данных с последующей перезаписью стандартными шаблонами (0x00, 0xFF). Такой подход позволил установить, в какой степени программная имитация отражает эффект сохранения остаточных данных. Дополнительно выполнялись нагрузочные испы-

тания с использованием инструментов тестирования ввода-вывода (fio) для анализа латентности операций при различной степени заполнения. Итоговое сопоставление профилей производительности дало возможность выявить схожие закономерности: рост задержек при увеличении нагрузки, появление деградации скорости записи вблизи предельного заполнения и характер работы read-modify-write операций.

Результаты показали, что программная имитация воспроизводит основные эффекты, выявленные в экспериментах с реальными SMR-накопителями. Однако часть специфических особенностей — связанных с внутренними зонами буферизации и проприетарными алгоритмами микропрограммы — осталась вне рамок моделирования. Таким образом, имитация отражает общие закономерности функционирования технологии, но не обеспечивает полного совпадения с результатами, получаемыми на физических дисках.

Заключение. Проведенное исследование подтвердило, что программная имитация может использоваться как вспомогательный инструмент для изучения работы SMR-накопителей. Она обеспечивает воспроизводимость экспериментов, позволяет контролировать условия тестирования и выявлять ключевые тенденции, характерные для данной технологии. Вместе с тем для получения полной картины результаты имитации необходимо сопоставлять с данными, полученными на реальных дисках. Использование программных моделей создает основу для последующих исследований, направленных на анализ производительности и разработку подходов к ее оптимизации.

Список источников

- [1] Гостищев С.С. Эффективность полного форматирования жестких дисков с технологией SMR и CMR: результаты сравнительного анализа. Москва, Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2024.
- [2] Liang J., Wang Q., Zhang Y. MAGIC: Towards realistic emulation of interlaced magnetic recording disks. Proceedings of the 20th USENIX Conference on File and Storage Technologies (FAST). Santa Clara, CA, USA, 2022.
- [3] Pitchumani K., Shafaei M., Sivathanu M. Emulating shingled magnetic recording disks. Proceedings of the 10th USENIX Conference on File and Storage Technologies (FAST). San Jose, CA, USA, 2012.
- [4] Tan T., Shafaei M., Sivathanu M. Simulation platform for studying shingled translation layers in SMR disks. IEEE Transactions on Magnetics, 2013, vol. 49, № 6, pp. 2812–2818.
- [5] Zeng Z., Chen F., He J., Chen W. IMRSim: A simulation framework for interlaced magnetic recording disks. Lecture Notes in Computer Science, 2021.
<https://doi.org/10.48550/arXiv.2106.14368>

УДК 004.056

Формирование методики расширенного обнаружения и реагирования на компьютерные атаки

Добкач Леонид Яковлевич^(*)

dobkachleo@mail.ru

SPIN-код: 4795-0607

АО «Аксонфт», Москва, Россия

Аннотация. Отмечена необходимость формализованного представления современных комплексных средств защиты информации, таких как системы расширенного обнаружения и реагирования (XDR) на атаки. Предложена конфигурация XDR-системы как сетевой системы обнаружения вторжения и EDR-системы. Сформирована методика распознавания компьютерных атак, позволяющая реализовать такую систему. В отличие от традиционных поисков исключительно способа классификации поступающих событий, предлагаемая методика также учитывает формат представления входных данных и способ верификации результатов классификации, производимой методами машинного обучения. Показана эффективность применения описанной методики для реализации XDR-систем.

Ключевые слова: системы обнаружения вторжений, XDR-системы, методика распознавания атак, сокращенная диаграмма решений, машинное обучение

Введение. Системы расширенного обнаружения и реагирования на атаки (XDR) впервые появились в 2018 году и формально относятся к классу средств обнаружения и реагирования на атаки, т. е. к *DR-системам [1]. Если EDR-системы можно привести в соответствие с традиционными системами обнаружения вторжения (COB) уровня узла, а NDR-системы — с COB уровня сети, то за XDR-системы производители СЗИ зачастую выдают несколько продуктов в одном пакете услуг, что не гарантирует эффективную защиту информационных систем.

Методы и материалы; результаты. Применение современных методов машинного обучения, искусственных нейронных сетей делает комплексные СЗИ конкурентоспособными и более гибкими по отношению к постоянно меняющемуся ландшафту информационных угроз. В связи с этим предлагается рассматривать XDR как совокупность COB уровня сети и EDR-систем, анализирующих данные сетевого трафика и узловые события посредством ансамбля методов машинного обучения.

Обучение классификаторов машинного обучения и дальнейший анализ требует работы с колоссальным объемом входных данных, который можно оптимизировать, удалив малоинформативные параметры и объединив схожие посредством сокращенной диаграммы решений [2], что позволяет повысить точность распознавания даже сигнатурной COB на 2 %.

Поскольку адаптивные методы обладают свойством неточности, прежде чем выводить результаты классификации, выходы ансамбля подаются на тер-

минальный классификатор взвешенного голосования, на этапе которого осуществляется верификация и корректировка результатов как между собой, так и с данными сигнатурного анализа [3]. Благодаря этому тестовая реализация XDR-системы показывает результаты на 11 % лучше, чем классические СОВ.

Заключение. Распознавание компьютерных атак следует рассматривать более широко, нежели этап анализа и классификации событий в дискретных последовательностях — в данном случае сетевого трафика. Оптимизированная подготовка входных данных и проверка полученных результатов классификации не менее важны. Таким образом, методика расширенного обнаружения и реагирования на компьютерные атаки состоит из трех способов на каждом из этапов: 1) Способ преобразования входных данных в формат сокращенной диаграммы решений для оптимизации их представления в памяти; 2) Гибридный подход к обнаружению вторжений на основе сетевой СОВ и EDR-системы, реализующих ансамбль машинного обучения; 3) Верификация результатов данного ансамбля с помощью взвешенного голосования и сигнатурного анализа. Тестирование на больших наборах данных показывает повышение точности выявления атак в среднем на 11 %, что подтверждает эффективность методики.

Список источников

- [1] Добкач Л.Я., Цирлов В.Л. Проект стандартизации технологии расширенного обнаружения и реагирования. *Новые направления развития приборостроения. 17-я Междунар. науч.-техн. конф. молодых ученых и студентов: материалы*. Минск, БНТУ, 2024, 257 с.
- [2] Бибило П.Н., Романов В.И. Минимизация многоуровневых представлений систем полностью определенных булевых функций с использованием разложений Шеннона и алгебраических представлений кофакторов. *Информатика*, 2021, т. 18, № 2, с. 7–32. <https://doi.org/10.37661/1816-0301-2021-18-2-7-32>
- [3] Сакулин С.А., Алфимцев А.Н., Ломанов А.А., Добкач Л.Я., Недашковский В.М. Выявление сетевых аномалий на основе взвешенного агрегирования с учетом узловых параметров. *Вестник компьютерных информационных технологий*, 2022, т. 19, № 7 (217), с. 48–56.

УДК 004.89

Автоматизированное извлечение и классификация терминов в динамическом графе знаний

Жиров Дмитрий Викторович¹

DVZhirov@sberbank.ru

Лебедев Аркадий Ильич^{2(*)}

lebedevai2@student.bmstu.ru

Костиков Константин Олегович²

kostickov.costya@yandex.ru

Исмаилов Адиль Назимович²

hustle.adik69@yandex.ru

¹ ПАО «Сбербанк», Москва, Россия² МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, Россия

Аннотация. Рассмотрен подход к автоматизированному извлечению и классификации терминов с использованием динамического графа знаний. Представлен конвейер, включающий распознавание терминов в тексте, определение их принадлежности к иерархической структуре классов и автоматическое расширение графа при появлении новых понятий. Показано, что предложенный метод обеспечивает универсальность обработки текстов различных предметных областей, позволяет адаптивно формировать таксономию и поддерживать актуальность графа знаний без ручного редактирования. Сделан вывод о применимости разработанного решения для систем интеллектуального анализа данных и поддержки принятия решений.

Ключевые слова: граф знаний, извлечение терминов, классификация, автоматизация, динамическая таксономия

Введение. В современных условиях объем текстовой информации растет экспоненциально, что требует разработки инструментов для ее систематизации и автоматической структуризации. Одним из эффективных решений выступает построение графов знаний, в которых термины связываются отношениями принадлежности и иерархии [1]. Однако классические подходы страдают статичностью: изменение предметной области влечет за собой ручную переработку структуры графа [2]. Для преодоления этого ограничения предлагается метод динамического формирования графа знаний, основанный на автоматизированном извлечении и классификации терминов. Цель работы заключается в создании непрерывного конвейера обработки текстов, способного не только извлекать термины, но и интегрировать их в существующую систему классов, а при необходимости — создавать новые элементы графа. Это обеспечивает универсальность подхода и возможность его применения в различных областях знания.

Методы и материалы; результаты. Предложенный конвейер включает несколько этапов. На первом этапе осуществляется распознавание терминов в тексте с использованием методов машинного обучения [3]. Текст разбивается на слова, убираются символы, не относящиеся к алфавитным или знакам препинания. Дообученная модель распознавания естественного языка BERT

совершает контекстное выделение потенциальных терминов из текста и размечает в формате BIO. Полученные термины проходят дополнительную фильтрацию при помощи LLM-эксперта.

Далее выполняется проверка принадлежности термина к существующему дереву классов. Для этого используется иерархическая классификация, позволяющая последовательно уточнять позицию термина на разных уровнях таксономии. Если уверенность классификации оказывается недостаточной, инициируется процесс создания нового класса. Его структура формируется автоматически, что обеспечивает адаптивное расширение графа знаний.

Экспериментальная проверка показала, что предложенный метод обеспечивает стабильное качество извлечения ($F1\text{-score}=0.849$, $\text{Precision}=0.835$, $\text{Recall}=0.86$) и классификации терминов, а также корректное расширение таксономии.

Заключение. Разработан метод автоматизированного извлечения и классификации терминов в динамическом графе знаний. В отличие от традиционных решений, предложенный подход обеспечивает возможность адаптивного расширения структуры классов без участия эксперта. Система универсальна и может быть использована для анализа текстов различных предметных областей.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

- [1] Dehal R.S., Sharma M., Rajabi E. Knowledge Graphs and Their Reciprocal Relationship with Large Language Models. *Machine Learning and Knowledge Extraction*, 2025, vol. 7, no. 2, art. no. 38. <https://doi.org/10.3390/make7020038>
- [2] Al Khatib H.S. et al. Patient-centric knowledge graphs: a survey of current methods, challenges, and applications. *Frontiers in Artificial Intelligence*, 2024, vol. 7, art. no. 1388479. <https://doi.org/10.3389/frai.2024.1388479>
- [3] Пимешков В.К., Никонорова М.Л., Шишаев М.Г. Комбинированный метод извлечения терминов для задачи мониторинга тематических обсуждений в социальных медиа. *Информатика и автоматизация*, 2024, т. 23, № 4, с. 1110–1138.

УДК 004.932.2

Генерация изображений с рукописью для задач распознавания текста

Захаров Павел Валентинович

pv_zakharov@mail.ru

МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, Россия

Аннотация. Рассмотрены подходы к генерации рукописных изображений в задачах динамической биометрии. Представлены методы синтетического формирования данных для восполнения недостатка реальных выборок и повышения качества обучения моделей распознавания. Сделан вывод, что генерация рукописных изображений может применяться как для тренировки биометрических систем, так и для исследования методов выявления синтетики.

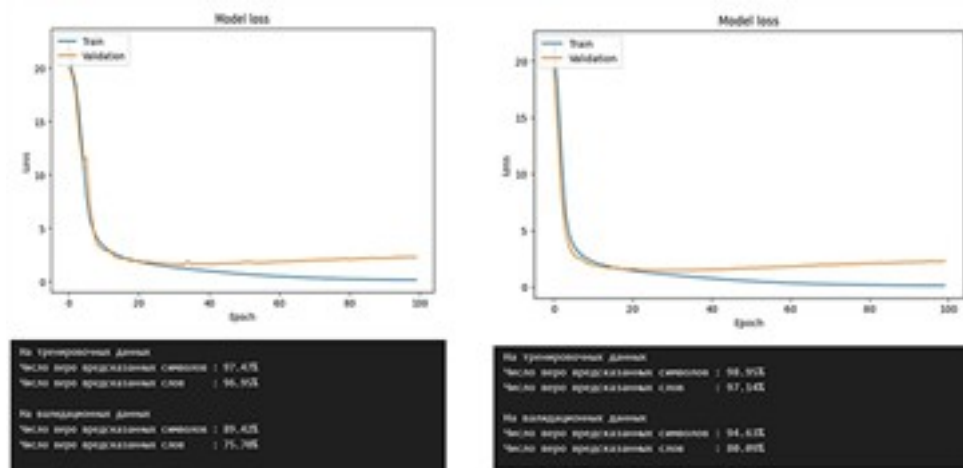
Ключевые слова: динамическая биометрия, рукописные изображения, синтетические данные, генерация, распознавание

Введение. Динамическая биометрия, основанная на анализе рукописного ввода, является перспективным направлением для построения надежных систем аутентификации. Одной из основных проблем в этой области остается недостаток данных, что затрудняет обучение и тестирование современных алгоритмов [1]. Генерация синтетических рукописных изображений рассматривается как способ восполнения нехватки выборок и повышения устойчивости моделей. Целью работы является исследование методов генерации данных и их применимости в задачах динамической биометрии [2].

Методы и материалы; результаты. В работе использовались методы генерации синтетических рукописных изображений с применением моделей машинного обучения и алгоритмов компьютерного зрения. В качестве исходных данных рассматривались образцы рукописного ввода, включающие символы и слова, полученные из открытых наборов данных. Для синтетической генерации применялись алгоритмы трансформации изображений, методы вариационных автоэнкодеров и генеративно-состязательных сетей [3]. Обработка данных включала этапы нормализации, выделения признаков и их последующей классификации с использованием сверточных нейронных сетей. В результате экспериментов показано, что использование синтетических данных позволяет существенно увеличить обучающую выборку и повысить точность распознавания рукописного текста. Полученные изображения демонстрируют высокую вариативность, сохраняя при этом ключевые биометрические признаки. Оценка устойчивости моделей показала их чувствительность к искусственно созданным образцам, что подтверждает актуальность разработки методов выявления синтетики.

Дополнительно проведено сравнение работы моделей при обучении только на реальные данные и при смешанном обучении с использованием

синтетики. Установлено, что модели, натренированные на смешанных данных, демонстрируют лучшую устойчивость к изменению почерка и к шумовым искажениям, что делает подход перспективным для практического применения в биометрических системах (см. рисунок).



Результаты эксперимента

Заключение. Исследование показало, что генерация рукописных изображений повышает эффективность алгоритмов динамической биометрии и расширяет возможности их применения. Полученные результаты могут использоваться как в практических биометрических системах, так и в дальнейших научных исследованиях.

Список источников

- [1] Сай С.В., Кудашев А.А. Оценка качества изображений природного ландшафта с повышенным разрешением на основе GAN. *Вестник ТОГУ*, 2024, № 1 (72), с. 49–58.
- [2] Лебедева О.А. Динамическое моделирование оптимального маршрута в мультимодальной транспортной сети. *Современные технологии. Системный анализ. Моделирование*, 2020, № 1 (65). [https://doi.org/10.26731/1813-9108.2020.1\(65\).44-50](https://doi.org/10.26731/1813-9108.2020.1(65).44-50)
- [3] Пчелинцев С., Юляшков М.А., Ковалева О.А. Метод создания синтетических наборов данных для обучения нейросетевых моделей распознаванию объектов. *Информационно-управляющие системы*, 2022, № 3 (118). <https://doi.org/10.31799/1684-8853-2022-3-9-19>

УДК 004.72

Информационная система мониторинга состояния распределенной ad-hoc-сети передачи данных

Кувшинова Анна Евгеньевна

annakuv@student.bmstu.ru

Зайцев Арсений Михайлович

za06m16@student.bmstu.ru

Иванов Игорь Потапович

ivanov@bmstu.ru

Пенкин Артем Дмитриевич

penkinad@student.bmstu.ru

Кочетков Денис Игоревич

kochetkovdi1@student.bmstu.ru

МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, Россия

Аннотация. Рассмотрена задача оперативного наблюдения за состоянием распределенной ad-hoc-сети с помощью микроконтроллера ESP8266, выполняющего мониторинг ее состояния и передачу технической информации в режиме реального времени в веб-ориентированный интерфейс. Проведено тестирование информационной системы в лабораторных и полевых условиях.

Ключевые слова: мониторинг сетей MANET, ESP8266, мониторинг компьютерных сетей, распределенные компьютерные сети, распределенные ad-hoc сети

Введение. Для контроля систем, работающих в условиях отсутствия стабильных каналов связи, требуются специализированные средства. Данная работа посвящена разработке системы наблюдения за состоянием ad-hoc-сети, созданной на базе микроконтроллеров ESP8266, и являющейся частью распределенного комплекса обнаружения лесных пожаров [1], разрабатываемого в рамках государственного задания Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (тема № FSN-2024-0073).

Материалы и методы; результаты. Энергоэффективная распределенная ad-hoc-сеть передачи метаданных о мониторинге возгораний в труднодоступных местах построена на базе модулей NodeMCU семейства ESP8266 с использованием библиотеки «painlessMesh». Была разработана прошивка для отдельного микроконтроллера, производящего мониторинг этой сети — ESP-зонд. Он производит сбор следующих данных — количество подключенных к сети узлов, их названия, информацию о топологии сети, список доступных по близости WiFi-сетей с указанием SSID и RSSI, и далее передает их на микрокомпьютер по последовательному порту.

Для обработки данных в формате JSON, поступающих от ESP-зонда, была разработана сетевая служба на языке программирования Python. Сервер данной сетевой службы посредством асинхронной очереди [2] выполняет роль прокси-сервера между микрокомпьютером, к которому подключен ESP-зонд и удаленным веб-ориентированным интерфейсом. Веб-ориентированный интерфейс представляет собой информационную панель, данные которой обновляются в режиме реального времени по протоколу WebSocket [3].

Таким образом топология ad-hoc-сети отображается в виде ориентированного графа, в вершинах которого находятся идентификаторы узлов. Узел голубого цвета соответствует ESP-зонду (см. рисунок).



Веб-интерфейс системы мониторинга

Заключение. Разработана информационная система мониторинга состояния ad-hoc-сети, включающая в себя следующие компоненты: ESP-зонд, прокси-сервер и веб-интерфейс. Тестирование информационной системы проводилось на примере стационарного и мобильного комплекса мониторинга лесных пожаров. Полученное решение позволяет в режиме реального времени контролировать состояние ad-hoc-сети, выявлять аномалии и изменения в топологии.

Список источников

- [1] Penkin A.D., Kochetkov D.I., Nashchekin N.D., Posevin D.P., Ivanov I.P. On the Possibility of Creating Energy-Efficient Mesh Network to Prevent Forest Fires and Provide Video Surveillance of Hard-to-Reach Areas. *7th International Youth Conference on Radio Electronics, Electrical and Power Engineering (REEPE)*. IEEE, 2025, pp. 1–6. <https://doi.org/10.1109/REEPE63962.2025.10970996>
- [2] Савостин П.А., Ефремова Н.Э. Практическое применение асинхронного программирования на языке Python при помощи пакета Asyncio. *Программные системы и вычислительные методы*, 2018, № 2, с. 11–16.
- [3] Болденков А.С. Анализ протокола передачи данных WebSocket. *Актуальные научные исследования в современном мире*, 2022, № 1–1 (81), с. 49–52.

УДК 519.876.5

Опыт использования виртуальных стендов в образовательном процессе

Иванова Наталья Александровна¹

slamy@bk.ru

Анциферов Сергей Александрович²

salan63@mail.ru

SPIN-код: 6538-5470

¹ ЧОУ ВО «Тольяттинская академия управления», Тольятти, Россия² ФГБОУ ВО «Тольяттинский государственный университет», Тольятти, Россия

Аннотация. Приводится описание виртуального стенда автоматизированной системы управления приточной вентиляционной камеры. Стенд применяется для обучения студентов технических специальностей и повышения квалификации сотрудников жилищно-коммунального хозяйства. Виртуальные стенды в образовательном процессе показали высокую эффективность за счет наглядного представления математических и логических взаимосвязей при описании модели реального оборудования.

Ключевые слова: виртуальный стенд, SCADA-система, автоматизированная система управления, вентиляционная камера

Введение. Уровень кадрового потенциала в сфере жилищно-коммунального хозяйства (ЖКХ), оказывает значительное влияние на результативность работы предприятия, что, в свою очередь формирует требования к сотрудникам и в первую очередь к техническому персоналу. Исследование данной проблемы дает понимание, что наиболее важной задачей является эффективное использование человеческих ресурсов в современных, весьма сложных общественно-политических условиях. Сфера строительного производства и жилищно-коммунальное хозяйство представляются одни из самых сложных с точки зрения технологии и организации процессов.

Методы и материалы; результаты. Информационные технологии на основе SCADA-систем (Supervisory Control And Data Acquisition), расчетно-графические пакеты помогают современным инженерам в проектировании, моделировании различных технологических режимах, вплоть до аварийных, а также обеспечивать контроль за управляемыми процессами в реальном времени. Авторами разработан и внедрен в образовательный процесс комплекс виртуальных стендов для симуляции (воспроизведения физического устройства и процесса программными средствами), который позволяет проводить обучение студентов технического направления, специалистов ЖКХ. Комплекс состоит из компонентов, которые дают представление об устройстве и принципе действия автоматизированной системы управления (АСУ) приточной вентиляционной камеры; ИТП; системы отопления с газовым котлом частного дома; различных типов регуляторов и приборов учета.

Виртуальный стенд «АСУ приточной вентиляционной камеры» реализован в среде LabVIEW, ведущем мировом разработчике SCADA-систем. Фронтальная панель может представлять функциональную схему, приборную панель, осциллограф или другой, удобный и знакомый для пользователя интерфейс.

В верхней части схема самой приточной камеры с основными элементами и точками измерения температур: наружного воздуха (ТЕнар); приточного воздуха (ТЕпв); воздуха в помещении (ТЕвн). Степень засорения фильтра контролируется дифференциальным манометром DPE, на блок-диаграмме выделено серой рамкой с обозначением (ф). Срабатывание индикатора (красный цвет) засорения фильтра «фильтр» задается случайным образом и носит иллюстративный характер.

Заключение. Опыт использования виртуальных стендов и цифрового моделирования [1–3] в образовательном процессе показал высокую эффективность за счет наглядного представления математических и логических взаимосвязей при описании модели реального оборудования. Применение графического языка G дает понимание основ программирования даже людям, не знакомым с этой сферой знаний. Усвоение принципов работы АСУ очень важно для эксплуатирующего персонала для обеспечения надежной и безаварийной работы оборудования, кроме того, позволяет проще переходить на современные способы управления на основе SCADA-систем.

Список источников

- [1] Анциферов С.А., Чиркова Е.В., Вергасов И.О. Расчет утепления наружного угла на основе цифрового моделирования. *Сурский вестник*, 2024, № 1 (26), с. 46–51. http://doi.org/10.36461/2619-1202_2024_01_008
- [2] Анциферов С.А., Чиркова Е.В. Опыт цифрового моделирования по выявлению зон выпадения конденсата на светопрозрачных ограждениях. *Жилищное хозяйство и коммунальная инфраструктура*, 2024, № 2 (29), с. 35–43. <http://doi.org/10.36622/2541-9110.2024.29.2.004>
- [3] Кучеренко М.Н., Сизенко О.А., Лелонд О.В. Разработка режимной карты работы систем вентиляции в многоквартирных жилых домах. *Региональная архитектура и строительство*, 2017, № 3 (32), с. 160–164.

УДК 004.9

Исследование архитектур межбанковских платежных систем

Королев Святослав Владимирович^(*)

korolev.s.v@list.ru

Мышенков Константин Сергеевич

myshenkovks@bmstu.ru

SPIN-код: 4808-1034

МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, Россия

Аннотация. В статье проводится комплексный анализ архитектур современных межбанковских платежных систем (МПС). Исследование фокусируется на эволюции архитектурных моделей — от централизованных иерархических систем к распределенным экосистемам и гибридным платформам. Особое внимание уделяется влиянию таких технологий, как API и облачные вычисления, на устойчивость, масштабируемость и безопасность МПС. В работе систематизированы ключевые вызовы, включая проблемы гибкости, киберугроз и регуляторного соответствия. Результаты исследования позволяют идентифицировать тенденции и перспективные направления развития архитектур МПС, что имеет значение для их проектирования и модернизации.

Ключевые слова: финансы, банковская система, платежная система, торговое-сервисное предприятие, экосистема, платформа сервисов, информационная система

Введение. В настоящее время наблюдается активное развитие банковской сферы. Решения, имеющие платформенную архитектуру, позволяют банкам обеспечить стандартизированные интерфейсы (API), снижают транзакционные издержки за счет устранения посредников и аккумулируют данные и сервисы провайдеров на единой платформе **Ошибка! Источник ссылки не найден.** Целью работы является анализ развития платформенных решений и информационных экосистем в мультибанковской платежной сфере. Задачи исследования:

- 1) систематизировать существующие архитектуры платформенных решений в платежной индустрии (платформы-агрегаторы, платформы-инфраструктуры, экосистемные оркестраторы);
- 2) проанализировать архитектурные особенности и технологический стек (микросервисы, API-менеджмент, безопасность) таких платформ;
- 3) выявить ключевые факторы успеха для участников экосистемы (доступ к данным, качество пользовательского опыта, скорость интеграции).

Оценить регуляторные риски и вызовы (безопасность данных, антимонопольное регулирование, решение диспутов).

Методы и материалы; результаты. В качестве методов исследования в работе используется анализ архитектур ведущих российских и международных платформенных решений, сопоставление различных бизнес моделей (B2B, B2B2C, B2C). Исследование анализирует важность внедрения новых технологий, рыночной конкуренции, изменения в скорости внедрения пла-

тежных систем 0. Будущее платежных инструментов заключается в использовании технологических тенденций для создания более революционной и доступной платежной экосистемы 0.

Основные результаты и выводы. Доминирование в платежной индустрии переходит от закрытых проприетарных систем к платформам с открытой API-ориентированной архитектурой, что позволяет быстро подключать новых участников и запускать инновационные продукты. В конкурентной борьбе побеждают экосистемы, которые эффективнее собирают, анализируют и монетизируют данные о платежах и поведении пользователей, предлагая персонализированные сервисы. Банки рискуют превратиться в поставщиков базовых услуг на периферии платежных экосистем, если не займут в их развитии активную позицию. Выявлены системные риски, связанные с концентрацией данных и зависимостью от инфраструктуры единой платформы, а также киберриски.

Заключение. Проведенное исследование демонстрирует, что платежная сфера переживает фундаментальную трансформацию: от конкуренции отдельных институтов к соперничеству интегрированных платформенных экосистем. Ключевым фактором успеха в новой парадигме становится способность выступать оркестратором цифрового взаимодействия, эффективно управляя данными и создавая максимальную ценность для всех участников.

Список источников

- [1] Ahmed M.R., Meenakshi K., Obaidat M.S. et al. Blockchain Based Architecture and Solution for Secure Digital Payment System. *IEEE International Conference on Communications (ICC 2021)*, Canada, QC, Montreal, 2021, pp. 1–6. <https://doi.org/10.1109/ICC42927.2021.9500526>
- [2] Cheong Ch.P., Fong S. et al. Designing an Efficient and Secure Credit Card based Payment System with Web Services Based on the ANSI X9.59-2006. *Journal of Information Processing Systems*, 2012, vol. 8, no. 3, pp. 495–520. <https://doi.org/10.3745/JIPS.2012.8.3.495>
- [3] Alam W., Sarma D. et al. Internet of Things Based Smart Vending Machine using Digital Payment System. *Indonesian Journal of Electrical Engineering and Informatics (IJEI)*, 2021, vol. 9, no. 3, pp. 719–731. <https://doi.org/10.52549/ijeel.v9i3.3133>

УДК 004.896

Многоагентная система сбора, хранения и обработки данных радиофизических измерений: оркестрация сети

Косилов Илья Олегович¹

KosilovIO@mpei.ru

Щирый Андрей Олегович^{2(*)}

sao@izmiran.ru

SPIN-код: 8078-9492

¹ ФБГОУ ВО «НИУ «МЭИ», Москва, Россия² Институт земного магнетизма, ионосферы и распространения радиоволн РАН
им. Н.В. Пушкова, Москва, Россия

Аннотация. Рассмотрена организация верхнего слоя систем автоматизации научных измерений на основе агентов больших языковых моделей (БЯМ). Представлена иерархия агентов: базовые интерфейсные модули, специализированные эксперты и агенты-оркестраторы. Показано, что предложенная архитектура обеспечивает интеграцию радиофизических данных, гибкое управление инструментами и поддержку естественно-языковых запросов. Особое внимание уделено мультимодальным моделям, объединяющим текст, числовые ряды и изображения. Сделаны выводы, что применение БЯМ-агентов позволяет повысить воспроизводимость, адаптивность и объяснимость исследований, а также использовать разработку для мониторинга ионосферы и задач связи.

Ключевые слова: БЯМ-агенты, многоагентная архитектура, оркестрация, мультимодальность, радиофизические измерения, ионограмма

Введение. Системы автоматизации научных измерений всегда традиционно создавались в монолитной архитектуре (вариант — конгломертам монолитов, «пакет программ»), пусть даже архитектура внутренней реализации монолита обладала многоуровневостью и другими признаками развитой декомпозиции [1]. Современные технологические и методологические возможности заставляют задуматься о преимуществах многоагентной архитектуры для построения указанных систем.

Методы и материалы; результаты. Слой интеллектуальных агентов на основе больших языковых моделей (БЯМ) предназначен для интеграции данных радиофизических измерений с внешними источниками знаний и аналитическими инструментами [2]. В отличие от нижних уровней, где преобладают формализованные алгоритмы и потоковая обработка сигналов, верхний слой обеспечивает гибкую интерпретацию, принятие решений и формирование стратегий экспериментов. Архитектура верхнего слоя иерархична. Базовые агенты предоставляют интерфейсы к данным и инструментам: от вызова процедур фильтрации сигналов до SQL-запросов. Выше расположены специализированные агенты-эксперты для анализа ионограмм, сопоставления с моделями многолучевости, прогнозов состояния радиолиний. Управление координируют агенты-оркестраторы, распределяющие задачи и поддержива-

ющие диалог с исследователем [3]. Такая организация обеспечивает модульность и адаптивность, упрощая масштабирование под новые задачи. Входными данными служат артефакты нижних уровней: отсчеты оцифрованного сигнала измерительной аппаратуры, спектры помех, треки мод и др. Агенты также принимают естественно-языковые запросы и преобразуют их в вызовы инструментов — фильтров, визуализаторов, графовой подсистемы происхождения данных. Особое внимание уделяется мультимодальности. Научные данные часто включают текстовые описания, числовые ряды и изображения (например, ионограммы). Мультимодальные модели способны объединять эти форматы, повышая качество анализа и диагностики, хотя остаются вопросы согласования форматов и воспроизводимости результатов.

Функционирование верхнего уровня строится на распределенном управлении: агенты решают узкие задачи, а оркестратор обеспечивает согласованность и балансировку нагрузки. Это позволяет быстро наращивать функционал без изменения базовой логики.

Заключение. Использование БЯМ-агентов облегчает создание воспроизводимых и адаптивных систем, применимых, разумеется, не только в радиофизических исследованиях.

Список источников

- [1] Щирий А.О. Алгоритмы и программное обеспечение автоматизации процессов измерений и обработки данных оперативной диагностики ионосферы и ионосферных радиополит. *Журнал радиоэлектроники*, 2022, № 10. <https://doi.org/10.30898/1684-1719.2022.10.4>
- [2] Zhang W. et al. *AgentOrchestra: A Hierarchical Multi-Agent Framework for General-Purpose Task Solving*. URL: <https://arxiv.org/abs/2506.12508> (accessed 18.09.2025).
- [3] Kandogan E., Bhutani N., Zhang D., Chen R.L., Gurajada S., Hruschka E. *Orchestrating Agents and Data for Enterprise: A Blueprint Architecture for Compound AI*. URL: <https://arxiv.org/abs/2504.08148> (accessed 21.09.2025).

УДК 378.146

Метод оценки академических письменных работ на основе графов для противодействия ИИ-плагиату и снижения трудозатрат преподавателей

Крашенинникова Любовь Вениаминовна

Lkrashennnikova@gmail.com

SPIN-код: 7741-0440

ИДПО 4Portfolio, Москва, Россия

Аннотация. Проведена апробация метода оценивания письменных заданий на базе графов знаний в сравнении с оцениванием текстов. Показано, что оценки, полученные двумя методами, имеют тенденцию к совпадению. Переход к оцениванию на базе графов позволяет ускорить проверку и уйти от ИИ-плагиата.

Ключевые слова: граф знаний, письменная работа, оценивание, высшее образование

Введение. Распространение генеративного ИИ обострило проблему академической честности, сделав бессмысленной проверку текстов на заимствования [1]. Это привело к смещению акцента на творческие задания, что, в свою очередь, существенно увеличило трудозатраты преподавателей на их проверку [2]. Возникла необходимость в новом методе оценки, который бы нивелировал риски ИИ-плагиата и автоматизировал процесс проверки. Цель исследования — апробация метода оценки письменных работ на основе сравнения графов знаний для решения проблемы ИИ-плагиата и снижения нагрузки на преподавателей.

Методы и материалы; результаты. Задачи: 1. Разработать методику построения эталонного графа знаний по учебной теме и графов на основе студенческих работ. 2. Провести сравнительный эксперимент: оценить один массив работ традиционным методом и предложенным графовым методом. 3. Сопоставить результаты и сделать вывод об эффективности и применимости метода.

Методология. В исследовании участвовали 16 магистрантов, выполнено 36 письменных работ по курсу «Медиаграмотность». Для каждой темы с помощью сервиса Knowledge Graph Maker и нейросети Deepseek на основе материалов курса создавался эталонный граф знаний. Графы по студенческим работам строились автоматически. Оценка выставлялась на основе сравнения эталонного и студенческого графов по трем критериям: соответствие узлов (концептов), соответствие ребер (взаимосвязей) и логическая структура.

Результаты. 1. Оценки, выставленные традиционным и графовым методами, показали тенденцию к совпадению по уровням («отлично», «хорошо» и т. д.). 2. Обнаружены отдельные случаи существенных расхождений, требующие дальнейшего изучения. 3. Процесс построения графов с использова-

нием современных инструментов не является трудоемким. 4. Визуализация смыслов в виде графа упрощает и ускоряет процедуру оценки по сравнению с анализом сплошного текста.

Заключение. Предложенный метод на основе графов знаний доказал свою работоспособность и имеет ряд ключевых преимуществ: 1. Экономия ресурсов: переход от работы с текстами к анализу смысловых структур ускоряет проверку. 2. Борьба с ИИ-плагиатом: для генерации «правильного» текста студенту необходимо глубоко понимать тему, чтобы составить корректный промпт, что маловероятно без изучения материалов. 3. Наглядность: граф наглядно демонстрирует понимание студентом темы и выявляет пробелы.

Перспективой исследования является разработка четких формализованных критериев сравнения графов для полной автоматизации процесса оценки.

Список источников

- [1] Ellis C., Murdoch K. The educational integrity enforcement pyramid: a new framework for challenging and responding to student cheating. *Assessment & Evaluation in Higher Education*, 2024, vol. 49 (7), pp. 924–934. <https://doi.org/10.1080/02602938.2024.2329167>
- [2] Смирнов Д.А., Сахарова Н.А. Педагогический дизайн моделей преподавания с применением технологий искусственного интеллекта: сравнительный анализ. *Проблемы современного педагогического образования*, 2025, № 87–2, с. 387–391. EDN: DOMVPL.

УДК 004.85

Методы классификации сервисов в сети биткоин на основе статистических признаков и векторных представлений

Кузовчиков Максим Евгеньевич mkuzovchikov@gmail.com

Вишняков Игорь Эдуардович vishnyakov@bmstu.ru
SPIN-код: 5500-1834

Белова Наталья n.virtseva@bmstu.ru
SPIN-код: 3582-3061

МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, Россия

Аннотация. Проведено исследование методов классификации биткоин-адресов, связанных с различными сервисами, на основе статистических признаков транзакционной активности и на основе векторных представлений эго-сетей адресов. Результаты показали, что применение эмбедингов и нейронных сетей обеспечивает значительно более высокие показатели классификации. Работа подтверждает эффективность графовых моделей и машинного обучения для анализа структуры транзакций в сети биткоин.

Ключевые слова: биткоин, анализ транзакций, сервисы-миксеры, машинное обучение, классификация адресов, эго-сети, graph2vec, эмбединги

Введение. В настоящее время растет интерес к анализу транзакций в сети биткоин, а особое внимание уделяется сервисам-миксерам [1], которые повышают анонимность путем перемешивания средств различных пользователей. В работе рассмотрены методы классификации биткоин-адресов сервисов на основе различных признаков их транзакционной активности.

Методы и материалы; результаты. Для классификации были собраны данные из открытого источника WalletExplorer [2], включающие адреса миксеров, биржевых сервисов и игровых платформ. Рассматривались два подхода к классификации: на основе статистических признаков и на основе векторных представлений эго-сетей адресов.

В первом случае для каждого адреса формировался набор из 8 признаков: общее количество транзакций адреса в качестве отправителя или получателя, сумма средств, поступивших и выведенных с адреса, среднее значение входящих и исходящих переводов, время между первой и последней транзакцией адреса. Результаты классификации представлены в табл. 1.

Второй подход основывался на построении эго-сетей адресов. Эго-сеть адреса представляет собой локальный подграф, строящийся вокруг выбранного узла и включающий его соседей. Эго-сети адресов использовались для извлечения векторных представлений с помощью алгоритма graph2vec [3]. Полученные эмбединги использовались для классификации адресов с помощью моделей машинного обучения. Результаты представлены в табл. 2.

Таблица 1

Результаты классификации по статистическим признакам

Модель	Доля верных классификаций	Точность	Полнота	F_1 -мера
Логистическая регрессия	0,431	0,517	0,497	0,408
Градиентный бустинг	0,720	0,690	0,534	0,556
Случайный лес	0,629	0,508	0,503	0,504

Таблица 2

Результаты классификации на основе векторных представлений

Модель	Доля верных классификаций	Точность	Полнота	F_1 -мера
Логистическая регрессия	0,854	0,755	0,818	0,775
Градиентный бустинг	0,959	0,966	0,846	0,874
Случайный лес	0,940	0,904	0,830	0,857
Нейронная сеть	0,979	0,951	0,952	0,951

Использование векторных представлений позволило значительно улучшить показатели. Нейронная сеть, обученная на эмбедингах, достигла точности до 0,98 и показала устойчивость к дисбалансу данных. Это подтверждает эффективность применения графовых моделей и эмбедингов для анализа структуры транзакций.

Заключение. Данная работа показала, что методы машинного обучения позволяют эффективно классифицировать биткоин-адреса сервисов. Подход на основе статистических признаков обеспечивает базовый уровень точности. Применение эмбедингов на основе алгоритма graph2vec дает возможность достичь высокой точности и устойчивости к шуму и дисбалансу данных.

Список источников

- [1] Shojaeinasab A., Motamed A., Bahrak B. Mixing detection on bitcoin transactions using statistical patterns. *IET Blockchain*, 2023, vol. 3, pp. 136–148. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2204.02019>
- [2] *Smart Bitcoin block explorer*. URL: <https://www.walletexplorer.com> (accessed 20.05.2025).
- [3] Narayanan A., Chandramohan M., Venkatesan R., Chen L. Graph2vec: learning distributed representations of graphs. *13th International Workshop on Mining and Learning with Graphs*, 2017, pp. 1–8. <https://doi.org/10.48550/arXiv.1707.05005>

УДК 519.237.3

Выбор гипотезы при одновременном сопровождении воздушного объекта линейным и квадратичным фильтрами

Кузьменков Владимир Юрьевич lemez_noginsk@gskb.ru

Пшенин Игорь Владимирович lemez_noginsk@gskb.ru

ПАО «НПО «Алмаз» имени академика А.А. Расплетина, Москва, Россия

Аннотация. При сопровождении воздушных объектов применяют одновременное сглаживание линейным и квадратичным фильтрами. Рассмотрена процедура проверки простой статистической гипотезы: «объект движется с постоянной скоростью» или «объект маневрирует».

Ключевые слова: выбор гипотезы сопровождения объекта, линейный фильтр, квадратичный фильтр, обнаружение маневра, оценка ускорения

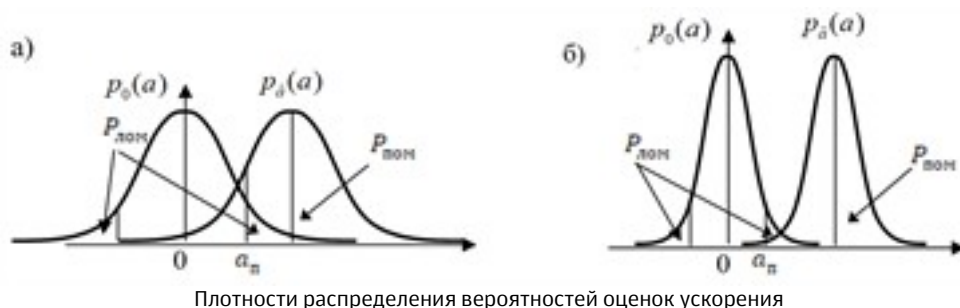
Введение. Во многих прикладных задачах возникает необходимость оценивания параметров движения объекта по совокупности единичных замеров (ЕЗ). Их основное содержание — привязанные ко времени измерения координат и показатели качества их измерений. По совокупности ЕЗ вычисляются оценки параметров движения сопровождаемых ВО (привязанные ко времени координаты, скорости и, при наличии маневра, ускорения).

В настоящее время при сопровождении часто применяется одновременное сглаживание линейным и квадратичным фильтрами. Но при выдаче информации потребителю необходимо выбрать ту или иную траекторию. Другие словами, надо проверить простую статистическую гипотезу: «ВО движется прямолинейно и равномерно» или «ВО маневрирует».

Материалы и методы; результаты. В [1] операцию обнаружения маневра предлагается рассматривать как проверку простой статистической гипотезы: «обнаружен маневр». Тогда качество принятия решения характеризуется условными вероятностями: правильного обнаружения маневра $P_{\text{ПОМ}}$; ложного необнаружения маневра $P_{\text{ЛНМ}} = 1 - P_{\text{ПОМ}}$; правильного необнаружения маневра $P_{\text{ПНМ}}$; ложного обнаружения маневра $P_{\text{ЛОМ}} = 1 - P_{\text{ПНМ}}$.

Пусть по результатам полиномиального сглаживания ЕЗ получена оценка ускорения $\hat{a}$ по одной из координат. Эта случайная величина, обладает неслучайным показателем — дисперсией ошибки измерения σ_a^2 . Возможность оценки текущих значений $P_{\text{ПОМ}}$ при фиксированной величине $P_{\text{ЛОМ}}$ на основе анализа оценок $\hat{a}$ и σ_a^2 иллюстрирует рисунок. Там изображены плотности распределения вероятностей оценок ускорения при отсутствии маневра $p_0(a)$, и при его наличии $p_a(a)$. Тогда для обнаружения маневра выставляется порог $a_{\text{П}}$, при превышении которого значением $\hat{a}$ принимается решение,

что ВО маневрирует. Дисперсия оценки ускорения для плотности распределения вероятностей на рисунке, а) больше, чем на рисунке, б). Чем точнее оценка ускорения, тем больше $P_{\text{ПОМ}}$.



В докладе представлен математический аппарат [2], позволяющий получить оценки ускорения и его дисперсии. Предлагаются пути проверки достоверности оценивания дисперсии измерения ускорения за счет имитации движения ВО с постоянной скоростью и ускорением. Результаты траекторной фильтрации [3] сравниваются с эталонными значениями и рассчитываются реальные дисперсии ошибок измерения ускорения.

Заключение. В соответствии с основными положениями теории проверки статистических гипотез полученные значения ускорений и дисперсии ошибок их измерения позволяют оценить текущие показатели качества обнаружения маневра $P_{\text{ПОМ}}$ и $P_{\text{ЛОМ}}$. Представленный в докладе математический аппарат позволяет рассчитать значения ускорений и их дисперсий. Моделирование эталонной траектории помогает оценить достоверность полученных оценок.

Список источников

- [1] Григорьев Б.М., Губанов А.В., Крылов А.А. и др. *Радиолокационное обеспечение полетов военной авиации. Системотехника и приложения*. Черноголовка, РИО ИПХФ РАН, 2015, 304 с.
- [2] Красногоров С.И. *Матричный анализ в задачах отыскания экстремумов*. Ногинск, Научно-исследовательский центр 30 ЦНИИ МО РФ, 1998, 100 с.
- [3] Кузьменков В.Ю. Применение матричного анализа в задачах обнаружения полезных сигналов, компенсации помех и траекторного сглаживания методом наименьших квадратов. *Русский инженер. II Всерос. конгресс с междунар. уч.: сб. тез.* Москва, Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2024, с. 105–108.

УДК 004.896

Интеллектуальная система анализа многомерных данных пользователей САПР: от когнитивного моделирования к адаптивной автоматизации проектирования

Леонов Владислав Денисович

b0urhood@yandex.ru

SPIN-код: 6054-8870

Филиппович Юрий Николаевич

y_philippovich@mail.ru

SPIN-код: 1660-0675

Московский политехнический университет, Москва, Россия

Аннотация. Рассмотрена интеллектуальная система анализа данных пользователей САПР папоCAD. Представлена ее модульная архитектура для сбора пользовательских логов, геометрических и контекстных данных. Показано, что применение машинного обучения для автономного профилирования, оптимизации структуры проектов и нейрокогнитивных методов для динамической персонализации интерфейса снижает когнитивную нагрузку. Сделаны выводы, что синергия подходов позволяет перейти от статичных инструментов к адаптивным интеллектуальным средам, кардинально повышающим производительность.

Ключевые слова: САПР, когнитивное моделирование, машинное обучение, анализ данных, автоматизация

Введение. Современные САПР являются сложными системами для проектирования объектов, таких как здания и промышленные установки. Их ядром являются информационные модели, объединяющие геометрию, данные и свойства, рост сложности и объема моделей которых требует оптимизации и ускорения процессов проектирования. Одним из решений становятся интеллектуальные системы, которые анализируют данные пользователей, чтобы адаптировать среду и оказывать когнитивную поддержку [1]. Современные исследования сосредоточены на трех направлениях: автоматическое определение профиля пользователя по его поведению, применение машинного обучения для оптимизации проектов и нейрокогнитивная персонализация интерфейсов [2].

Архитектура системы сбора данных. Разработанная система представляет собой платформу для комплексного сбора, обработки и анализа данных, генерируемых пользователями в процессе работы с папоCAD. Архитектура системы построена по модульному четырехуровневому принципу: пользовательские логи; геометрические данные; контекстная информация; метаданные.

Автономное профилирование пользователей на основе паттернов. Это процесс автоматического сбора, анализа и интерпретации данных о действиях пользователя (клики, перемещения, время сессии, предпочтения и т. д.) с целью создания его цифрового профиля без явного и непосредственного участия человека-аналитика [3]. Всего три этапа: сбор данных; анализ и выявление паттернов; практическое применение полученных данных.

Машинное обучение для оптимизации структуры проектов. Применение машинного обучения (МЛ) для оптимизации структуры файлов в системах автоматизированного проектирования является передовой технологией, которая может кардинально повысить эффективность работы инженеров [4]. Структура файлов в САПР-проекте является не просто папкой на диске, это сложный граф взаимосвязей, состоящих из вложенных компонентов и сборок (дерево зависимостей, какая деталь входит в какую сборку). Основные подходы и задачи: классификация и категоризация файлов; прогнозирование связей и зависимостей; предсказательное переименование и управление версиями; оптимизация процесса загрузки; обнаружение аномалий;

Нейрокогнитивные подходы к персонализации интерфейсов. Это подход к персонализации, который использует данные о когнитивном состоянии пользователя для автоматической адаптации интерфейса, задач и рабочей среды САПР. Целью является снизить когнитивную нагрузку, предотвратить ошибки, повысить производительность и комфорт инженера [5].

Заключение. Практическая значимость работы заключается в создании прототипа системы, готовой к внедрению в промышленные САПР-процессы для снижения когнитивной нагрузки и повышения производительности. В научном контексте исследование закладывает основу для развития адаптивных когнитивно-ориентированных сред, способных к самообучению на основе данных пользователей.

Список источников

- [1] Lukačević F., Becattini N., Škec S. EEG-based cognitive load indicators in cad modelling tasks of varying complexity. *Proceedings of the Design Society*, 2023, vol. 3, pp. 1545–1554. <https://doi.org/10.1017/pds.2023.155>
- [2] Tomiyama T. Intelligent computer-aided design systems: Past 20 years and future 20 years. *Artificial Intelligence for Engineering Design Analysis and Manufacturing*, 2007, vol. 21, pp. 27–29. <https://doi.org/10.1017/S0890060407070114>
- [3] Xu Xun, Ross G. Using behavioral modeling technology to capture designer's intent. *Computers in Human Behavior*, 2005, vol. 21, pp. 395–405. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2004.02.012>
- [4] He C., Sun B. Application of Artificial Intelligence Technology in Computer Aided Art Teaching. *Computer-Aided Design and Applications*, 2021, vol. 18, no. S4, pp. 118–129.
- [5] Stewart M. A Critical Analysis of the Theoretical Construction and Empirical Measurement of Cognitive Load. *Cognitive load measurement and application: A theoretical framework for meaningful research and practice*. Routledge, 2017. <https://doi.org/10.4324/9781315296258-3>

УДК 004.051

Технологический эгоизм: почему российские разработчики молчат, когда рынок кричит?

Литвинова Елена Евгеньевна

Litvinova_ee@bmstu.ru

МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, Россия

Аннотация. Рассмотрена проблема «технологического эгоизма» российских ИТ-вендоров, выражающаяся в разрозненности решений, создании дублирующих продуктов, барьеров для интеграции и отсутствии объективных платформ сравнения. Установлено, что ориентация на замкнутые экосистемы снижает доверие рынка и препятствует формированию конкурентной среды, что ведет к сохранению зависимости от зарубежного ПО. Сформулировано решение — создание центра продвижения российского ПО на базе МГТУ им. Н.Э. Баумана как независимого арбитра для унификации критериев оценки работоспособности ПО, стимулирования кросс-платформенной совместимости и консолидации лучших практик. Сделан вывод, что Центр позволит трансформировать конкуренцию в кооперацию, повысить доверие к отечественным решениям и обеспечить стратегический прогресс в достижении технологического лидерства России.

Ключевые слова: технологический эгоизм, ИТ-вендоры, конкуренция, интеграция, цифровая независимость, отечественное ПО, центр экспертизы

Введение. Рассмотрена проблема «технологического эгоизма» российских ИТ-вендоров, проявляющаяся в разрозненности решений, отсутствии кооперации и дублировании продуктов. Цель работы — выявить барьеры, препятствующие формированию единого цифрового пространства, и предложить механизм их преодоления. Задачи исследования указанной проблемы включают в себя анализ причин низкой интеграции отечественного ПО, оценку последствий для рынка и общества, а также формирование предложения по созданию независимого центра экспертизы. Актуальность исследования определяется обеспечению технологической независимости России и отказа от зарубежных решений. Новизна исследования заключается в системной постановке проблемы «технологического эгоизма» вендоров и предложении институционального решения. Научная значимость связана с разработкой подхода к консолидации лучших практик и формированию условий для «здоровой» конкуренции.

Методы и материалы; результаты. В работе использован аналитический подход, основанный на сопоставлении практик российских разработчиков и потребностей рынка. Материалами послужили наблюдения за состоянием отрасли и конкретные примеры дублирования решений (например, многочисленные системы видеоконференций, воспринимаемые пользователями как менее удобные аналоги зарубежных). Проанализированы стратегии вендоров, ориентированные на удержание клиентов через проприетарные

форматы и несовместимость продуктов. Установлено, что подобные действия формируют фрагментированное цифровое пространство, где каждый игрок выстраивает собственное «княжество», что в долгосрочной перспективе снижает общую конкурентоспособность отрасли.

Установлено, что отсутствие прозрачных и унифицированных критериев оценки продуктов приводит к информационному вакууму: заказчики не имеют объективных инструментов сравнения и вынуждены ориентироваться на субъективную оценку производителей. Это способствует сохранению предпочтений в пользу зарубежных решений, даже если отечественные аналоги обладают достаточными конкурентноспособными качествами.

Дополнительно выявлено, что стратегия искусственных барьеров снижает потенциал интеграции и мешает формированию экосистем, основанных на открытых стандартах. В результате значительная часть ресурсов расходуется на конкуренцию между вендорами, а не на развитие передовых технологий и повышение качества продуктов.

Ключевым результатом исследования стало подтверждение необходимости институционального решения — создания на базе МГТУ им. Н.Э. Баумана центра продвижения российского ПО. Центр может выполнять функции независимого «арбитра» на рынке и преодолеть кризис доверия: клиенты смогут опираться на унифицированные данные, а ИТ-вендоры — улучшать продукты, ориентируясь на объективные показатели вместо мифологизации своих преимуществ. Стратегия сотрудничества вместо стратегии эгоизма и изоляции поможет достичь синергии между решениями, сформировать единое цифровое пространство и существенно продвинуться на пути к технологическому лидерству России в мире.

Заключение. Сделаны выводы, что стратегия изоляции и конкуренции «феодалов» в ИТ-сфере препятствует прогрессу и замедляет достижение технологического лидерства России. Решение в виде Центра экспертизы, способно консолидировать лучшие практики, обеспечить кроссплатформенную интеграцию и повысить доверие к отечественным продуктам.

Список источников

- [1] Михаил Мишустин дал поручения по итогам X конференции «Цифровая индустрия промышленной России». URL: http://government.ru/dep_news/55515/ (дата обращения 28.09.2025).
- [2] Программа развития МГТУ им. Н.Э. Баумана. Приоритет-2030. URL: <https://priority2030.ru/analytics/ujalyw7pum/about/program> (дата обращения 28.09.2025).
- [3] О мерах по обеспечению технологической независимости и безопасности критической информационной инфраструктуры Российской Федерации. Указ Президента Российской Федерации от 30.03.2022 № 166 (ред. от 07.04.2025).

УДК 004.056.5

Роль генеративного ИИ в кибербезопасности

Лосев Никита Сергеевич

losevns@student.bmstu.ru

Глинская Елена Вячеславовна

glinskaya@bmstu.ru

МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, Россия

Аннотация. Исследовано применение генеративного искусственного интеллекта (ИИ) для повышения эффективности систем информационной безопасности. Показано, как такие модели улучшают выявление ранее неизвестных угроз, ускоряют реагирование на инциденты безопасности и снижают долю ложных срабатываний. Отдельное внимание уделено противодействию мошенничеству и использованию синтетических данных для обучения и тестирования защитной инфраструктуры.

Ключевые слова: информационная безопасность, генеративный ИИ, детектирование угроз, оперативное реагирование, предотвращение мошенничества, синтетические данные

Введение. Рост объема и изменчивости данных журналов безопасности, сетевого трафика и результатов мониторинга, а также усложнение тактик злоумышленников требуют методов, способных выявлять необычные закономерности без больших объемов заранее размеченных данных и с возможностью распознавать новые типы угроз. Генеративные модели, которые изучают нормальное поведение систем и характерные приемы атак, повышают чувствительность обнаружения и сокращают время принятия защитных мер [1].

Методы и материалы; результаты.

1. Детектирование неизвестных угроз.

Генеративные модели формируют представление о «нормальном» поведении трафика, журналов и действий пользователей. Любые отклонения от этой нормы выделяются и передаются на проверку. Дополнение обучения синтетическими примерами атак помогает учитывать редкие ситуации и снижает риск пропуска новых разновидностей угроз [2].

2. Оперативное реагирование и снижение ложных срабатываний.

На этапе анализа событий безопасности генеративные модели выполняют предварительную обработку: они объединяют похожие записи, удаляют повторяющиеся, восстанавливают точную цепочку действий. Это снижает количество ложных срабатываний и позволяет быстрее передавать реальные инциденты на обработку специалистам.

3. Предотвращение мошенничества.

В финансовой сфере и смежных областях генеративные модели отслеживают типичное поведение пользователей и выявляют подозрительные отклонения в транзакциях и заявках. Исследования показывают, что наилучший результат достигается при сочетании генеративных моделей с правилами оценки рисков и анализом связей между участниками операций [3].

4. Генерация синтетических данных.

Использование сгенерированных моделями синтетических данных повышает устойчивость детекторов к редким видам атак и помогает безопасно воспроизводить разнообразные сценарии тестирования систем безопасности на больших объемах информации. Однако это требует обязательной проверки и аудита самих моделей, контроля качества данных и масштабируемости инфраструктуры [4], а также участия специалистов на ключевых этапах принятия решений [5].

Заключение. Генеративные модели усиливают защиту информационных систем сразу по нескольким направлениям. Они помогают обнаруживать ранее неизвестные угрозы, обрабатывая отклонения от нормального поведения; снижают количество ложных срабатываний за счет фильтрации и восстановления контекста событий; повышают эффективность борьбы с мошенничеством благодаря выявлению аномалий в транзакциях и заявках; а также расширяют возможности обучения и тестирования систем безопасности с помощью синтетических данных.

Список источников

- [1] Generative AI and security: transforming cyber security defense and fraud prevention. *International Research Journal of Modernization in Engineering Technology and Science*, 2024, <https://doi.org/10.56726/irjmets60823>
- [2] Аменицкий А.В., Рухович И.В., Аменицкая Л.А., Аменицкий Д.А. и др. *Управление рисками кибербезопасности. В кн. Современная наука: актуальные вопросы, достижения и инновации*, Пенза, Наука и Просвещение (ИП Гуляев Г.Ю.), 2024, с. 88–99. EDN: TCHJBG.
- [3] Бабанская А.С., Ермольева Д.Р., Ефименко Н.А., Акулова С.А. Сравнительный анализ и возможности ИИ-технологий для предотвращения мошенничества в финансовом секторе. *Экономика. Информатика*, 2025, т. 52, № 1, с. 110–124. <https://doi.org/10.52575/2687-0932-2025-52-1-110-124>
- [4] Curran K., Curran E., Killen J., Duffy C. The role of generative AI in cyber security. *Metaverse*, 2024, vol. 5, no. 2, art. no. 2796. <https://doi.org/10.54517/m2796>
- [5] Попов А.С., Балакирев С.В., Егоров В.М. Искусственный интеллект в системах информационной безопасности. *Научный резерв*, 2024, № 2 (26), с. 31–36.

УДК 004.81/004.89

Функциональная модель эмоций в обучении с подкреплением

Лятифов Роман Эйнуллы оглы^(*)

relyatifov@mail.ru

SPIN-код: 6774-2090

Косыгин Егор Владимирович

egor_tech23@mail.ru

SPIN-код: 8561-7383

Савельева Ирина Денисовна

saveleva.i@bmstu.ru

МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, Россия

Аннотация. В работе показано, что эмоции могут быть формализованы как внутренние сигналы в архитектурах обучения с подкреплением (RL), влияющие на адаптацию и выбор стратегий поведения агента. Исследование направлено на построение когнитивных моделей, связывающих эмоции с ошибками предсказания, функцией ценности, неопределенностью и мотивационными факторами.

Ключевые слова: когнитивное моделирование, эмоции, обучение с подкреплением, адаптивное поведение, эмоциональный ИИ

Введение. Эмоции эволюционно возникли как адаптивные механизмы, усиливающие выживание организма. Современные когнитивные теории (predictive coding, теория мотивационно-потребностной природы эмоций) показывают, что эмоции выполняют функцию сигнала несоответствия ожиданий и реальности, корректируя поведение [1, 2]. В машинном обучении эмоции чаще рассматриваются как задача классификации, однако их можно описывать и как архитектурные механизмы RL, определяющие стратегии агента [3].

Материалы и методы; результаты. Исследование основано на анализе работ по когнитивным наукам, психологии эмоций и алгоритмам RL. В качестве базовых концепций использованы: модели RL (функция ценности, prediction error, неопределенность) [4]; психоэволюционная теория эмоций Р. Плутчика [5]; теория потребностно-информационной природы эмоций П.В. Симонова [6]; Байесовская механика и теория марковских одеял [2]; теория двойной обработки информации (Канемана) К. Канемана [7].

Формализация эмоций в терминах RL может быть представлена следующим образом:

- ошибка предсказания (δ) интерпретируется как источник положительных эмоций (радость, предвкушение) при высоких положительных значениях и отрицательных эмоций (страх, гнев, печаль) при высоких отрицательных значениях;

- функция ценности $V(s)$ отражает эмоциональную оценку состояния: высокие значения соответствуют доверию и радости, низкие — страху и печали;

- уровень неопределенности связан с эмоциями: высокая неопределенность соответствует удивлению и любопытству, низкая — доверию и спокойствию;

– внутренние награды трактуются как эмоциональные сигналы, изменяющие параметры обучения и способствующие адаптивному поведению.

Разработана концептуальная модель, раскрывающая соответствия эмоций RL-механизмам (например, страх ↔ состояния с низкой Q-ценностью, радость ↔ положительное подкрепление, удивление ↔ ошибка предсказания). Рассмотрены теоретические сценарии экспериментов: «страх» приводит к избеганию и замедлению траекторий; «удивление» инициирует остановку и переоценку модели; «любопытство» стимулирует исследование новых зон. Такая архитектура демонстрирует более адаптивное и выразительное поведение по сравнению с классическим RL.

Полученные результаты подтверждают гипотезу о том, что эмоции можно трактовать как вычислительные механизмы адаптации. Это согласуется с теориями предсказательного кодирования и когнитивными моделями ценности. В отличие от традиционных моделей RL, использование «эмоциональных» сигналов улучшает устойчивость агента к неожиданным событиям и делает его поведение более интерпретируемым для человека.

Заключение. Эмоции могут быть формализованы в терминах обучения с подкреплением как сигналы ошибки предсказания, изменения ценности и уровня неопределенности. Такая интеграция позволяет создавать агентов с более гибким, адаптивным и «человеко-понятным» поведением, открывая перспективы для разработки эмоционального ИИ и когнитивной робототехники.

Список источников

- [1] Friston K. A theory of cortical responses. *Philosophical transactions of the Royal Society B: Biological sciences*, 2005, vol. 360, no. 1456, pp. 815–836.
- [2] Ramstead M.J.D. et al. On Bayesian mechanics: a physics of and by beliefs. *Interface Focus*, 2023, vol. 13, no. 3, art. no. 20220029.
- [3] Лятифов Р.Э. Обучение с подкреплением как универсальный механизм когнитивного моделирования. *Студенческая научная весна. Всерос. студенческой конф., посв. 85-летию со дня рождения академика И.Б. Федорова: сб. тез.* Москва, Научная библиотека, 2025, с. 555–556.
- [4] Sutton R.S., Barto A.G. *Reinforcement Learning: An Introduction*. MIT Press, 2018.
- [5] Plutchik R. The nature of emotions: Human emotions have deep evolutionary roots, a fact that may explain their complexity and provide tools for clinical practice. *American scientist*, 2001, vol. 89, no. 4, pp. 344–350.
- [6] Симонов П.В. *Мотивированный мозг*. Москва, Наука, 1987, 266 с.
- [7] Канеман Д. *Думай медленно... решай быстро* = *Thinking, fast and slow*. Москва, АСТ, 2018, 653 с.

УДК 004.932

Система визуальной оперативной оценки качества работы нейросетевой модели для микроконтроллера ESP32S3

Нащекин Никита Денисович¹

naschekinnd@student.bmstu.ru

Толпыгин Алексей Сергеевич²

info@tavias.ru

Посевин Данила Павлович^{1(*)}

posevin@bmstu.ru

¹ МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, Россия² ООО «Тактические авиасистемы», Воронежская обл., Поворино, Россия

Аннотация. В работе представлена информационная система тестирования нейросетевой модели, применяемой в программном обеспечении микроконтроллера ESP32S3, который может быть использован в качестве средства обнаружения возгораний в аппаратно-программном комплексе раннего обнаружения лесных пожаров в труднодоступных местах.

Ключевые слова: мониторинг лесных пожаров, поиск пламени на изображениях, поиск дыма на изображениях, машинное зрение, пожарная безопасность, нейросетевые модели

Введение. Обнаружение лесных пожаров в труднодоступных местах для решения задач оперативного реагирования и предотвращения стихийных бедствий является актуальным. В данной работе представлены результаты разработки информационной системы тестирования нейросетевой модели, используемой для детектирования возгораний на базе микроконтроллера ESP32S3 с предустановленной камерой на борту. Данный микроконтроллер предполагается использовать в аппаратно-программном распределенном комплексе обнаружения лесных пожаров, разрабатываемом в рамках государственного задания Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (тема № FSN-2024-0073) [1, 2].

Материалы и методы; результаты. Для разработки энергоэффективного и автономного модуля обнаружения возгораний в работе был рассмотрен микроконтроллер ESP32S3, который может применяться в условиях отсутствия энергетической инфраструктуры и каналов связи. Данная модель микроконтроллера позволяет подключать к нему внешнюю камеру OV5640 или OV3660, что позволяет разработать модуль обнаружения возгораний, предназначенный для установки в труднодоступных местах. При обнаружении возгораний на получаемых кадрах, данные отправляются в центр принятия решений с помощью специализированной ad-hoc-сети, состоящей из цепочки ретрансляторов, реализованных на базе модуля NodeMCU.

Для тестирования возможности использования нейросетевой модели на микроконтроллере был размечен датасет из 150 фотографий пламени от зажигалки, собранный непосредственно с помощью камеры OV3660, подклю-

ченной к микроконтроллеру. Полученный датасет был использован для обучения нейросетевой модели с использованием платформы EdgeImpulse [3]. Полученная модель была интегрирована в программное обеспечение, применяемое на микроконтроллере для детектирования возгораний. Для возможности визуальной оперативной оценки качества работы модели была разработана информационная система, позволяющая на персональном компьютере с помощью браузера получать изображения, на которых модель распознала возгорание. При этом фрагмент изображения, где присутствуют языки пламени, выделяется рамкой и указывается значение уверенности модели. Разработанная информационная система поддерживает два режима работы: в первом — микроконтроллер создает точку доступа Wi-Fi, а во втором — микроконтроллер подключается к уже имеющейся Wi-Fi сети.

Заключение. Разработана информационная система для оперативного предоставления результатов работы нейросетевой модели на микроконтроллере ESP32S3 посредством веб-интерфейса, поддерживающая два режима работы: в качестве сервера и в качестве клиента. Созданная система будет использоваться для оценки качества работы модуля обнаружения возгораний на базе микроконтроллера ESP32S3 во время проведения полевых испытаний.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

- [1] Penkin A.D., Kochetkov D.I., Nashchekin N.D., Posevin D.P., Ivanov I.P. On the Possibility of Creating Energy-Efficient Mesh Network to Prevent Forest Fires and Provide Video Surveillance of Hard-to-Reach Area. *7th International Youth Conference on Radio Electronics, Electrical and Power Engineering (REEPE)*. IEEE, 2025, pp. 1–6.
- [2] Игнатьева О.В., Сокирка А.Д., Журавлев Д.С. Применение методов машинного зрения на встраиваемых системах. *Инженерный вестник Дона*, 2024, № 1(109). URL: http://www.ivdon.ru/uploads/article/pdf/IVD_4__12_Ignatieva.pdf_9fe5698329.pdf (дата обращения 15.09.2025).
- [3] Janapa Reddi V. et al. Edge impulse: An MLOps platform for tiny machine learning. *Proceedings of Machine Learning and Systems*, 2023, vol. 5, pp. 254–268.

УДК 004.724.4

GNS3 как универсальная платформа для моделирования гибридных сред

Омельченко Полина Дмитриевна^{1,2}

Pollina00@yandex.ru

SPIN-код: 8722-0733

¹ ООО «Инконтрол», Москва, Россия² МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, Россия

Аннотация. В статье рассматриваются современные методы построения сетей для моделирования атак и обучения как студентов, так и сотрудников. Виртуальный эмулятор GNS3 рассматривается как универсальный инструмент, на основе которого были проиллюстрированы методы подключения внешних виртуальных машин и эмулирование сети для создания комплексных испытаний плагинов. Практическая значимость работы заключается в возможностях инструмента GNS3 для построения стендов для моделирования реалистичной инфраструктуры для дальнейшего ее анализа и моделирования атак.

Ключевые слова: виртуализация, GNS3, эмуляция, информационная система, моделирование, сегментация

Введение. В современном развивающемся мире, где количество угроз и реализация атак растет с каждым днем, в то время как критически важная информация требует особого внимания и защиты, так как она влияет на большое количество ресурсов организации. Для этого основным из методов защиты выделяют сегментацию сети, которая позволяет минимизировать риск распространения атаки, а также не позволит злоумышленнику получить информацию о системе за короткое время. Однако метод сегментации сети является сложным и трудным в освоении, а также требует дополнительного обучения и практики, чтобы минимизировать риск построения незащищенной системы. Актуальность данной проблемы высока в контексте обеспечения информационной безопасности, где необходимо тестировать устойчивость архитектуры к атакам, а также минимизировать риск реализации угроз информационной безопасности.

Для решения данной проблемы были разработаны различные решения, чтобы обеспечить моделирование и тестирование построенной сети, однако большинство из них не совместимы для реализации на них определенных устройств, в рамках российского рынка данная проблема чувствуется особенно остро. Поэтому данная статья посвящается решению GNS3, который имеет расширенный функционал, который будет подробно рассмотрен.

Методы и материалы; результаты. Для достижения поставленной цели — провести сравнительный анализ эффективности поведения имитационной модели программно-конфигурируемой сети, развернутой в эмуляторе GNS3 для эмуляции устройств, в сравнении с другими решениями.

Для сравнения изучались современные продукты, которые используются для обучения и тестирования сегментации сети, таких производителей, как Cisco [1] и EVE-NG [2], которые являются лидерами на рынке по производству решений, которые помогают моделировать сегментацию сети на основе сетевых устройств. В данной статье рассмотрены их особенности, а также проведен сравнительный анализ их функций.

Также в качестве материалов исследования использовались рекомендации и инструкции, предоставленные разработчиком, для изучения возможностей и инструментов программного обеспечения [1]. Для работы и исследования использовалась последняя версия 2.2.54 программы GNS3, а в качестве эмуляции поднимались виртуальные образы, использовались простые протоколы, такие как SSH, TCP/UDP и другие. Для тестирования производительности и генерации сетевого трафика применялись утилиты `iperf3` и `ping`.

Результатами проделанной работы являются выводы о функциональных возможностях решения GNS3, его преимущество перед другими решениями. Выделены основные преимущества и недостатки, а также сделан вывод о возможности применения данного эмулятора для тестирования программных продуктов и обучения сотрудников.

Заключение. Исследование подтверждает, что GNS3 является одним из лучших инструментов, как для исследовательской, так и для практической деятельности. Преимущество решения выделялись также исследователями Alenazi M. J., Almutairi F. M. [4] и Alharbi T., Aljuhani A. [5] в их статьях по анализу современных решений и инструментов, которые используются для симуляции и эмуляции сетей.

В ходе исследования выявлено, что данный инструмент можно практически использовать как для научной деятельности и практики (тестировании программных продуктов и инструментов на виртуальном оборудовании), также для решения реальных рабочих задач проектирования сегментации сети объекта.

Список источников

- [1] Cisco Packet Tracer. URL: <https://www.netacad.com/courses/packet-tracer> (accessed 17.10.2023).
- [2] EVE-NG (Emulated Virtual Environment — Next Generation). URL: <https://www.eve-ng.net/> (accessed 09.09.2025).
- [3] GNS3 Official Documentation. URL: <https://docs.gns3.com/docs/> (accessed 07.09.2025).
- [4] Alenazi M.J., Almutairi F.M. Comprehensive Survey of Network Simulation Tools: Performance Analysis and Comparison. *IEEE Access*, 2022, vol. 10, pp. 111213–111233. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2022.3215999>
- [5] Alharbi T., Aljuhani A. Evaluating Network Emulation Environments: A Comparative Study between GNS3 and EVE-NG. *Proceedings of the 2021 International Conference on Information Technology (ICIT)*, 2021, pp. 772–777. <https://doi.org/10.1109/ICIT52682.2021.9491690>

УДК 004.81

Когнитивное моделирование и теория систем: новые подходы к описанию адаптивности и самоорганизации

Панилов Павел Алексеевич^(*)

panilovp.a@bmstu.ru

Цибизова Татьяна Юрьевна

mumc@bmstu.ru

Комардин Максим Алексеевич

komardin.macsim@gmail.com

МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, Россия

Аннотация. Современное когнитивное моделирование в сочетании с теорией систем позволяет формализовать процессы адаптивности и самоорганизации сложных систем. Представлена когнитивно-системная модель, включающая информационный, когнитивный и функциональный уровни, описывающая взаимодействие структуры системы, когнитивных процессов и внешней среды.

Ключевые слова: когнитивное моделирование, теория систем, адаптивность, самоорганизация, эмерджентность, когнитивные архитектуры, графовые модели

Введение. Классическая теория систем ориентирована на описание структурной целостности и функциональной устойчивости, однако недостаточно учитывает когнитивные факторы, влияющие на динамику сложных адаптивных систем [1, 2]. Когнитивное моделирование расширяет этот подход, позволяя учитывать процессы восприятия, памяти, обучения и принятия решений [3, 4].

Методы и материалы; результаты. Для моделирования адаптивности и самоорганизации используется когнитивно-системная схема, включающая три уровня: информационный, когнитивный и функциональный (см. рисунок). Информационный уровень включает структуру системы (S) и внешнюю среду (E). Система содержит компоненты и связи, формирующие ее внутреннюю организацию. Внешняя среда обеспечивает поступление сигналов и воздействий, влияющих на состояние системы и когнитивные процессы. Когнитивный уровень состоит из восприятия, памяти, обучения и принятия решений, которые интегрированы в блок когнитивных процессов (K). Восприятие получает информацию из среды, память хранит и обрабатывает ее, обучение корректирует модели поведения на основе опыта, а принятие решений выбирает действия с учетом текущего состояния. Когнитивные процессы взаимодействуют между собой через обратные связи, обеспечивая адаптивное поведение системы. Функциональный уровень состоит из адаптивности (A), самоорганизации и эмерджентности. Адаптивность определяется взаимодействием структуры системы, когнитивных процессов и среды:

$$A(t) = \alpha S(t) + \beta K(t) + \gamma E(t).$$

Самоорганизация описывается динамическим уравнением

$$\frac{dS}{dt} = F(S, K, E) - \nabla H(S) + \lambda C(K),$$

где $S(t)$ — структура системы, $E(t)$ — внешние воздействия, $K(t)$ — когнитивные процессы, $H(S)$ — энтропия системы, $C(K)$ — когнитивная согласованность, $\alpha, \beta, \gamma, \lambda$ — коэффициенты влияния.



Когнитивно-системная модель адаптивности и самоорганизации

Эмерджентность возникает как результат взаимодействия всех компонентов, формируя новые паттерны поведения системы. Информационный уровень обеспечивает когнитивный вход: сигналы из среды и состояние

структуры системы поступают на когнитивный уровень. Когнитивный уровень, в свою очередь, формирует управление структурой системы и корректирует адаптивность. Функциональный уровень отражает результаты адаптации и самоорганизации через изменения структуры и возникновение новых эмерджентных свойств. Обратные связи между когнитивными процессами и структурой системы обеспечивают корректировку действий и обучение. Эмерджентные свойства, возникающие на функциональном уровне, воздействуют обратно на адаптивность и когнитивные процессы, создавая циклы саморегуляции.

Заключение. Предложенная модель позволяет учитывать, как структурные элементы, так и когнитивные процессы, формируя динамику, включающую обратные связи, обучение и эмерджентные паттерны. Такой подход предоставляет универсальный инструмент для исследования интеллектуальных, социотехнических и кибернетических систем, а также служит основой для прогнозирования их поведения и оптимизации процессов управления.

Список источников

- [1] Павленко Е.Н. Самоорганизующиеся адаптивные системы управления с искусственным интеллектом. *Известия Южного федерального университета. Технические науки*, 2013, № 2 (139), с. 153–161.
- [2] Панилов П.А., Комардин М.А., Бритвин Р.М. Архитектура среды моделирования когнитивных процессов. *Параллельные вычислительные технологии (ПаВТ'2025). XIX Всерос. науч. конф. с междунар. уч.: материалы*. Челябинск, Издательский центр Южно-Уральского государственного университета, 2025, 326 с.
- [3] Власова А.С., Подлесный А.О. Когнитивные модели в информационных системах. *Интеллектуальный потенциал XXI века: степени познания*, 2013, № 19, с. 88–91.
- [4] Панилов П.А., Цибизова Т.Ю. Когнитивное моделирование: эволюция методов и их влияние на понимание человеческого интеллекта. *Русский инженер. II Всерос. конгресса с междунар. уч.: сб. тез.* Москва, Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2024, с. 306–308.

УДК 004.81

Эмергентные тенденции в когнитивном моделировании: интеграция гибридных архитектур, адаптивных стратегий и мультиагентных систем

Панилов Павел Алексеевич^(*)

panilovp.a@bmstu.ru

SPIN-код: 4112-3750

Цибизова Татьяна Юрьевна

mumc@bmstu.ru

SPIN-код: 5945-1295

МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, Россия

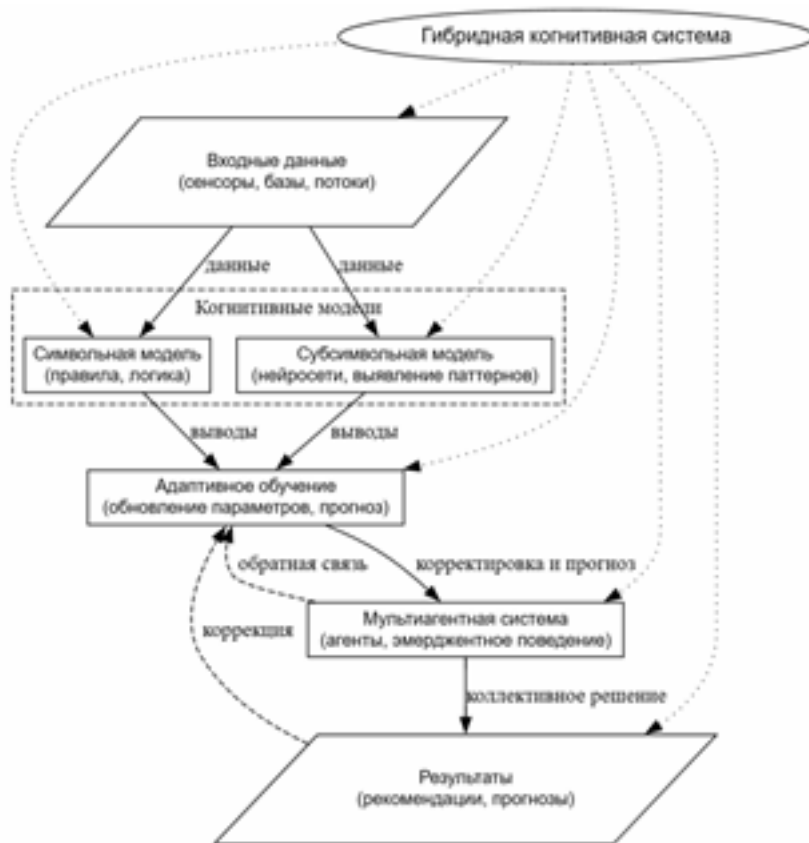
Аннотация. Современные исследования в области когнитивного моделирования демонстрируют тенденцию к интеграции гибридных архитектур, адаптивных стратегий и мультиагентных систем. Гибридные подходы сочетают символьные и субсимвольные методы, позволяя моделям одновременно выполнять логические рассуждения и выявлять скрытые паттерны в данных. Адаптивные алгоритмы обеспечивают корректировку поведения системы в реальном времени, а мультиагентные взаимодействия создают условия для эмерджентного коллективного поведения.

Ключевые слова: когнитивное моделирование, гибридные архитектуры, адаптивные стратегии, мультиагентные системы, эмерджентное поведение, искусственный интеллект

Введение. Современные исследования в области когнитивного моделирования направлены на создание систем, способных воспроизводить сложные формы человеческого мышления, поведения и принятия решений [1]. Традиционные когнитивные архитектуры, такие как SOAR и ACT-R, обеспечивают основу для символьного моделирования когнитивных процессов, однако ограничены в адаптации к динамическим и неопределенным средам [2]. Эмергентные тенденции проявляются в интеграции гибридных архитектур, где символьные модели сочетаются с нейросетевыми и субсимвольными компонентами, что позволяет моделям одновременно использовать правила, вероятностные рассуждения и обучение на основе данных. Адаптивные стратегии в когнитивных системах обеспечивают способность к саморегуляции и изменению поведения в зависимости от условий среды. Мультиагентные системы предоставляют возможность изучения коллективного поведения, эмерджентных паттернов и социальных взаимодействий между агентами, что расширяет возможности применения когнитивного моделирования в реальных сценариях, включая управление критической инфраструктурой, робототехнику и социальные симуляции [3, 4].

Методы и материалы; результаты. Для построения гибридных когнитивных систем используется сочетание символьных и субсимвольных моделей, адаптивных стратегий обучения и мультиагентного взаимодействия.

Общая структура системы включает несколько ключевых компонентов, обеспечивающих обработку данных, принятие решений и формирование эмерджентного поведения (см. рисунок).



Структура гибридной когнитивной системы и потоки данных

Входные данные — система получает информацию из сенсоров, баз данных и потоков информации, таких как интернет или социальные сети. Эти данные одновременно направляются в символьные и субсимвольные модели для параллельной обработки. Символьная модель выполняет логические рассуждения на основе правил и базы знаний, обеспечивая интерпретируемость решений. Субсимвольная модель включает в себя нейросети и алгоритмы выделения признаков, выявляет скрытые паттерны и сложные зависимости в данных, дополняя символьную модель. Результаты символьной и субсимвольной обработки поступают в блок адаптивного обучения. Он выполняет обновление параметров системы, прогнозирование событий и корректировку

внутренних когнитивных представлений в реальном времени. Адаптивный механизм также учитывает обратную связь от выходных результатов и поведения мультиагентной системы, обеспечивая саморегуляцию системы. Мультиагентная подсистема включает множество когнитивных агентов с локальными целями и доступом к частичной информации. Взаимодействие агентов формирует эмерджентное поведение и коллективное принятие решений. Результаты работы агентов влияют на адаптивный блок, создавая замкнутый цикл саморегуляции. Система генерирует рекомендации, прогнозы и решения, которые могут быть использованы для управления процессами, анализа социальных или технических систем и поддержки автономных решений. Обратные связи от выходов позволяют корректировать поведение системы и повышать ее устойчивость к изменениям среды.

Для реализации гибридной когнитивной системы используются среды и платформы, поддерживающие интеграцию символьных и нейросетевых моделей, а также мультиагентное взаимодействие. Примерами являются AnyLogic, NetLogo и RePast, которые позволяют экспериментально оценивать эмерджентное поведение и эффективность адаптивных стратегий. Эффективность системы оценивается по показателям адаптивности, скорости обучения, качества прогнозирования и устойчивости к изменениям среды. Эмерджентные свойства анализируются через метрики коллективного поведения агентов и динамики их взаимодействий.

Заключение. Предлагаемая структура гибридной когнитивной системы объединяет символьные и субсимвольные модели, адаптивное обучение и мультиагентное взаимодействие. Практическая реализация системы демонстрирует ее потенциал в задачах прогнозирования, автономного управления и моделирования сложных социальных процессов, открывая перспективы для дальнейших исследований и применения в интеллектуальных и автономных системах.

Список источников

- [1] Панилов П.А., Бритвин Р.М., Комардин М.А. Интеллектуальная среда моделирования когнитивных архитектур: принципы, структура и применение. *ИИАСУ'24 — Искусственный интеллект в автоматизированных системах управления и обработки данных. III Всерос. науч. конф.: сб. ст.* Москва, КДУ, 2025, с. 513–522.
- [2] Пшенокова И.А., Канкулов С.А., Аталиков Б.А., Энес А.З. Мультиагентная нейрокогнитивная модель системы управления согласованным поведением коллектива автономных агентов. *Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН*, 2024, № 326 (5), с. 138–146.
- [3] Маслобоев А.В. Обобщенная методология построения мультиагентных систем управления жизнеспособностью критических инфраструктур. *Надежность и качество сложных систем*, 2024, № 2 (46), с. 134–146.
- [4] Панилов П.А., Цибизова Т.Ю., Малахов Н.А. Когнитивное моделирование автономной системы управления беспилотным летательным аппаратом. *Динамика сложных систем — XXI век*, 2023, т. 17, № 4, с. 5–11.

УДК 004.588

Когнитивное моделирование в адаптивных образовательных системах: от имитации познавательных процессов к интеллектуальной поддержке обучения

Панюкова Светлана Валерьевна

panyukova@bmstu.ru

SPIN - код: 6326 - 6497

МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, Россия

Аннотация. Рассмотрена роль когнитивного моделирования как методологической основы для создания адаптивных образовательных систем нового поколения. Показано, что использование моделей познавательных процессов обучающихся позволяет перейти от персонализации по результатам к интеллектуальной поддержке самого процесса обучения. Обосновывается необходимость интеграции когнитивных архитектур и технологий искусственного интеллекта для построения образовательных систем, способных диагностировать когнитивное состояние обучающихся, прогнозировать трудности и способствовать развитию метакогнитивных навыков.

Ключевые слова: когнитивное моделирование; адаптивные образовательные системы; искусственный интеллект; когнитивная нагрузка; персонализация обучения; метакогнитивные

Введение. Современные цифровые платформы обучения в основном ориентированы на управление контентом и динамическую настройку сложности заданий. Однако этого недостаточно для учета когнитивного разнообразия обучающихся. Возникает потребность в системах, способных учитывать индивидуальные особенности восприятия, памяти и мышления.

Актуальность разработки таких систем заключается в том, что использование когнитивных моделей позволяет решать проблемы, связанные с недостаточной адаптацией традиционных образовательных систем к индивидуальным особенностям учащихся. Эти инновации позволяют создавать интеллектуальные системы, способные не только адаптироваться к познавательным процессам, но и активно их поддерживать, обеспечивая персонализированное обучение на новом уровне.

Методы и результаты: Исследование в области когнитивного моделирования и разработки адаптивных образовательных систем базируется на сочетании нескольких современных методологических подходов. В том числе:

- мультимодальный анализ поведения учащихся;
- когнитивное моделирование;
- микрообучающие технологии.

Выделим научные и экспериментальные исследования вопросов разработки и применения когнитивных моделей. Мультимодальный анализ пове-

дения учащихся, что позволяет осуществлять более глубокую оценку их когнитивного состояния и своевременно корректировать образовательные траектории [1, 2]. Имитирование процессов решения интеллектуальных задач и развития интеллектуальных навыков [3, 4]. Внедрение инновационных микромоделей и микрообучающих систем для повышения гибкости образовательного процесса [56]. Когнитивное моделирование в контексте цифрового обучения [1].

Заключение: Использование когнитивных моделей в образовательных системах обеспечивает переход от статической персонализации к динамической интеллектуальной поддержке. Система способна прогнозировать затруднения, диагностировать когнитивную нагрузку и рекомендовать оптимальные стратегии обучения.

Работа выполняется в рамках гранта № 70-2025-000850 на обучения студентов по образовательным программам высшего образования для топ-специалистов в сфере информационных технологий.

Список источников

- [1] Tan L.Y., Hu S., Yeo D.J., Cheong K.H. Artificial intelligence-enabled adaptive learning platforms: A review. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 2025, vol. 9. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2025.100429>
- [2] Strielkowski W., Grebennikova V., Lisovskiy A., Rakhimova G., Vasileva T. AI-driven adaptive learning for sustainable educational transformation. *Sustainable Development*, 2025, vol. 33, iss. 2, pp. 1921–1947. <https://doi.org/10.1002/sd.3221>
- [3] Abishev N., Ramazanov R., Abaideldanova M., Chesnokova K., Baizhumayeva A. Artificial intelligence model in the cognitive and learning activities of university subjects. *Frontiers in Education*, 2025, vol. 10. <https://doi.org/10.3389/educ.2025.1623170>
- [4] Bahassi H., Azmi M., Khiat A. Cognitive Systems for Education: Architectures, Innovations, and Comparative Analyses. *Procedia Computer Science*, 2024, vol. 238, pp. 436–443. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2024.06.045>
- [5] Zhu B., Chau K.T., Mokmin N.A.M. Optimizing cognitive load and learning adaptability with adaptive microlearning for in-service personnel. *Sci. Rep.*, 2024, no. 14 (1), art. no. 25960. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-77122-1>

УДК 519.876

Интеллектуальные методы моделирования и оптимизации параметров рентгеновских томографических систем

Приходько Егор Анатольевич

yaga.pri99@mail.ru

Верещагин Владислав Юрьевич

slavaver@ya.ru

SPIN-код: 8040-4214

Московский политехнический университет, Москва, Россия

Аннотация. В работе рассмотрены интеллектуальные методы моделирования и подбора параметров рентгеновских томографических систем с целью повышения точности и адаптивности анализа изображений образцов различных материалов и размеров в промышленности. Представлена архитектура системы оптимизации параметров томографа. Сделан вывод о перспективах предложенного подхода для интеграции в автоматизированные системы анализа и управления в науке и промышленности.

Ключевые слова: рентгеновская томография, интеллектуальные системы, реконструкция томографии, компьютерная томография, оценка качества, оптимизация параметров

Введение. В работе рассматривается интеллектуальный подход к моделированию и подбору параметров томографических систем для повышения качества снимков. Существующие методы ограничены статистическими моделями и не учитывают вариативность физических свойств и размеров образцов [1], снижая адаптивность системы. В данной работе предложен интеллектуальный подход для решения задачи предсказания оптимальных параметров томографической съемки при сохранении качества реконструкции. Новизна заключается в сочетании правил экспертной системы с математической моделью ослабления рентгеновского излучения, что увеличивает адаптивность системы.

Методы и материалы; результаты. В качестве материала использовались комплекты рентгеновских томографических изображений по 1600 срезов, всего 5 образцов с различным химическим и структурным составом, а также варьирующимся размером.

В основе математического моделирования лежит уравнение ослабления рентгеновского излучения [2, 3] в материале, описываемое законом экспоненциального затухания:

$$I = I_0 * e^{-\mu * l},$$

где I_0 — интенсивность входящего излучения, I — интенсивность после прохождения слоя толщиной l , μ — линейный коэффициент ослабления материала, зависящий от состава и плотности образца, l — толщина слоя.

Представленная интеллектуальная система включает: модуль экспертных правил, который анализирует входные данные и задает исходные настройки для алгоритмов оптимизации, модуль адаптивной оптимизации на основе эволюционных алгоритмов, которые минимизируют ошибку между реконструированным и эталонным изображением, и модуль предварительной обработки изображений с фильтрацией шума и нормализацией. Качество реконструкции оценивалось метриками структурного сходства (SSIM) и средней квадратической ошибкой (MSE) между реконструированным и эталонным изображением [1].

Эксперименты проводились как на синтетических данных, моделируемых через прямое преобразование Радона [4], так и с использованием результатов исследований на томографе ПРОДИС.Компакт. Результаты показали устойчивость и точность системы, а также адаптивное определение параметров сканирования в зависимости от состава и размера образцов.

Заключение. Разработанная интеллектуальная система эффективно предсказывает и оптимизирует параметры рентгеновских томографов с учетом характеристик образцов, что подтверждается экспериментами и оценкой по SSIM. Практическое применение системы сократило время исследования и показало высокое качество съемки и преимущества сочетания экспертных правил с математическим моделированием и оптимизацией. Это позволяет использовать ее в научных исследованиях, промышленном контроле и автоматизации томографии для повышения точности и надежности.

Список источников

- [1] Ямаев А.В. Нейросетевой метод томографической реконструкции, согласованный с моделью измерений. Дис. ... канд. техн. наук. Москва, МГУ им. М.В. Ломоносова, 2024.
- [2] Демидов А.А., Косарина Е.И., Крупнина О.А., Михайлова Н.А. Математические основы рентгеновской компьютерной томографии. Вестник Московского энергетического института, 2022, № 3, с. 136–146. <https://doi.org/10.24160/1993-6982-2022-3-136-146>
- [3] Ингачева А.С. Модели и методы рентгеновской компьютерной томографии в полихроматическом режиме. Дис. ... канд. техн. наук. Москва, ИППИ РАН, 2020, 144 с.
- [4] Quantum optimization algorithms for CT image segmentation from X-ray data. URL: <https://www.nature.com/articles/s41598-025-08453-w> (accessed 01.09.2025).

УДК 51-77

Возможности по применению LLM в разрабатываемых методах для анализа и структуризации текстов на естественном языке

Речинский Владислав Алексеевич

rechvlad@mail.ru

Московский политехнический университет, Москва, Россия

Аннотация. Рассмотрена методика для анализа текстов различных предметных областей и представления их в виде концептуальных графов, а также возможность применения нейронных сетей типа LLM для улучшения данной методики. Представлены этапы разрабатываемой методики: анализ текста, систематизация полученных данных и построение графов. Рассмотрены возможности по применению LLM в сферах обучения и анализа текстов. Перечислены потенциальные возможности для интеграции больших языковых моделей (LLM) в разрабатываемую методику для автоматизации этапов, требующих человеческого вмешательства. С учетом специфики свойств LLM и разрабатываемой методики сделано заключение о возможностях автоматизации разрабатываемой методики и ее применения при процессе обучения.

Ключевые слова: анализ текста, методика анализа текста, систематизация данных, программное обеспечение, большие языковые модели

Введение. Тексты представляют собой основу для передачи информации — будь то технические или поэтические тексты, — но тексты могут быть трудны для восприятия из-за обилия узкоспециальной терминологии. Сам по себе текст является языковой системой — совокупностью языковых единиц разных уровней, связанных устойчивыми отношениями. Для применения в сфере обучения наиболее подходящие — это системы, основанные на смысловых отношениях. Их применение облегчает усвоение материала, поскольку способствует более эффективному восприятию информации в учебниках, статьях или лекциях. Визуализация информации помогает выделить наиболее важные ее части. Для этого можно использовать граф, который характеризует выделенные понятия и связи-отношения между ними на основе их дефиниций и дескрипций [1].

Методы и материалы; результаты. Методика построения концептуальных графов текста состоит из трех основных методов:

1. Анализ материала заключается в работе с текстом предметной области и выделении ключевых слов в ней.
2. Систематизация полученных данных заключается в анализе полученной на этапе «Анализа текста» информации и ее систематизации путем поиска дефиниций и дескрипций выделенных ключевых слов, которые будут выступать в качестве смысловых единиц получаемой системы.
3. Процесс построения графов — метод, при котором происходит применение семантических и математических методов для связи ключевых слов,

полученных на этапе «Систематизации данных», между собой и их последующая визуализация.

Сама методика была реализована в виде программного обеспечения, представленного веб-страницей, которая строит два типа понятийных графов [2]:

- 1) граф, основанный на семантической сети;
- 2) граф, основанный на законе Брэдфорда.

В свою очередь, нейронные сети, основанные на LLM (большие языковые модели) — это мощный инструмент, помогающий при анализе естественного языка. Основным их преимуществом является возможность работать непосредственно со смысловой составляющей текстов [3]. Данная особенность позволяет улучшить разработанную методику.

Заключение. Использование закона распределения Брэдфорда для выявления тематического ядра и зон в понятийном графе описания предметной области любого текста, построенном с использованием выделения семантических связей между словами позволяет более эффективно усваивать информацию из статьи, так как наиболее важные ее части выделяются в ядро, а остальные распределяются по зонам, что позволяет начать ее изучение с ключевых частей, а в последующем переходить к менее важным. Включение в методику нейросетей позволит уменьшить количество времени, требуемое на анализ текста и повысить его эффективность.

Список источников

- [1] Маршакова-Шайкевич И.В. *Россия в мировой науке: библиометрический анализ*. Москва, Российская Академия наук, Институт Философии, 2008, 218 с.
- [2] Rechinsky V.A., Philippovich Y.N., Philippovich A.Y. Presentation of scientific documentation in the form of graphs using developed software. *Proc. SPIE 13065, Third International Conference on Optics, Computer Applications, and Materials Science (CMSD-III 2023)*. 2024. <https://doi.org/10.1117/12.3025081>
- [3] Hadi M.U., Al-Tashi Q., Qureshi R., Shah A. Large Language Models: A Comprehensive Survey of its Applications, Challenges, Limitations, and Future Prospects. *TechRxiv*, 2023. <https://doi.org/10.36227/techrxiv.23589741>

УДК 520.607

Использование методов глубокого обучения для предсказания кибератак на основе анализа сетевого трафика

Севастьян Егор Александрович

egor4sev@mail.ru

МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, Россия

Аннотация. Рассмотрены отечественные патентованные методы предобработки сетевого трафика (фильтрация, нормализация, агрегация, кодирование), используемые для повышения эффективности нейросетевых моделей в задачах предсказания кибератак. Представлены алгоритмы машинного обучения (кластеризация, поведенческий анализ, графовые модели) и методы глубокого обучения (автоэнкодеры, CNN, LSTM, GNN), реализованные в отечественных разработках. Показано, что сочетание фрактального анализа, графовых представлений и гибридных архитектур обеспечивает повышение точности и устойчивости к шифрованию. Сделан вывод о перспективности применения гибридных нейросетевых систем в составе российских решений информационной безопасности.

Ключевые слова: кибератаки, глубокое обучение, сетевой трафик, предобработка данных, фрактальный анализ, нейросети

Введение. Современные системы кибербезопасности сталкиваются с ростом числа атак и усложнением их структуры. Традиционные сигнатурные методы не обеспечивают достаточного уровня защиты, что делает актуальным применение методов машинного и глубокого обучения. В отечественной практике разработан ряд патентов, направленных на фильтрацию, нормализацию и кодирование сетевого трафика, что формирует базу для эффективного обучения нейросетевых моделей [1, 2].

Методы и материалы; результаты. Проведен анализ патентов и отечественных решений: межсетевых экранов с мандатной фильтрацией (НПО «Эшелон»), систем корреляции распределенных событий (ИнфоТеКС), поведенческого анализа (Positive Technologies), а также методов выявления аномалий на основе фрактальных характеристик трафика [3, 4]. Рассмотрены архитектуры глубокого обучения: CNN для извлечения локальных паттернов, LSTM для анализа временных зависимостей, GNN для моделирования сетевых структур, автоэнкодеры для выявления zero-day атак. Установлено, что гибридизация статистических и нейросетевых методов обеспечивает высокую чувствительность к аномалиям и применимость в системах IDS/IPS и SIEM.

Заключение. Отечественные патентованные решения демонстрируют практическую реализуемость интеллектуальных подходов к анализу сетевого трафика. Предобработка (фильтрация, нормализация, агрегация) формирует качественные данные для обучения, а гибридные нейросетевые архитектуры позволяют предсказывать атаки на ранних стадиях. Полученные результаты

могут быть использованы при проектировании отечественных интеллектуальных систем обнаружения атак и модулей UEBA в составе SOC002E.

Список источников

- [1] Голяков В.А., Трусов С.С. *Методы и средства защиты компьютерной информации*. Москва, Форум, 2020, 416 с.
- [2] Хачумов И.В., Руденко В.А. *Анализ и обработка сетевого трафика: технологии, методы, средства*. Москва, Горячая линия — Телеком, 2019, 312 с.
- [3] Марков А.С. и др. *Межсетевой экран с фильтрацией трафика по мандатным меткам*. Патент № RU159041U1 РФ. НПО «Эшелон», 2023.
- [4] Репин Д.С. и др. *Способ обнаружения сетевых атак на основе фрактальных признаков*. Патент № RU2713759C1 РФ. ИнфоТеК, 2020.

УДК 303.722.29

Оценка соответствия кандидатов корпоративной культуре компании: перевод качественных показателей в количественные с помощью метода факторного анализа

Семенюта Александра Николаевна

semenyutaan@student.bmstu.ru

SPIN-код: 3977-9883

МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, Россия

Аннотация. В статье рассматривается методологический подход к оценке соответствия кандидатов корпоративной культуре компании. Предложен алгоритм, включающий анкетирование, стандартизацию данных, построение корреляционной матрицы, извлечение скрытых факторов и расчет индивидуальных факторных баллов. Итоговая интегральная метрика позволяет объективно сравнивать кандидатов по соответствию культурному профилю компании.

Ключевые слова: корпоративная культура, факторный анализ, соответствие кандидатов, HR-аналитика, количественная оценка, поведенческие индикаторы

Введение. Современные организации все чаще рассматривают корпоративную культуру как стратегический актив, а подбор персонала — как средство ее воспроизводства. Однако при найме сотрудников ключевые культурные характеристики выражены в качественной форме. Для повышения объективности и автоматизации оценки актуален переход от качественных показателей к количественным [1].

Методы и материалы; результаты. Постановка задачи. Имеется выборка из n кандидатов, прошедших анкетирование по шкале Лайкерта по m утверждениям, отражающим ключевые ценности компании. На основе этих данных строится матрица X (размером $n \times m$), подлежащая анализу. Требуется выделить k скрытых факторов, описывающих общие латентные переменные корпоративной культуры, и на их основе вычислить интегральную метрику соответствия кандидата [2].

Методология.

Стандартизация данных:

Преобразуем матрицу X к стандартизированной форме Z путем нормализации:

$$z_{ij} = \frac{x_{ij} - \bar{x}_j}{\sigma_j},$$

где $\bar{x}_j$ — среднее значение по признаку j , σ_j — стандартное отклонение.

Применяется для устранения влияния масштаба признаков и нормализации шкал оценок.

2. Вычисление корреляционной матрицы:

$$R = \frac{1}{n-1} Z^T Z.$$

Отражает взаимосвязи между различными культурными показателями. Позволяет выявить избыточные переменные.

3. Факторный анализ (метод главных компонент):

$$R \vec{v}_k = \lambda_k \vec{v}_k,$$

где λ_k — собственные значения, $\vec{v}_k$ — соответствующие собственные векторы (факторные нагрузки).

Собственные векторы R определяют направления факторов, собственные значения — их важность. Выбираются такие k , при которых сумма долей дисперсии $\frac{\sum_{i=1}^k \lambda_i}{\sum_{i=1}^m \lambda_i} \geq \theta$, где $\theta \in [0,7; 0,9]$.

4. Интерпретация факторов:

Проводится варимакс-ротация, чтобы улучшить интерпретируемость факторных нагрузок и выделить факторы, соответствующие культурным кластерам [3].

5. Расчет факторных баллов для каждого кандидата:

$$F_i^{(k)} = \sum_{j=1}^m w_j^{(k)} z_{ij},$$

где $w_j^{(k)}$ — веса по факторной модели, z_{ij} — стандартизированная оценка по признаку j у кандидата i .

6. Итоговая метрика соответствия:

$$S_i = \sum_{k=1}^K \alpha_k F_i^{(k)},$$

где α_k — веса факторов, определяемые экспертно или по доле дисперсии.

Заключение. Предложенный метод позволяет использовать факторный анализ как эффективный инструмент HR-аналитики для оценки культурного соответствия. Полученные количественные оценки можно интегрировать в комплексную систему ранжирования кандидатов наряду с профессиональными компетенциями и опытом.

Список источников

- [1] Киселева М.Н. *Методы оценки персонала*. Санкт-Петербург, Питер, 2015, 153 с.
- [2] Романова И.Н., Чернышова Т.Н. Факторный анализ: теория и практика применения в социологических исследованиях. *Социологические исследования*, 2019, № 5, с. 102–109.
- [3] Соловьев А.В. Корпоративная культура: оценка и развитие персонала. *Вестник Томского государственного университета*, 2020, № 453, с. 85–91.

УДК 621.3.09

Архитектуры нейронных сетей и функции потерь для синтеза ионограмм радиозондирования ионосферы

Сингин Александр Николаевич¹

SinginAN@mpei.ru

Щирый Андрей Олегович^{2(*)}

sao@izmiran.ru

SPIN-код: 8078-9492

¹ ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ», Москва, Россия² Институт земного магнетизма, ионосферы и распространения радиоволн РАН им. Н.В. Пушкова, Москва, Троицк, Россия

Аннотация. Рассмотрена применимость искусственных нейронных сетей (ИНС) для синтеза ионограмм радиозондирования ионосферы. Описана специфика предметной области и данных. Рассмотрены существующие подходы к решению аналогичных задач. Обозначены ключевые различия между типовой задачей генерации изображений и синтезом ионограмм. Проанализированы методы сравнения эталонной и сгенерированной ионограммы. Сделано заключение о неприменимости различных функций потерь в качестве целевых для поставленной задачи и предложены альтернативы.

Ключевые слова: радиозондирование, ионосфера, генеративные нейронные сети, условная генерация изображений, оценка схожести изображений

Введение. В данной работе предлагается рассмотреть применимость ИНС в качестве альтернативного способа синтеза ионограмм радиозондирования ионосферы. Традиционно он основывается на решении краевой задачи распространения радиоволн в двумерно-неоднородной ионосфере, однако также существуют другие методы.

Методы и материалы; результаты. Синтез ионограмм в контексте глубокого обучения сводится к типовой задаче условной генерации изображения. В ней в зависимости от входного условия, которое задает характеристику генерации, получается выходное изображение. В качестве входа используются метаданные измерений, в качестве выхода — спектрограмма. Метаданные условно разделены на две группы: определяющие внешние условия и определяющие параметры измерений. Спектрограмма представляет собой характеристику зависимости времени группового запаздывания и амплитуды каждой моды распространения от частоты излучения при наклонном радиозондировании. Данные хранятся в специальном формате [1] и используются для обучения модели.

Качество решения задачи зависит от архитектуры ИНС и, используемой при обучении, функции потерь. Поэтому для достижения стабильного результата требуется адаптация существующих генеративных декодеров для работы с векторными представлениями, несущими физический смысл, и подбор функции потерь, отражающей недопустимость присутствия артефактов в выходном изображении.

Попиксельное сравнение изображений является распространенным способом оценки идентичности изображений [2]. Для обучения ИНС в качестве функции потерь использовалась одна из разновидностей — среднеквадратичная (MSE). При значимых в абсолютном эквиваленте результатах, составивших $\sim 0,04$, визуальная оценка результатов, не позволяла заявить о состоятельности решения. В ходе исследования феномена было установлено, что более 99,5 процентов пикселей ионограммы не несут в себе информации и являются шумом. Модель учится генерировать шум, функция потерь не принуждает к отрисовке деталей. Из-за неоднозначности выбора целевой метрики был проведен эксперимент по реконструкции идентичной ионограммы сверточными автоэнкодерами. В нем все метрики [2] выступили в качестве функции потерь и сравнивались между собой. Несостоятельность MSE воспроизвелась в рамках данного эксперимента, наилучший результат схожести показала метрика SSIM.

Заключение. Применение MSE и прочих метрик попиксельного сравнения для условной генерации ионограмм из вектора метаданных не приводит к достижению приемлемого результата из-за соотношения шума/значимой информации в спектрограммах. Оптимальной для данной задачи является метрика SSIM.

Список источников

- [1] Щирий А.О. Алгоритмы и программное обеспечение автоматизации процессов измерений и обработки данных оперативной диагностики ионосферы и ионосферных радиолиний // *Журнал радиоэлектроники*, 2022, № 10. <https://doi.org/10.30898/1684-1719.2022.10.4>
- [2] Chikhari A., Fnaiech F., Soudani A., Sayadi M. Comparison of image quality assessment: PSNR-HVS, SSIM, UIQI. *International Conference on Sciences of Electronics, Technologies of Information and Telecommunications (SETIT)*, 2016, pp. 280–285. <https://doi.org/10.1109/SETIT.2016.7939850>

УДК 004.89

Информационная система визуализации графа знаний на основе терминов хранящихся во внешних ресурсах

Смирнов Дмитрий Владимирович¹

Dvlsmirnov@sberbank.ru

Дьячков Егор Сергеевич^{2(*)}

egorrr.pro@yandex.com

Пардаева Алина Акбаровна²

a0730c@gmail.com

¹ ПАО «Сбербанк», Москва, Россия² МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, Россия

Аннотация. Рассмотрен подход к созданию информационной системы визуализации графа знаний на основе терминов, предоставляемых внешним API. Представлена архитектура решения, включающая программный модуль на языке Python, серверную часть на языке Go и интерфейс визуализации на базе React. Система наглядно демонстрирует взаимосвязи между терминами и структуру предметных областей, охватываемых источниками. Предложенное решение обладает потенциалом для применения в исследовательских проектах, связанных с обработкой большого количества различной профессиональной литературы.

Ключевые слова: граф знаний, эмбединги, обработка терминов, косинусное расстояние, векторизация, семантическая близость

Введение. Интенсивное развитие цифровых технологий и рост объема научных публикаций приводят к необходимости систематизации и наглядного представления данных. Графы знаний представляют собой визуальный способ отображения связей между терминами и классами, позволяющий анализировать содержимое источников с позиций их тематического охвата и иерархической структуры. Подход актуален в контексте задач автоматизированного анализа научной и технической литературы. Проект представляет собой реализацию системы, объединяющей несколько внешних API через серверный компонент. Полученные термины преобразуются в эмбединги [1], сопоставляются с узлами графа, при необходимости добавляются как новые и визуализируются в веб-интерфейсе.

Методы и материалы; результаты. Система получает термины из внешнего API, обрабатывающего тексты научной литературы. Архитектура включает программный модуль, преобразующий полученные термины в эмбединги, выполняющий поиск их в графе и добавляющий новые узлы при необходимости [2], сервер, реализованный на языке Go, отвечающий за интеграцию модулей и маршрутизацию данных, и сайт на React, который обеспечивает визуализацию графа знаний. При поступлении терминов с сервера фронтенд выполняет предварительную обработку для определения точек связности и поиска компонент связности, обеспечивает построение графа от корня и визуальное выделение добавленных терминов.

нов зеленым цветом. Данный подход упрощает отслеживание динамики изменения данных.

Разработанная система была применена на тестовых терминологических группах, связанных с облачными вычислениями, мониторингом, управлением непрерывностью и аналитикой. Результаты показали, что программное обеспечение справляется с поставленными задачами и позволяет наглядно увидеть граф знаний в веб-интерфейсе.

Заключение. Цель работы, заключающаяся в создании информационной системы визуализации графа знаний на основе терминов, получаемых из внешнего API, была достигнута. Разработанное решение демонстрирует работоспособность на тестовых данных, а также поддерживает масштабирование и обеспечивает высокую интерпретируемость представленных знаний. Возможности системы позволяют применять ее для анализа содержания научной и образовательной литературы, выявления ключевых тематик и недостаточно охваченных областей [3]. Полученные результаты подтверждают работоспособность системы и создают основу для ее дальнейшего развития — в том числе в направлении автоматической валидации связей, оптимизации логики сопоставления терминов и расширения графа за счет новых источников данных.

Список источников

- [1] Мифтахова Р.Г. *Обработка естественного языка с применением программных средств*. Уфа, РИЦ УУНиТ, 2024, с. 61–73.
- [2] Добросердов О.Г., Титенко Е.А. Методы модифицированных алгоритмов направленного поиска вхождений. *Информационно-измерительные и управляющие системы*, 2009, т. 7, № 11, с. 98–100.
- [3] Грачев И.О. Структурирование данных и методы современного моделирования. *XX Междунар. конф. по мягким вычислениям и измерениям: сб. докл.* Санкт-Петербург, СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2017, т. 3, с. 71–74.

УДК 004.496:378

Опыт использования технологий виртуальной реальности в профессиональной подготовке прикладных специалистов сферы информационных технологий

Стрекалова Наталья Борисовна¹snb_05@mail.ru
SPIN-код: 5532-0435

Подулыбина Олеся Игоревна

podulybina@mail.ru
SPIN-код: 3613-3267

ЧОУ ВО «Тольяттинская академия управления», Тольятти, Россия

Аннотация. Авторами рассмотрен опыт профессиональной подготовки ИТ-специалистов в Тольяттинской академии управления. Бал построен портрет ИТ-специалиста на основе анализа потребностей работодателей, аналитических материалов и профессиональных стандартов и пересмотрено содержание образовательной программы. Были разработаны и реализованы в учебном процессе профильных образовательных программ определенные маршруты освоения технологий виртуальной и дополненной реальности в рамках ОПОП «Дизайн и разработка цифровых программных продуктов» направления подготовки 09.03.03 «Прикладная информатика».

Ключевые слова: цифровые технологии, технология виртуальной реальности, профессиональная подготовка, маршрут освоения технологии

Введение. На фоне цифровизации общества и изменения всей жизнедеятельности человечества сегодня востребованы: инженер ИИ, специалист по кибербезопасности, аналитик данных, DevOps-инженер, Data Scientist, мобильный разработчик, блокчейн-разработчик, Big Data инженер, разработчик VR/AR, UX/UI-дизайнер, облачный архитектор и другие. Прогнозируется усиление спроса на разработки в сфере геймификации, VR/AR, цифровых двойников и виртуальных пространств [1].

Методы и материалы; результаты. К 2020 году сложились исторические предпосылки, которые потребовали кардинального пересмотра профессиональной подготовки ИТ-специалистов в Тольяттинской академии управления: стремительное развитие цифровых технологий, переход к ФГОС ВО 3++, обучение всех сотрудников Академии по федеральным программам в Иннополисе, появление среди промышленных партнеров Академии ИТ-компаний, специализирующихся на разработке VR-приложений.

Ключевыми итогами актуализации программы стали: постановка новых целей обучения; разработка портрета ИТ-специалиста, двух профилей программы, новых компетентностных моделей выпускников, маршрутов освоения технологий и нового содержания дисциплин. Было пересмотрено содержание образовательной программы: определен перечень новых дисциплин, которые позволят осваивать современные технологии, и перечень дисциплин,

которые подлежат актуализации; принято решение о запуске двух профилей образовательной программы: «Прикладная информатика в цифровой экономике» и «Дизайн и разработка цифровых программных продуктов». К новым дисциплинам, необходимым для освоения VR/AR отнесли: 3D-моделирование, Анимационные технологии, Сценарное моделирование, Технологии виртуальной и дополненной реальности. Здесь необходимо отметить, что не только дисциплины, связанные с профессиональными компетенциями, обеспечивают траекторию освоения цифровых технологий.

Заключение. Представленный в статье опыт применения технологий VR/AR в профессиональной подготовке ИТ-специалистов имеет положительные результаты. Данный опыт был транслирован на другие цифровые технологии (например, большие данные, нейросети и ИИ в ОПОП «Прикладная информатика в цифровой экономике»), на основании чего можно делать вывод об его универсальности. Отметим, что проведенная работа по актуализации ОПОП достаточно объемная, имеет итеративный характер, требует длительного периода и постоянного повышения квалификации ППС.

Список источников

- [1] *Самые востребованные IT-профессии 2024 года*. URL: <https://blog.skillfactory.ru/kakih-ajtishnikov-ishhut-kompanii-priamo-sejchas/> (дата обращения 29.08.2025).
- [2] Подулыбина О.И., Стрекалова Н.Б. Цифровизация экономики как педагогическая проблема. *Вестник Самарского университета. История, педагогика, филология*, 2021, т. 27, № 4, с. 99–106.
- [3] Яндукова М.А., Моисеенко Н.В., Стрекалова Н.Б. Восстановление двигательных способностей после инсульта при помощи VR-технологий. *Студенческая наука и медицина XXI века: традиции, инновации и приоритеты. XVII Всерос. студенческая науч. конф. с междунар. уч.* SMART, 2023, с. 937–939.
- [4] Бочкарев А.О., Кудашов В.И., Павленко А.Е., Стрекалова Н.Б. Дополненная реальность в ресторанном бизнесе: перспективы и возможности. *Цифровые технологии: настоящее и будущее*, 2022, с. 15–22. URL: <http://taom.academy/upload/konferen-16-11-2022-sbornik-mater-vishnevskaya.pdf> (дата обращения 29.08.2025).

УДК 004.651.4

Влияние метаданных на скорость чтения и записи LSM-дерева в Apache Paimon

Сурпин Вадим Павлович^(*)

Surpin.V.Pa@sberbank.ru

ПАО «Сбербанк», Москва, Россия

Аннотация. Рассмотрен процесс регулярного обновления таблицы данных в формате LSM-дерева в реализации Apache Paimon при помощи ETL-инструмента Apache Spark, моделирующий обновление данных в корпоративном хранилище (Lakehouse, DWH). Обнаружен рост времени обновления таблиц при выполнении множественных итераций записи и исследованы причины роста: исключено влияние сборщика мусора (Garbage Collector) Java-машины, влияние количества версий (snapshot), а также сжатия данных (compaction). Установлен линейный характер зависимости скорости записи Paimon от количества метаданных, а также слабая зависимость скорости чтения от него. Найден способ решения проблемы роста времени записи штатными средствами Paimon — кэшированием метаданных в памяти. Проведены начальные этапы исследования влияния количества бакетов на скорость работы с Paimon.

Ключевые слова: хранилища данных, DWH, lakehouse, базы данных, структуры данных, LSM-дерево, Apache Paimon, Apache Spark, Java, Compaction, метаданные

Введение. Хранилища данных прошли путь развития от классических DWH на основе реляционных и MPP баз данных, до data lake и lake house архитектур [1], которые обеспечивают хранение и обработку как структурированных, так и неструктурированных данных, а также обладают лучшими показателями масштабируемости на больших объёмах данных по сравнению с классическим подходом. В основе современных lake house решений лежат открытые табличные форматы (OTF). Перспективным OTF форматом является Apache Paimon, который появился в рамках проекта Apache Flink и рассчитан на потоковую обработку и использует хранение данных в виде LSM-дерева, которое также считается перспективным для HTAP-нагрузок. В данной работе исследуется его применение также в пакетном режиме для обеспечения совместимости с существующими витринами. Обнаружено влияние метаданных на скорость работы и рекомендованы меры по стабилизации скорости.

Методы и материалы; результаты. В работе исследовалась работа Open Table Forma-а Apache Paimon [2] в пакетном режиме при помощи фреймворка Apache Spark [3]. Задача состояла в многократном обновлении таблицы с первичным ключом, которая хранится в виде LSM-дерева [4] поверх формата parquet, и измерении времени обновления и последующего чтения таблицы в зависимости от количества проведённых итераций обновления. Исследование должно было подтвердить гипотезу о том, что время работы витрины стабильно и не зависит от количества итераций записи,

за исключением небольших колебаний при проведении compaction. Однако в процессе исследования были обнаружены существенные (порядка 50 %) колебания времени записи. Было проведено исследований причин их появления: влияния compaction, влияния количества файлов и количества версий данных, сборку мусора Java [5], ограничений количества открытых файловых дескрипторов. В результате была установлена зависимость от количества метаданных: оказалось, что именно они даже более существенно влияют на скорость работы Apache Paimon, чем количество данных и compaction. В результате обнаружено, что стабилизация работы витрины достигается при кэшировании метаданных в памяти пишущего процесса и уменьшении количества метаданных за счёт сокращения числа секций и бакетов. Последнее утверждение интересно тем, что обычные рекомендации по оптимизации скорости работы с данными в Paimon указывают как раз на увеличение количества секций и бакетов, но не исследуют верхние границы.

Заключение. В работе установлена существенная зависимость скорости записи витрин данных на основе Apache Paimon от количества метаданных. Также обнаружено, что влияние на чтение существенно меньше, чем на запись. Предложены рекомендации по ускорению и стабилизации времени работы за счет хранения метаданных в оперативной памяти. Предложены ограничения по количеству секций и бакетов в данных, которые уменьшат объем метаданных и ускорят работу витрин.

Список источников

- [1] *Data Warehouse, Data Lake, Data Lakehouse, Data Fabric, Data Mesh — что это такое, и в чем разница между концепциями.* URL: <https://habr.com/ru/articles/846296/> (дата обращения 26.09.2025).
- [2] *Apache Paimon. A lake format that enables building a Realtime Lakehouse Architecture with Flink and Spark for both streaming and batch operations.* URL: <https://paimon.apache.org/> (дата обращения 26.09.2025).
- [3] *Apache Spark. Unified engine for large-scale data analytics.* URL: <https://spark.apache.org/> (дата обращения 26.09.2025).
- [4] *Understanding Apache Paimon's Consistency Model Part 1.* URL: <https://jack-vanlightly.com/analyses/2024/7/3/understanding-apache-paimon-consistency-model-part-1> (дата обращения 26.09.2025).
- [5] *Java Garbage Collection Basics.* URL: <https://www.oracle.com/webfolder/technetwork/tutorials/obe/java/gc01/index.html> (дата обращения 26.09.2025).

УДК 004.85:004.032.26

Использование генеративных сетей для создания синтетических обучающих выборок в задачах классификации изображений

Терехов Валерий Игоревич

terekchow@bmstu.ru

SPIN-код: 7370-1150

Колосов Максим Игоревич

mgtumax@yandex.ru

SPIN-код: 3474-5668

МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, Россия

Аннотация. Рассмотрена проблема дефицита размеченных данных для обучения глубоких нейронных сетей. Представлен подход к созданию синтетических обучающих выборок с использованием генеративно-сопоставительных сетей. Показаны преимущества метода, включая возможность контроля над размещением объектов, вариативностью фонов и параметров освещения. Сделаны выводы, что предложенная методика позволяет эффективно расширять существующие наборы данных и может быть применена для задач, где сбор реальных данных затруднен.

Ключевые слова: генеративно-сопоставительные сети, синтетические данные, обучающие выборки, глубокое обучение, компьютерное зрение

Введение. Как следует из названия, синтетические данные — это данные, которые созданы искусственно, а не в результате реальных событий [1]. Синтетические данные способны с высокой точностью воспроизводить статистические свойства и скрытые закономерности реальных данных, сохраняя при этом контролируемые отличия [2]. Это позволяет эффективно применять их для дополнения и балансировки обучающих выборок. В случаях, когда сбор реальных данных невозможен или экономически нецелесообразен, синтетические данные, сгенерированные на основе экспертных знаний о предметной области или с использованием специализированных алгоритмов, становятся единственным практическим источником для обучения моделей машинного обучения.

Методы и материалы; результаты. Верификация практической применимости синтетических данных проводилась на задаче классификации изображений с использованием глубоких нейросетевых архитектур. Модель обучалась на трех различных наборах данных: исключительно на реальных данных, исключительно на синтетических данных, а также на комбинированной выборке. Наилучшие результаты продемонстрировала модель, обученная на комбинированном наборе данных, что свидетельствует о синергетическом эффекте при совместном использовании реальных и синтетических образцов. Важно отметить, что использование исключительно синтетических данных также позволило достичь удовлетворительных результатов, что подтверждает перспективность их применения в условиях дефицита реальных данных.

Заключение. Экспериментально подтверждена операционная эффективность генеративно-сопоставительных сетей для синтеза обучающих данных, позволяющих преодолевать ключевое ограничение современных систем ИИ — дефицита размеченных данных [3]. Установленный синергетический эффект от комбинации синтетических и реальных данных создает методологическую основу для применения технологии в критически важных областях: медицинской диагностике, автономных системах и промышленной автоматизации. Перспективы исследований заключаются в разработке формализованных метрик валидации и создании адаптивных систем генерации, учитывающих предметную специфику.

Список источников

- [1] Terekhov V., Zabelina V., Savchenko G., Chumachenko S. Classification of Tree Species by Trunk Image Using Conventional Neural Network and Augmentation of the Training Sample Using a Telegram-Bot. *Studies in Computational Intelligence*, 2022, vol. 1008 SCI, pp. 210–216.
- [2] Бессмертный И.А. *Системы искусственного интеллекта*. Москва, Изд-во Юрайт, 2025, 164 с.
- [3] Рабчевский А.Н. *Синтетические данные и развитие нейросетевых технологий*. Москва, Юрайт, 2025, 187 с.

УДК 004.056

Статистические оценки показателей точности, полноты и F-меры в методах машинного обучения для задач бинарной классификации

Троицкий Игорь Иванович
Басараб Михаил Алексеевич^(*)

iitroickiy@bmstu.ru
basarab@bmstu.ru
SPIN-код: 9224-5685

Глинская Елена Вячеславовна

basarab@bmstu.ru
SPIN-код: 5430-3023

МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, Россия

Аннотация. Исследуются асимптотические свойства оценок основных показателей точности, полноты и F-меры в методах машинного обучения для распознавания двух классов. Определены математическое ожидание и дисперсии указанных оценок. Показано асимптотически нормальное распределение оценок показателей точности, полноты и F-меры. Знание этого закона распределения и его параметров позволяет построить доверительные интервалы для искоемых основных показателей точности, полноты и F-меры в методах машинного обучения.

Ключевые слова: машинное обучение, классификация, точность, полнота, F-мера

Введение. В задачах классификации состояний систем при каждом распознавании класса выпадает пара (i, j) , где i — метка реального класса состояния системы, j — метка результата распознавания. Обозначим через $P(i, j)$ вероятность наступления события (i, j) . При бинарной классификации можно присвоить классам метки 0 и 1. Тогда i и j принимают значения 0 или 1. Основными показателями распознавания 2-х классов систем методами машинного обучения являются точность (ACC), полнота (PR) и F-мера (F-score) [1]. Для определения указанных показателей в методах машинного обучения используются обучающая и контрольная (тестовая) выборки. Разбиение исходного набора данных (датасета) может быть достаточно произвольным, а результаты классификации по указанным метрикам будут сильно варьироваться, поэтому представляет интерес статистические оценки данных показателей. Целью работы является получение асимптотических свойств оценок точности, полноты и F-меры в задачах бинарной классификации методами машинного обучения.

Методы и материалы; результаты. Выражения для точности, полноты и F-меры при бинарной классификации имеют соответственно вид

$$\text{ACC} = \frac{P(1,1)}{P(1,1) + P(1,0)}, \text{ PR} = \frac{P(1,1)}{P(1,1) + P(0,1)}, \text{ F-score} = 2 \frac{\text{ACC} \cdot \text{PR}}{\text{ACC} + \text{PR}}.$$

Пусть N — объем контрольной выборки, а N_{ij} — число выпадений пары (i, j) . Тогда в качестве оценки вероятности $P(i, j)$ целесообразно взять

$P^*(i, j) = \frac{N_{ij}}{N}$, где $i, j = 0, 1$. Аналогично получим оценки точности, достоверности и F-меры: ACC^* , PR^* , $F\text{-score}^*$. С использованием полиномиального распределения оценок $P^*(1,1)$ и $P^*(1,0)$ и результатов теоремы [2, с. 388], получены следующие статистические оценки математического ожидания и дисперсии рассматриваемых случайных величин:

$$\begin{aligned} M[ACC^*] &= ACC + O\left(\frac{1}{N^{3/2}}\right), & D[ACC^*] &= \\ &= \frac{P(1,1)P(1,0)}{N(P(1,1)+P(1,0))^3} + O(1/N^{3/2}); \\ M[PR^*] &= PR + O(1/N^{3/2}), & D[PR^*] &= \frac{P(1,1)P(0,1)}{N(P(1,1)+P(0,1))^3} + O(1/N^{3/2}); \\ M[F\text{-score}^*] &= F1 + \frac{2P(1,1)(P(1,1)+P(0,0)-1)}{N(1+P(1,1)-P(0,0))^3} + O(1/N^{3/2}), \\ D[F\text{-score}1^*] &= \frac{4P(1,1)(1-P(0,0))(1-P(1,1)-P(0,0))}{N(1+P(1,1)-P(0,0))^4} + O(1/N^{3/2}). \end{aligned}$$

Заключение. В [2] также доказано, что оценки точности, полноты и F-меры имеют асимптотическое нормальное распределение с соответствующими математическими ожиданиями и дисперсиями. Тогда нетрудно построить доверительные интервалы для искоемых основных показателей машинного обучения: точности, полноты и F-меры. Полученные оценки могут использоваться для повышения надежности оценок качества классификации алгоритмов машинного обучения в задачах информационной безопасности [3].

Список источников

- [1] Vujović Z.D. Classification Model Evaluation Metrics. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, 2021, vol. 12 (6). <https://doi.org/10.14569/IJACSA.2021.0120670>
- [2] Крамер Г. *Математические методы статистики*. Москва, Наука, 1975, 648 с.
- [3] Шелухин О.И., Ерохин С.Д., Полковников М.В. *Технологии машинного обучения в сетевой безопасности*. Москва, Горячая линия — Телеком, 2022, 360 с.

УДК 004.81

Методика исследования восприятия шрифтографических образов

Филиппович Анна Юрьевна¹annafil@bmstu.ru
SPIN-код: 7821-5940Балабанов Алексей Олегович¹

alexclass98@mail.ru

Даньшина Марина Владимировна²marina_danshina@mail.ru
SPIN-код: 7063-4185¹ МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, Россия² Московский политехнический университет, Москва, Россия

Аннотация. Рассмотрена проблема выбора шрифтов для оформления медиа и печатной продукции. Выявлены недостатки современных инструментов поиска шрифтов, необходимость учитывать когнитивные ассоциации пользователей. Предложена и описана методика исследования восприятия шрифтов на основе ассоциативного эксперимента. Проведен эксперимент и собраны данные. Разработана система анализа шрифтовых ассоциаций. Описана технология анализа данных на основе многоэтапной NLP-обработки. В результате построен информативный граф ассоциаций для поиска шрифтов с помощью разработанной системы.

Ключевые слова: когнитивное моделирование, ассоциативный эксперимент, обработка естественного языка, NLP, шрифты, типографика

Введение. Традиционные подходы к подбору шрифтового оформления, основанные на интуиции дизайнера или типографических классификациях, являются недостаточно эффективными. Стилистические классификации шрифтов (serif, sans-serif, display) не покрывают реальные потребности дизайнеров в выражении концептуальных идей и эмоциональных состояний. Необходимо использование научно-обоснованного подхода к учету когнитивных ассоциаций пользователей при подборе шрифта [1]. Ассоциативный эксперимент как психолингвистический метод представляет систематический подход к созданию эмпирической модели языкового сознания через анализ спонтанных вербальных реакций на предъявляемые стимулы [2, 3].

Методы и материалы; результаты. С целью сбора эмпирических данных о восприятии различных шрифтов и их вариаций был проведен ассоциативный эксперимент. В нем приняли участие 100 студентов-добровольцев из МГТУ им. Н.Э. Баумана. В результате была разработана информационная система для проведения эксперимента и анализа его результатов [4].

Для преобразования массива текстовых реакций в аналитически пригодный формат был разработан многоэтапный конвейер обработки данных и методика, которая включала в себя систематическое предъявление шрифтографических образов в контролируемых условиях; фиксацию вербальных реакций в свободной форме и формате альтернативного выбора; многомерный анализ данных с использованием современных NLP-методов [5]; вре-

менное ограничение (60 секунд) для минимизации рационализации. Применение разработанной методики позволило обработать и проанализировать массив пользовательских данных, построить информативный граф ассоциаций и подобрать оптимальный алгоритм поиска шрифтов с помощью разработанной системы.

Заключение. В работе описана методика обработки и анализа данных ассоциативного эксперимента, направленного на изучение когнитивного восприятия шрифтов. Предложен гибридный подход, стратегии многоэтапной NLP-обработки, включающей лемматизацию, группировку синонимов, генерацию текстовых эмбедингов и лексический поиск по обработанным леммам. Применение разработанной методики позволило построить информативный граф ассоциаций и подобрать оптимальный алгоритм поиска шрифтов. Это создает условия для создания современных инструментов поддержки принятия решений в шрифтографическом дизайне.

Список источников

- [1] Филиппович А.Ю. Исследования шрифтографических образов на основе ассоциативного эксперимента. *Современная наука: актуальные проблемы теории и практики*, 2023, № 09/2, с. 124–126. <https://doi.org/10.37882/2223-2982.2023.9-2.27>
- [2] Караулов Ю.Н. *Русский язык и языковая личность*. Москва, ЛКИ, 2010, 264 с.
- [3] Barinov V.R., Philippovich Y.N., Philippovich A.Y. Exploring the Effectiveness of the System for Processing the Results of a Free Associative Experiment. *6th International Youth Conference on Radio Electronics, Electrical and Power Engineering (REEPE)*. IEEE, 2024, pp. 1–7.
- [4] Балабанов А.О., Абрамов В.Г., Филиппович А.Ю. Система для проведения исследований шрифтографических образов на основе ассоциативного эксперимента. *ИИАСУ'24. III Всерос. науч. конф.: сб. ст.* Москва, КДУ, 2025, т. 1, с. 152–160. <https://doi.org/10.31453/kdu.ru.978-5-00247-131-7-2025-506>
- [5] Asudani D.S., Nagwani N.K., Singh P. Impact of word embedding models on text analytics in deep learning environment: a review. *Multimedia Tools and Applications*, 2023, vol. 82, pp. 1–40. <https://doi.org/10.1007/s11042-023-14613-1>

УДК 004.81

Типы инструментов бизнес - аналитики для управления проектами

Чеканский Андрей Вячеславович^{1,2}

aspirant-chekanskyav@mail.ru

¹ ПАО «Газпром», Санкт-Петербург, Россия² МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, Россия

Аннотация. В работе рассматриваются инструменты бизнес-аналитики, применяемые для управления проектами в газовой промышленности. Рассматриваются основные типы инструментов, такие как системы управления проектами, BI-платформы и аналитические панели, а также их влияние на оптимизацию процессов, снижение затрат и повышение эффективности. Предлагаются рекомендации по интеграции бизнес-аналитики в стратегии управления проектами.

Ключевые слова: бизнес-анализ, бизнес-аналитика, управление проектами, BI, инструментарий

Введение. В газовой промышленности инструменты бизнес-аналитики для управления проектами играют ключевую роль в оптимизации процессов, снижении рисков и повышении эффективности проектов.

Методы и материалы; результаты. Научно обоснованная значимость внедрения инструментов бизнес-аналитики в управлении проектами газовой промышленности определяется следующим [1–3]. Отрасль функционирует в условиях высокой турбулентности внешней среды, характеризующейся изменчивостью рыночной конъюнктуры и ценовой волатильностью на энергоресурсы, что требует оперативной поддержки управленческих решений на основе данных.

Современные производственные и инфраструктурные контуры газового сектора формируют массивы разнородных данных, что обуславливает необходимость применения продвинутых методов сбора, интеграции и аналитической обработки. Использование аналитических инструментов в ходе реализации проектов обеспечивает выявление узких мест, неэффективных операций и отклонений от плановых параметров, что способствует повышению эффективности, снижению затрат и соблюдению сроков.

В условиях усиления конкурентного давления на газовом рынке компании, системно применяющие современные аналитические решения, обладают повышенной адаптивностью к изменениям внешней среды и достигают улучшения конкурентных позиций за счет сокращения цикла принятия решений и повышения качества управленческих действий.

Заключение. Инструменты бизнес-аналитики в газовой промышленности играют ключевую роль в оптимизации управления проектами. Интеграция этих инструментов позволяет повысить эффективность и конкурентоспособность проектов в газовой отрасли.

Список источников

- [1] Михненко П.А. Анализ мультимодальных данных в управлении проектами: перспективы использования машинного обучения. *Управленческие науки = Management Sciences in Russia*, 2023, № 13 (4), с. 71–89. <https://doi.org/10.26794/2404-022X-2023-13-4-71-89>
- [2] Дроговоз П.А. *Организационно-экономическое проектирование бизнес-архитектуры наукоемкого промышленного предприятия*. Москва, Ваш формат, 2018, 108 с.
- [3] Михненко П.А. Мультимодальная бизнес-аналитика: концепция и перспективы использования в экономической науке и практике. *Управленец*, 2023, т. 14, № 6, с. 2–18. <https://doi.org/10.29141/2218-5003-2023-14-6-1>

УДК 004.81

Управление когнитивной нагрузкой в производственных информационных системах: нейроэргономический подход и метрики

Чечнев Василий Борисович

gegrev@yandex.ru

МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, Россия

Аннотация. Представлена теоретическая рамка оценки и управления когнитивной нагрузкой пользователя в производственных информационных системах для планирования загрузки персонала. Предлагается мультимодальный подход, сочетающий физиологические показатели и поведенческие признаки взаимодействия. Формулируется интегральный индекс когнитивной нагрузки пользователя и контур адаптаций интерфейса при признаках перегрузки. В результате использования предлагаемого подхода ожидается умеренное снижение физиологических маркеров нагрузки и частоты ошибок при корректной калибровке индекса. Данная работа может быть использована при проектировании когнитивно-ориентированных пользовательских интерфейсов информационных систем.

Ключевые слова: нейроэргономика, когнитивная нагрузка, пупиллометрия, вариабельность сердечного ритма, информационные системы, поддержка принятия решений, планирование загрузки персонала

Введение. Цифровизация производственных процессов предъявляет повышенные требования к устойчивости внимания и качеству принятия решений в информационных системах планирования загрузки персонала. Ручные расчеты в электронных таблицах создают избыточную внешнюю когнитивную нагрузку (КН), так как пользователю приходится тратить значительную часть времени на сбор и подготовку первичных данных. Возрастает и внутренняя КН, так как в процессе планирования необходимо учитывать большое число различных ограничений и критериев корректности разрабатываемого варианта плана. Это ведет к когнитивным перегрузкам, а, следовательно, к росту времени на выполнение задач, числу ошибок и снижению «смысловой» обработки результатов [1]. Одним из шагов к решению данной проблемы является разработка мультимодального подхода с интегральным индексом КН, позволяющим измерять и регулировать с помощью контура адаптации интерфейса когнитивные перегрузки.

Методы и материалы; результаты. Рассматривается система поддержки принятия решений (СППР), которая заменяет ручные операции пошаговой обработкой с многокритериальной оценкой альтернатив. Контур измерений КН включает в себя следующие блоки:

Пупиллометрию как быстрый индикатор когнитивных усилий: фиксируется базовый уровень при стабильной освещенности и контрасте экрана, по-

сле этого в процессе выполнения задач оценивается задача-обусловленный мидриаз зрачка относительно базовых параметров [2, 3].

Вариабельность сердечного ритма (ВРС) как фоновый индикатор регуляции: рассчитываются стандартное отклонение интервалов между нормальными ударами сердца и корень из среднего квадрата разностей соседних интервалов между нормальными ударами сердца на окнах, обеспечивающих надежность оценки, с контролем позы, дыхания и артефактов [4].

Поведенческие признаки взаимодействия: длительность этапов, число исправлений, частота обращений к подсказкам.

Интегральный индекс нагрузки предлагается задавать с помощью линейной свертки критериев:

$$I = w_z Z_{\text{зрачок}} + w_v Z_{\text{вариабельность}} + w_p Z_{\text{поведение}}, w_z + w_v + w_p = 1,$$

где $Z_{\text{зрачок}}$ — стандартизованный задача-обусловленный мидриаз зрачка, $Z_{\text{вариабельность}}$ — инвертированная стандартизованная метрика ВРС, монотонно возрастающая при увеличении КН, $Z_{\text{поведение}}$ — единая поведенческая метрика, веса w_z, w_v, w_p определяются регрессией по калибровочным сценариям. Правила адаптации формулируются через пороги индекса: при повышении — сегментация этапов, упрощение графики и добавление контекстных подсказок, а при стабильно низком значении — поэтапное уменьшение внешней поддержки пользователя.

Заключение. Предложенный подход объединяет доступные физиологические и поведенческие показатели в интегральный индекс и задает управляемые правила адаптации интерфейса, что позволяет целенаправленно снижать избыточную внешнюю нагрузку в производственных СППР и повышать эффективность выполнения задач.

Список источников

- [1] Sweller J. Cognitive Load Theory. *Psychology of Learning and Motivation*, 2011, no. 55, pp. 37–76. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-387691-1.00002-8>
- [2] Kahneman D., Beatty J. Pupil Diameter and Load on Memory. *Science*, 1966, no. 3756, pp. 1583–1585. <https://doi.org/10.1126/science.154.3756.1583>
- [3] Van der Wel P., van Steenbergen H. Pupil dilation as an index of effort in cognitive control tasks. *Psychonomic Bulletin Review*, 2018, no. 25, pp. 2005–2015. <https://doi.org/10.3758/s13423-018-1432-y>
- [4] Баевский Р.М., Иванов Г.Г. Вариабельность сердечного ритма: теоретические аспекты и возможности клинического применения. *Ультразвуковая и функциональная диагностика*, 2001, № 3, с. 108–127.

УДК 004.056.53

Динамический анализ модельных сервисов

Юрьев Артемий Сергеевич¹

forhhpurpose@yandex.ru

SPIN-код: 7517-6977, ORCID: 0009-0003-0369-0422

Дацук Никита Александрович^{2(*)}

dazuk07@yandex.ru

SPIN-код: 4612-8029, ORCID: 0009-0006-5403-0960

¹ ИСП РАН, Москва, Россия² МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, Россия

Аннотация. Рассмотрены современные подходы к динамическому анализу безопасности (DAST) для систем машинного обучения. Подчеркнута недостаточность классических методов DAST и необходимость внедрения специализированных проверок, характерных для моделей, таких как инъекции промптов или jailbreak-атаки.

Ключевые слова: динамический анализ, DAST, MLSecOps, GenAI

Введение. Стремительная интеграция искусственного интеллекта (ИИ) и машинного обучения (ML) в процессы организаций приводит к появлению нового класса приложений — модельных сервисов. Эти сервисы, часто развернутые с помощью средств виртуализации или контейнеров (например, Docker-образов [1]), представляют собой сложную и многогранную структуру, которая требует комплексного анализа безопасности.

Методы и материалы; результаты. Для систематизации особенностей и угроз модельных сервисов следует рассмотреть такие методологии, как OWASP Top 10 for LLM Applications [3], OWASP Machine Learning Security Top Ten, а также MITRE. Анализ источников, показывает, что для ML-систем наибольшее внимание следует уделять следующим угрозам:

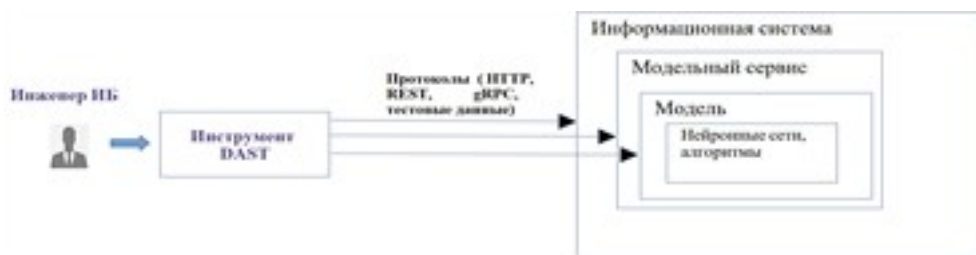
- prompt-инъекции: манипулирование LLM для выполнения несанкционированных команд через входные данные;
- небезопасные данные для обучения: внедрение закладок или утечка данных (отравление данных);
- jailbreak модели: обход семантической фильтрации;
- небезопасный доступ: отсутствие ролевой модели разграничения прав доступа к модельному сервису;
- атаки на конфиденциальность (inference attacks, membership inference, model inversion);
- атаки на доступность (например, длинные запросы к модели);
- атаки на цепочки поставок (supply chain attacks, вредоносные библиотеки).

Поверхность атак на современный модельный сервис в общем ключе можно описать в виде следующего набора:

- атаки на протоколы взаимодействия с сервисом (например, REST (Representational State Transfer) или gRPC, а также функции API [4]);

- традиционные уязвимости (инъекции, обход авторизации, несанкционированное выполнение команд на сервере (RCE), XSS, CSRF);
- уязвимые компоненты (библиотеки, устаревшие версии ПО);
- небезопасные конфигурации (открытые порты, отсутствие шифрования);
- уязвимости инфраструктуры и средств виртуализации (например, небезопасные настройки Docker или Kubernetes).
- уязвимости кода применения (обвязки модели, функции преобразования данных, микросервис, пред-/постобработки данных (небезопасная десериализация);
- уязвимости в коде обучения модели (отравления данных, небезопасные источники данных);

Классический DAST сканер не может проанализировать логический вывод модели на предмет небезопасного контента (утечка персональных данных, вредоносный код), он ищет конкретные, заранее определенные, сигнатуры, что провоцирует неспособность обнаружить уязвимости в бизнес-логике.



Динамический анализ модельных сервисов

На основании вышесказанного, для комбинированного анализа (см. рисунки) предлагается обогатить текущую DAST практику новыми подходами.

Заключение. Динамический анализ безопасности модельных сервисов требует комбинированного подхода. Многослойная поверхность атаки, сочетающая традиционные WEB-уязвимости и специфические угрозы для моделей или ИИ, требует доработок динамического анализа для более полного покрытия. Необходимо интегрировать в процесс тестирования методы, способные к целенаправленным атакам на модели. Требуется DAST-анализ с акцентом на языковые специфики (например, небезопасные функции Python). Внедрение систем мониторинга позволит обогатить логическим и семантическим анализом вывода (инференса) моделей. Динамический анализ в этом процессе является не просто опцией, а строгой необходимостью, методология которого должна непрерывно развиваться и адаптироваться под новые векторы атак.

Список источников

- [1] Аскарров Т. Е. Архитектура docker и технологии оркестровки: docker swarm и kubernetes. *Научный Лидер*, 2024, № 20 (170), с. 9–12. EDN: JXOSVI.
- [2] Сидоров Е.С. 2.5. *SAST и DAST: автоматизация тестирования безопасности*. В кн. *Цифровая трансформация и проблемы информационной безопасности*. Санкт-Петербург, Санкт-Петербургский государственный экономический университет, 2023, с. 84–87.
- [3] *OWASP Top 10 for Large Language Model Applications*. URL: <https://owasp.org/www-project-top-10-for-large-language-model-applications/> (accessed 25.08.2025).
- [4] Юрьев А.С. Фаззинг полиморфных систем в структурах. *Труды Института системного программирования РАН*, 2024, т. 36, № 1, с. 45–60. [https://doi.org/10.15514/ISPRAS-2024-36\(1\)-4](https://doi.org/10.15514/ISPRAS-2024-36(1)-4)

Раздел 3

Развитие инженерного образования

УДК 004.415.4

Роль искусственного интеллекта и цифровых технологий в формировании компетенций инженеров будущего

Балдин Павел Владимирович

pavel_baldin93@mail.ru

МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, Россия

***Аннотация.** Рассмотрена роль искусственного интеллекта и цифровых технологий в процессе подготовки инженерных кадров для современной экономики. Представлен анализ современных требований к компетенциям инженеров в условиях цифровой трансформации. Показаны ключевые направления интеграции технологий искусственного интеллекта в инженерное образование. Определены основные компетенции, необходимые современному инженеру для работы с цифровыми технологиями и ИИ. Сделаны выводы о необходимости кардинального пересмотра методологии подготовки инженерных кадров с учетом вызовов цифровой экономики и требований технологической независимости России.*

***Ключевые слова:** искусственный интеллект, цифровые технологии, инженерное образование, компетенции инженера, цифровая трансформация, Индустрия 4.0*

Введение. Современный этап развития мирового хозяйства характеризуется стремительной цифровизацией всех сфер экономической деятельности. Четвертая промышленная революция кардинально изменяет требования к компетенциям специалистов, особенно в инженерной сфере. Искусственный интеллект становится ключевой технологией, определяющей конкурентоспособность как отдельных компаний, так и национальных экономик в целом. В условиях достижения технологического суверенитета России особую актуальность приобретает вопрос подготовки инженерных кадров, способных эффективно использовать технологии ИИ и цифровые инструменты в профессиональной деятельности [1].

Методы и материалы; результаты. Исследование базируется на анализе современных тенденций развития инженерного образования и цифровых технологий. Использовались методы системного анализа, сравнительного исследования международного опыта подготовки инженерных кадров, а также изучение практик внедрения технологий ИИ в образовательный процесс ведущих технических университетов России.

Анализ современного состояния инженерного образования показывает, что традиционная модель подготовки специалистов не соответствует требованиям цифровой экономики. Согласно исследованиям, проведенным в рамках федерального проекта «Передовые инженерные школы», только 12 % выпускников инженерных специальностей обладают достаточными компетенциями для работы с современными цифровыми технологиями. Особое значение приобретают транспрофессиональные компетенции, включающие

системное мышление, способность к работе в междисциплинарных командах, навыки управления проектами в условиях неопределенности и быстрого технологического развития. Современный инженер должен обладать экологическим мышлением, понимать принципы устойчивого развития и уметь интегрировать их в технические решения [2]. Результаты внедрения технологий ИИ в образовательный процесс показывают повышение эффективности обучения на 35–40 % при использовании адаптивных образовательных платформ и интеллектуальных систем поддержки принятия решений. Персонализированные траектории обучения позволяют учитывать индивидуальные особенности студентов и оптимизировать процесс освоения сложного технического материала [3].

Заключение. Цифровая трансформация экономики и развитие технологий искусственного интеллекта кардинально меняют требования к подготовке инженерных кадров. Традиционная модель инженерного образования должна быть дополнена компетенциями в области цифровых технологий, машинного обучения и работы с интеллектуальными системами. Перспективы развития инженерного образования связаны с созданием гибких, адаптивных образовательных программ, способных быстро реагировать на изменения технологического ландшафта и потребности современной промышленности. Только такой подход позволит подготовить инженеров, способных стать движущей силой технологического прорыва страны.

Список источников

- [1] Кротенко Т.Ю. Возможности развития инженерного образования и новые задачи интеграции искусственного интеллекта в структуру образовательных систем. *Социально-политические исследования*, 2025, № 1, с. 153–165. <https://doi.org/10.20323/2658-428X-2025-1-25-153>
- [2] Горшкова О.О. Выявление возможностей цифровой трансформации процесса подготовки конкурентоспособного выпускника инженерного вуза. *Современные проблемы науки и образования*, 2024, № 2. <https://doi.org/10.17513/spno.33309>
- [3] *О стратегическом направлении в области цифровой трансформации отрасли науки и высшего образования до 2030 г.* Распоряжение Правительства Российской Федерации от 5 июля 2025 г. № 1805-р.

УДК 008.2

Глобальные угрозы в системе Природа — Человек — Техника: экорациональный взгляд

Баркова Элеонора Владиленовна^{1(*)}

barkova3000@yandex.ru

SPIN-код: 7727-7204

Фалько Евгений Александрович^{1,2}

efalko@mail.ru

¹ Российский экономический университет имени Г.В. Плеханова, Москва, Россия² Интернет-издание «Газета.Ру», Москва, Россия

Аннотация. Рассмотрена взаимосвязь угроз в глобальной системе Природа — Человек — Техника: ядерного оружия, технологического разрушения природы человека и среды обитания, замещения человека искусственным интеллектом в принятии важнейших решений, роста дезинформации и безнравственности. Показана ключевая роль лжи во взаимном усилении угроз. Сделан вывод о необходимости выработки и утверждения экорациональности как нового типа сознания, направленного на спасение жизни и разума.

Ключевые слова: ядерное оружие, технология, экология, искусственный интеллект (ИИ), ложь, экорациональность

Введение. В слагаемых мироздания искусственная реальность обретает все более высокую степень субъектности, входя в триаду Природа — Человек — Техника. Но устойчивому существованию этой системы угрожают, как считают многие авторы, высокие технологии, в частности, ИИ. Критики этих взглядов отмечают абсолютизацию технологии и недооценку социальных факторов. Поэтому в исследовании ставится цель: определить угрозы устойчивости глобальной системы Природа — Человек — Техника, выявить корневую проблему и найти подходы к ее разрешению.

Методы и материалы; результаты. Анализ методами экофилософского и системно-синергического подходов материалов исследования в зарубежных и отечественных научных источниках дал следующие результаты. Системообразующим фактором триады Природа — Человек — Техника является субъектность. Этому противоречат оценки Дж. Хинтона, Т. Ханта и других экспертов, видящих главную угрозу человечеству в сверхбыстром, неподконтрольном человеку самосовершенствовании ИИ. Р. Курцвейл, предсказавший технологическую сингулярность 2045 года в результате изменения биологической природы человека, в книге «Сингулярность все ближе» (2024) прогнозирует гибель человечества от слияния с ИИ на 2030 год. Фактор ИИ усиливает угрозу ядерного оружия в результате внесения в стратегию Пентагона положения об использовании ИИ в принятии ядерных решений. Эта стратегия, противоречащая этике даже ее разработчиков, обоснована неспособностью человеческого интеллекта разоблачать дезинформацию от ИИ других государств, якобы непременно используемого ими в ядерных решениях

из страха перед США. Именно аморализм, ложь, безответственность, а не новейшие технологии, лежат в основании взаимного усиления угроз — ядерного оружия и ИИ [1]. Ценность обмана, характерная для преступного мира, культивируется Западом, в том числе в превращении «зеленой» политики в ее противоположность. На лжи, содержащейся в базах данных, материалах интернета и диалогов нейросети с тренерами и пользователями, обучаются обману и западные нейросети, трансформируются в свои антиподы образование и культура. Сегодня тезис А. А. Зиновьева о западнизации как пропаганде мнимых достоинств и ложных ценностей западнизма «мирными» средствами, представляющей собой оружие более страшное, чем ядерное [2, с. 259], актуален, как никогда прежде. И опасности, заключенные в СМИ, пропаганде, информационных сетях, используемых для дезинформации и культивирования лжи и постправды, не просто являются третьим фактором взаимного усиления глобальных угроз системе Природа — Человек — Техника. Они ведут к глобальному безумию, росту гипернеопределенности, разрушению объективных упорядочивающих механизмов бытия, предотвратить которые невозможно, если человечество не выработает коллективный сверхрациональный разум. Путь к нему и обеспечению бытия мировой системы видится в экорациональности. Это «общая форма метасубъектного регулирования экологических процессов во всем спектре их развертывания — экологии человека, природы, культуры, общества и Вселенной в целом» [3, с. 106]. И это не только новая ступень научной рациональности, поднимающийся над постнеклассикой, но и более высокий уровень развития сознания человека и общества.

Заключение. Ложь не является цивилизационным кодом незападного мира, однако, разрушительно воздействует на всю мировую систему. Экорациональность спасительна для мирового целого, в котором есть место всем странам. И мир не погибнет ни от слияния с ИИ, как пророчествует Р. Курцвейл, ни от глупости, как предсказывал А.А. Зиновьев, ни от глобального безумия. Он спасется любовью, правдой и всечеловеческим духовным разумом.

Список источников

- [1] Фалько В.И., Фалько Е.А. Проблемы безопасности человеческой природы в условиях приближения технологической сингулярности. *Наука. Техника. Человек: исторические, мировоззренческие и методологические проблемы*, 2024, т. 1, № 14, с. 128–138.
- [2] Зиновьев А.А. *Русская трагедия*. Москва, Родина, 2023, 544 с.
- [3] Баркова Э.В. *Экорациональность в освоении целостности бытия*. Волгоград, Из-во ВолГУ, 2020, 130 с.

УДК 376.3

Принципы и практика адаптации учебных программ для студентов с инвалидностью по слуху в технических университетах

Варинова Ольга Александровна^{1(*)}

varinova@corp.nstu.ru

Голованова Екатерина Вячеславовна²

golovanova@bmstu.ru

¹ Новосибирский государственный технический университет, Новосибирск, Россия² МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, Россия

Аннотация. В докладе рассматриваются особенности организации образовательного процесса для глухих и слабослышащих студентов с акцентом на значимость профильной подготовки переводчиков русского жестового языка и предпереводческой подготовки. Особое внимание уделяется роли квалифицированных переводчиков как ключевого звена в обеспечении коммуникации и доступности учебной информации. Анализируются методы образовательной подготовки педагогов к сотрудничеству с переводчиками и работе с данными категориями студентов. В ходе исследования освещаются существующие проблемы текущей системы подготовки и адаптации, а также необходимость регулярного повышения квалификации преподавательского состава для их преодоления и создания инклюзивной образовательной среды. В качестве иллюстрации приводятся примеры из практического опыта реализации подобных подходов в ведущих технических университетах России. Доклад направлен на формирование комплексного понимания процессов адаптации учебного процесса и кадрового обеспечения инклюзивного образования в области русского жестового языка.

Ключевые слова: русский жестовый язык, профильная подготовка переводчиков, глухие и слабослышащие студенты, инклюзивное образование, переводчики русского жестового языка, повышение квалификации

Введение. Современная система высшего образования актуализирует задачу обеспечения равных возможностей обучения для всех категорий студентов, включая лиц с инвалидностью. Особое значение придается адаптации образовательных программ для глухих и слабослышащих студентов, для которых традиционные методы подачи информации зачастую неэффективны из-за особенностей восприятия [1–3]. В российских технических вузах, таких как Новосибирский государственный технический университет (НГТУ) и Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана (МГТУ), сформировался практический опыт внедрения принципов инклюзивного обучения, направленных на повышение доступности и эффективности образовательного процесса для глухих студентов.

Методы и материалы; результаты. Исследование основано на анализе собственного практического опыта внедрения образовательных технологий и программ для глухих студентов в НГТУ и МГТУ. В качестве методов использовалась систематизация опыта реализации адаптированных учебных про-

грамм, применение мультимедийных средств с субтитрованием, а также организация взаимодействия с профильными организациями и специалистами по жестовому языку. В процессе работы авторы использовали описание и анализ реализованных практических решений, разработанных методических пособий и учебных материалов, а также использование специальных цифровых и мультимедийных технологий. Стоит отметить, что обучение преподавателей работе с глухими студентами не проводилось.

Заключение. В данном докладе представлен анализ практических подходов, основанных на эмпирическом опыте авторов, а также рассмотрены принципы организации учебных программ, использование мультимедийных средств, субтитрования и взаимодействия с профильными организациями для обеспечения качественного обучения.

Список источников

- [1] Варинова О.А. Русский жестовый язык как необходимое условие при инклюзивном обучении в высшей школе. *Развитие инклюзивного высшего образования в Сибирском федеральном округе. I Всерос. науч.-практ. конф.: сб. тр.* Новосибирск, Изд-во НГТУ, 2018, с. 132–136.
- [2] Варинова О.А. Организация перевода на русский жестовый язык в профессиональном образовании. *Русский жестовый язык: законодательство, исследования, образование. I Межрегиональная науч.-практ. конф.: сб. тр.* Красноярск, КГПУ им. В.П. Астафьева, 2017, с. 15–22.
- [3] Winston E.A., Fitzmaurice S.B. *Advances in Educational Interpreting*. Gallaudet University Press, 2021, 352 p. <https://doi.org/10.2307/j.ctv2rh287v>

УДК 37+004

Современные методики онлайн - образования для подготовки инженеров: сравнение международного опыта и пути интеграции умных технологий

Вдовиченко Мария Михайловна^(*)

mmvdovichenko@gmail.com

SPIN-код: 1790-9290

МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, Россия

Аннотация. В статье рассматривается современная роль онлайн-образования в подготовке инженеров на фоне ускоряющихся технологических изменений и глобализации образовательного рынка. Анализируется международный опыт внедрения онлайн-форматов и умных технологий, включая адаптивные обучающие системы, цифровые симуляторы, тренажеры и аналитические панели и т. д. Представлены практические рекомендации по внедрению цифровой трансформации в обучение инженеров.

Ключевые слова: онлайн-образование, методика, инженеры, искусственный интеллект, технологии, программа обучения

Введение. Современная инженерия характеризуется ускорением технологических изменений, усложнением систем и необходимостью оперативной переквалификации специалистов. В условиях глобализации образовательного рынка онлайн-образование становится важным направлением для подготовки инженеров: оно расширяет доступ к обучению, позволяет масштабировать практикоориентированные курсы и внедрять гибкие траектории обучения. В статье будет проанализирован международный опыт онлайн-образования для инженеров, а также выявлены эффективные стратегии интеграции умных технологий в образовательные [1].

Методы и материалы; результаты. Европейские университеты широко применяют открытые образовательные ресурсы, гибридные форматы обучения и цифровые лаборатории. Программы, поддерживаемые Евросоюзом, направлены на развитие цифровой грамотности инженеров и внедрение навыков работы в кросс-функциональных командах. Важный аспект — единые рамки компетенций и методики обучения.

США активно развивают онлайн-курсы с акцентом на практику и проекты в реальной индустрии. Партнерства вузов с компаниями позволяют студентам участвовать в стажировках, решать практические кейсы и развивать инженерные компетенции.

Уровень цифровизации в азиатских странах варьируется, но общий тренд — активное внедрение онлайн-курсов и гибридных моделей. Мобильные платформы и доступ к интернету в больших городах дают возможность охватить широкую аудиторию. Региональные программы часто адаптируются под национальные стандарты подготовки инженеров, учитывая потребности бизнеса.

Международные платформы МООС, онлайн-лаборатории и открытые курсы предоставляют базы знаний для инженеров по всему миру. Они позволяют новым поколениям инженеров получать глобальный опыт, сравнивать подходы и внедрять лучшие практики в локальных условиях [3].

Рассмотрим основные пути интеграции умных технологий в онлайн-образование инженеров [2]: персонализация обучения через искусственный интеллект; интеллектуальные симуляторы, тренажеры и цифровые двойники; распределенные коллаборации и совместное проектирование; аналитика учебной активности и предиктивная поддержка; встроенная оценка и обратная связь; этические и регулятивные аспекты.

Основные рекомендации по внедрению в вузах и образовательных платформах: разработка стратегии цифровой трансформации; инвестиции в инфраструктуру и платформы; разработка и внедрение стандартов качества; поддержка кадров и менторство; оценка эффекта и постоянная оптимизация.

Заключение. Современные методики онлайн-образования открывают широкие возможности для эффективной подготовки инженеров. Интеграция умных технологий позволяет повысить персонализацию обучения, уменьшить барьеры доступа к практическим ресурсам и ускорить переход выпускников в промышленность. Успешная реализация требует стратегического подхода, инвестиций в инфраструктуру, сотрудничества с индустрией и постоянной оценки качества.

Список источников

- [1] Цибизова Т.Ю. Теоретико-практические аспекты создания профессионально-ориентирующей образовательной среды на базе современного высшего учебного заведения. *Управление качеством инженерного образования. Возможности вузов и потребности промышленности: тез. докл. II Междунар. науч.-практ. конф.* Москва, Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2016, с. 104–105.
- [2] Вдовиченко М.М., Ляпунцова Е.В. Обзор методов оценки качества онлайн-образования с применением когнитивного моделирования. *Педагогические измерения*, 2025, № 2, с. 67–70. URL: <https://doc.fipi.ru/zhurnal-fipi/PI-2025-02.pdf> (дата обращения 22.09.2025).
- [3] Borwein J., Sandler M. Analytics in higher education: Tracking student success and risk. *Journal of Higher Education Analytics*, 2020, vol. 4 (1), pp. 1–18.

УДК 378.147

Межвузовское инженерное студенческое сообщество как инструмент развития инженерного образования

Власов Виталий Владимирович^(*)

vvvlasov11@mail.ru

Ляпунцова Елена Вячеславовна

lev86@bmstu.ru

SPIN-код: 3500-4160

МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, Россия

Аннотация. Рассмотрено развитие студенческих инженерных сообществ от локальных форм в отдельных вузах к межвузовскому формату по направлениям с учетом задач технологического лидерства. Представлены возможности объединения студентов для обмена опытом, реализации совместных проектов и популяризации инженерной профессии. Показано, что технологии искусственного интеллекта необходимо использовать как вспомогательный инструмент, определяя рамки его применения совместно преподавателями и студентами. Сделаны выводы, что межвузовское инженерное сообщество способствует модернизации образования и формированию профессиональных компетенций.

Ключевые слова: инженерное образование, межвузовское сообщество, искусственный интеллект, популяризация профессии инженера, координация с преподавателями

Введение. Современное инженерное образование сталкивается с вызовами цифровой трансформации и усложнения технологий, что повышает требования к подготовке специалистов [1]. Актуальной задачей становится интеграция искусственного интеллекта как инструмента формирования инженерного мышления и образовательной практики [1–4]. Новизна исследования заключается в переходе от локальных студенческих научных обществ (СНО), ограниченных рамками одного вуза, к межвузовскому формату, что позволяет объединить ресурсы, расширить исследовательские возможности студентов и повысить значимость инженерного образования [5].

Методы и материалы; результаты. Анализ публикаций и опыта работы СНО показал их эффективность в формировании исследовательских навыков, но ограниченность рамками отдельного вуза препятствует полноценному обмену результатами [5]. Для обоснования предлагаемой модели использовались методы сравнительного анализа и систематизации данных [1–5]. Установлено, что межвузовское инженерное сообщество способно объединять студентов из разных университетов, обеспечивая обмен опытом и совместную реализацию проектов. При координации с преподавателями-наставниками и экспертами-практиками оно позволяет вырабатывать правила и рамки применения ИИ в образовательном процессе [2, 3], использовать его как инструмент поддержки учебной, исследовательской и проектной деятельности [1–4]. Такой подход одновременно способствует популяризации инженерной

профессии в молодежной среде и формированию платформы для международного взаимодействия с учетом поставленных задач технологического лидерства в Национальных проектах.

Обсуждение. Новизна предлагаемого подхода заключается в масштабности и координации деятельности: в отличие от локальных студенческих объединений, межвузовское сообщество формирует сеть взаимодействия, охватывающую несколько образовательных центров. Включение ИИ в этот процесс открывает новые перспективы: автоматизацию рутинных задач, расширение доступа к знаниям и поддержку творческого потенциала студентов [1–3]. Однако эффективное использование ИИ возможно только при четком понимании его роли и ограничений, которые должны определяться совместно преподавателями и студентами [4].

Заключение. Создание межвузовского инженерного студенческого сообщества является важным шагом в модернизации инженерного образования. Этот формат объединяет лучшие практики разных вузов, стимулирует кросс-взаимодействие и формирует устойчивый интерес молодежи к инженерной профессии. Включение ИИ в образовательный процесс как вспомогательного инструмента позволяет повысить эффективность обучения, при этом ответственность за его правильное применение должна быть разделена между студентами и преподавателями.

Список источников

- [1] Левин Б.А. Искусственный интеллект в инженерном образовании. *Высшее образование в России*, 2022, т. 31, № 7, с. 79–95.
- [2] Похолков Ю.П., Зайцева К.К. Искусственный интеллект: к новой парадигме инженерного образования? *Engineering Education*, 2023, № 34, с. 160–174.
- [3] Каменева Н.А. Использование искусственного интеллекта в высшем образовании. *Цифровая гуманитаристика и технологии в образовании (DHTE 2024). V Междунар. науч.-практической конф.: сб. тр.* Москва, МГППУ, 2024, с. 374–386.
- [4] Шейнбаум В.С. Инженерная деятельность и инженерное мышление в контексте экспансии искусственного интеллекта. *Высшее образование в России*, 2024, № 9, с. 122–133.
- [5] Кошкин А.В. Студенческие научные общества как форма организации научной работы в вузах России. *Вестник СПбГУ. Сер. 1*, 2024, т. 19, вып. 1, с. 45–58.

УДК 378.147

Интеллектуальная собственность и искусственный интеллект как основа развития инженерного образования

Власова Вита Владимировна^(*)

vlasova.vita@gmail.com

SPIN-код: 4308-3080

Ляпунцова Елена Вячеславовна

lev86@bmstu.ru

SPIN-код: 3500-4160

МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, Россия

Аннотация. Рассматривается роль взаимодействия интеллектуальной собственности (ИС) и технологий искусственного интеллекта (ИИ) как части развития инженерного образования. Показано, что сочетание ИС и ИИ формирует новые образовательные практики, стимулирует развитие исследовательских компетенций и повышает мотивацию студентов к проектной деятельности. Сделан вывод, что интеграция механизмов защиты результатов интеллектуальной деятельности (РИД) и инструментов ИИ создает условия для формирования у инженеров компетенций будущего.

Ключевые слова: инженерное образование, интеллектуальная собственность, искусственный интеллект, проектная деятельность, компетенции будущего

Введение. Современные вызовы цифровой экономики требуют от инженерного образования подготовки специалистов, способных не только создавать инновационные решения, но и управлять правами на них [1–3]. Развитие компетенций в области ИС становится столь же важным, как владение современными цифровыми инструментами, включая ИИ [4].

Методы и материалы; результаты. Анализ образовательных практик показывает, что включение в учебный процесс дисциплин по ИС и тренажеров на основе ИИ способствует развитию у студентов критического мышления и инновационного подхода [2, 4]. ИИ позволяет автоматизировать поиск патентной информации, проводить патентные исследования и оценивать перспективы коммерциализации [1]. При этом навыки управления ИС формируют у студентов понимание ценности инженерного результата и ответственности за его правовую защиту.

Обсуждение. Взаимосвязь ИС и ИИ открывает новые горизонты инженерного образования:

- студенты получают опыт работы на стыке технологий и правовых аспектов;
- ИИ выступает инструментом ускорения проектной и исследовательской деятельности;
- защита прав на результаты стимулирует академическое предпринимательство и стартап-культуру [3].

Однако интеграция этих направлений требует балансировки: необходимо формировать у студентов не только технические, но и этические компетенции, связанные с ответственным использованием ИИ и управлением ИС [5]. Важным направлением становится использование ИИ в образовательной аналитике: системы машинного обучения позволяют отслеживать динамику освоения материала студентами, выявлять пробелы и предлагать индивидуальные траектории обучения. В сочетании с курсами по ИС это обеспечивает адресную подготовку инженеров, учитывающую не только технические, но и правовые аспекты будущей деятельности. Кроме того, практика внедрения проектных курсов с обязательным патентным поиском и сопровождением с применением ИИ позволяет студентам в ранней стадии понять, как идея превращается в объект ИС. Это усиливает осознанность при разработке решений и формирует навыки ответственного использования технологий.

Заключение. Включение в образовательные программы системной подготовки в области ИС в сочетании с практическим использованием технологий ИИ формирует новое качество инженерного образования. Этот подход обеспечивает подготовку специалистов, способных не только генерировать инновации, но и эффективно защищать их и внедрять в экономику знаний. Учитывая образовательную аналитику, проектные курсы с элементами патентного поиска и международное сотрудничество, можно говорить о формировании у инженеров компетенций будущего, ориентированных на технологическое лидерство и ответственное использование интеллектуальных ресурсов.

Список источников

- [1] Левин Б.А. Искусственный интеллект в инженерном образовании. *Высшее образование в России*, 2022, № 7, с. 79–95. <https://doi.org/10.31992/0869-3617-2022-31-7-79-95>
- [2] Похолков Ю.П., Зайцева К.К. и др. Искусственный интеллект: к новой парадигме инженерного образования? *Engineering Education*, 2023, № 4, с. 180–189. https://doi.org/10.54835/18102883_2023_34_16
- [3] Каменева Н.А. Использование искусственного интеллекта в высшем образовании. *Цифровая гуманитаристика и технологии в образовании (DHTE 2024). V Междунар. науч.-практ. конф.: сб. ст.* Москва, МГППУ, 2024, с. 374–386.
- [4] Шейнбаум В.С. и др. Инженерная деятельность и инженерное мышление в контексте экспансии искусственного интеллекта. *Высшее образование в России*, 2024, т. 33, № 6, с. 9–27.
- [5] Суханов Е.А. *Интеллектуальная собственность в цифровую эпоху*. Москва, Норма, 2023.

УДК 372.862

Интеграция технологий аддитивного производства в образовательное пространство в контексте реализации федеральных государственных образовательных стандартов

Власюк Елена Николаевна^(*)

vlasuk_elena@list.ru

АО «Центральный научно-исследовательский институт автоматики и гидравлики»,
Москва, Россия

***Аннотация.** Интеграция технологии аддитивного производства формирует новую образовательную парадигму, позволяющую студентам переходить от теории к практике, развивая инженерное мышление и навыки математического моделирования; готовить кадры для высокотехнологических отраслей, стимулируя творчество и интерес к исследовательской деятельности, что отвечает запросам цифровой экономики.*

***Ключевые слова:** аддитивное производство, 3D-моделирование, компетентностный подход, междисциплинарность, инновации*

Введение. Существует системное противоречие между стремительным развитием аддитивных технологий и их крайне слабым, фрагментарным отражением в федеральных государственных образовательных стандартах (ФГОС) и, как следствие, в основных профессиональных образовательных программах (ОПОП), что создает критическое отставание подготовки кадров и тормозит технологический суверенитет страны [1]. Реализация ОПОП по инженерным и техническим специальностям сфокусирована на субтрактивных (вычитающих) методах производства (фрезерование, точение, строгание). Последствия: выпускник высшего учебного заведения блестяще знает устройство токарного станка, но не имеет системных знаний о 3D-печати металлом, полимерами, керамикой; он не готов к работе на современном цифровом производстве.

Методы и материалы; результаты. Аддитивные технологии носят междисциплинарный характер, а ФГОС и ОПОП — дисциплинарный. Аддитивные технологии находятся на стыке дисциплин: информатика (3D-моделирование, слайсинг, генеративное проектирование), физика и химия (свойства материалов, термомеханика процессов), черчение (инженерная графика, работа с CAD), биология и медицина (биопринтинг). ОПОП жестко разделяет эти предметы. Механизм для создания интегрированных курсов или сквозных проектов не до конца налажен, что делает изучение аддитивных технологий бессистемным [2]. Итог: необходимы более гибкие механизмы актуализации ОПОП (например, модульный принцип).

Кроме того, отсутствие кадрового обеспечения и материально-технической базы также тормозит решение проблемы. Итог: риск формального подхода, изучение аддитивных технологий только в теории, по картинкам, что полно-

стью уничтожает их практическую ценность. Аддитивные технологии — это краеугольный камень импортозамещения, цифровизации промышленности и развития высокотехнологичных отраслей. Итог: подготовка кадров для аддитивных технологий — это не просто еще один предмет, это вопрос национальной стратегии.

Предлагаются следующие пути решения:

1. Разработать и внедрить сквозной образовательный модуль «Основы аддитивных технологий» для включения в действующие ОПОП, сделать акцент на проектной деятельности для внедрения практик аддитивных технологий в образование. [3].

2. Создать сеть федеральных центров компетенций по аддитивным технологиям на базе ведущих образовательных организаций для массовой переподготовки преподавателей [4].

3. Стимулировать государственно-частное партнерство для оснащения образовательных учреждений современным оборудованием от российских производителей.

Заключение. Таким образом, целесообразно провести анализ барьеров, сдерживающих интеграцию компетенций в области аддитивных технологий в образовательные программы высшего образования. Проблема носит системно-методологический характер, требуется разработка сквозной межведомственной стратегии, включающей в себя: введение в ФГОС гибких междисциплинарных модулей по сквозным технологиям, создание федеральной программы оснащения образовательных организаций и переподготовки педагогических кадров, разработку нового поколения образовательных стандартов, основанных на принципах технологической агностичности и ориентации на опережающую подготовку. Без решения данных вопросов интеграция аддитивных технологий в образовательное пространство будет оставаться хаотичной и неэффективной.

Список источников

- [1] Гузева Т.А., Спиридонов О.В., Ополонская О.К. Анализ профессиональных компетенций в федеральных государственных образовательных стандартах высшего образования. *Все материалы. Энциклопедический справочник*, 2017, № 1, с. 65–74.
- [2] Астафьева Е.А., Носкова О.Е., Лыткина С.И. и др. Применение аддитивных технологий при изучении дисциплины «Технология конструкционных материалов». *Преподаватель XXI век*, 2024, № 1–1, с. 101–113.
- [3] Чабаненко А.В., Шматко А.Д., Степашкина А.С. Внедрение аддитивных технологий и технологий искусственного интеллекта в образовательный процесс. *Экономика и предпринимательство*, 2021, № 11 (136), с. 330–332.
- [4] Григорьянц А.Г., Елизаветский К.С. Промышленные установки для аддитивного производства, выпускаемые в Московском центре лазерных технологий. *Наукоемкие технологии в машиностроении*, 2025, № 4 (166), с. 3–7.

УДК 177.7

Нравственные риски в решении экологических проблем в условиях коммерциализации природоохранной деятельности

Гаранина Ольга Денисовна

odgar@mail.ru

SPIN-код: 3579-0082

ФГБУ «МГТУ ГА», Москва, Россия

Аннотация. Рассмотрена проблема нарастания аморализма в организации природоохранных мероприятий. Охарактеризованы возможные нравственные риски, обусловленные коммерциализацией экологической деятельности. Показано, что доминирование экономических интересов ведет к отказу от нравственных критериев (ответственность, ценность жизни, гуманизм) в принятии решений по охране природы. Обоснована необратимость углубления противоречия между реальной экологической деятельностью предприятий и этическими принципами, провозглашаемыми в декларациях и кодексах.

Ключевые слова: экологическая этика, нравственный риск, коммерциализация экологической деятельности, ценность жизни, ответственность

Введение. Цель исследования состоит в обосновании возникновения тенденции отказа от нравственных принципов в современной природоохранной деятельности. В отличие от других исследований, обосновывающих возможность внедрения и реализации этического принципа благоговения перед жизнью как одной из основ природоохранной деятельности человека, провозглашающих этот принцип основой развития современной культуры [1], автор рассматривает тенденцию нравственных потерь в экологической сфере как следствие латентного отхода от этого принципа. рассматриваемая проблема актуализирована, во-первых, активным развитием техногенного мира, сужающего пространство живого и делающим живой мир не интересным и не актуальным для человека [2]. Во-вторых, пропасть между природой и человеком (обществом) расширяется вследствие нарастания утилитаризма социального взаимодействия, что проявляется в коммерциализации всех сторон жизни социума.

Методы и материалы; результаты. Методологической основой исследования выступают элементы синергетического и системного подходов, позволившие особое внимание обратить на иерархию факторов, искажающих принципы благоговения перед жизнью и ответственности; для анализа реальной экологической ситуации были использованы элементы экологического нарратива [3].

Противоречие между системой юридических и нравственных требований и реальностью результатов природоохранной деятельности [4], обусловленное экономическими интересами предприятий, чревато значительными нравственными угрозами. Одним из нравственных рисков в области природоохранной деятельности выступает риск «конфликта интересов», когда

экономические выгоды организации вступают в противоречие с ее экологическими целями. Стремясь избежать юридической и экономической ответственности за экологические нарушения, организации скрывают информацию о реальном состоянии своей природоохранной деятельности, сознательно отказываясь от нравственных критериев в ее оценке. Нередко экономические инструменты используются для обхода экологических норм и правил, если это позволяет получить большую прибыль. Предприятия могут, например, приобретать квоты на выбросы, вместо того чтобы сокращать их. Коммерциализация экологической деятельности часто приводит к перераспределению ресурсов в пользу проектов, которые будут иметь большую экономическую прибыль, а не тех, которые более важны с точки зрения сохранения природы. Нравственные потери социума неизбежны при возникновении риска «морального разложения» внутри организации, когда сотрудники, сталкиваясь с экологическими нарушениями или бездействием руководства, теряют веру в ценность экологической деятельности.

Заключение. Законодательное нормотворчество в экологической сфере не будет успешным, если нравственные аспекты экологической деятельности не выйдут на первое место. Необходимо создать систему, в которой забота об окружающей среде будет не только моральным обязательством, но и выгодной стратегией, способствующей устойчивому развитию и повышению конкурентоспособности.

Список источников

- [1] Струговщикова У.С. «Зеленый» тренд становящейся культуры будущего. *Вопросы философии*, 2021, № 12, с. 127–130. <https://doi.org/10.21146/0042-8744-2021-12-127-130>
- [2] Гаранина О.Д. Перспективы человека в мире информационных технологий: от Homo sapiens к Homo informativus. *Общество: философия, история, культура*, 2017, № 10, с. 9–13. <https://doi.org/10.24158/fik.2017.10.1>
- [3] Щедрина И.О. Экологический нарратив как культурно-исторический феномен. *Вопросы философии*, 2022, № 8, с. 107–112. <https://doi.org/10.21146/0042-8744-2022-8-107-114>
- [4] *Десять мировых экокатастроф, произошедших по вине человека*. URL: <https://uz24.uz/ru/articles/po-vine-cheloveka> (дата обращения 15.08.2025).

УДК 502.3

Основные условия решения экологической проблемы: системный анализ

Губанов Николай Николаевич^{1,2}

gubanovnn@mail.ru

¹ Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации, Москва, Россия² МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, Россия

Аннотация. Системный анализ позволил выделить три условия, необходимые для решения экологической проблемы: культурно-мировоззренческие основания, социально-политические условия и технологических средства. Первый фактор представлен экологической этикой и глобалистским менталитетом. Охарактеризованы принципы благоговения перед жизнью А. Швейцера и экологического императива Н.Н. Моисеева. Экологический императив трактуется как ответ глобалистского менталитета на угрозу общепланетной экологической катастрофы. Социально-политическим условием решения экологической проблемы служит народовластие и твердое международное законодательство. Эффективными техническими средствами признаны безотходная технология и управляемая биотехносфера.

Ключевые слова: экологическая проблема, экологическая этика, глобалистский менталитет, экологический императив, управляемая биотехносфера

Введение. Экологическая проблема относится к числу наиболее важных глобальных проблем современности. Хотя эта сложная междисциплинарная проблема уже давно занимает умы философов и ученых, достаточно эффективных способов ее решения не разработано. Одна из причин этого — недостаточное использование метода системного анализа. Попытка восполнить этот пробел составляет нашу цель

Материалы и методы; результаты. Системный анализ возможности устранения экологической опасности предполагает учет трех условий: культурно-мировоззренческих оснований, социально-политических условий и технологических средств. Первое из них представлено возникающими глобалистским менталитетом и экологической этикой [1]. Главный компонент глобалистского менталитета — чувство глобальности и общечеловеческой солидарности. Идею глобалистского менталитета высказал В.И. Вернадский: «Человек впервые реально понял, что он житель Планеты. Он может и должен мыслить не только в аспекте отдельной личности, семьи или рода, государства или их союзов, но и в планетарном аспекте» [2, с. 24]. Важным компонентом глобалистского менталитета служит умеренность в потреблении материальных благ и услуг, что предполагает большой удельный вес познавательно-эстетических потребностей в структуре мотиваций личности. За счет этого в человеческой деятельности будет происходить переориентация с потребления на творчество. Экологическая этика — это этика разумного самоограничения потребления материальных благ.

В экологической этике большой регулирующей силой обладают принципы *благоговение перед жизнью* А. Швейцера и *экологический императив* Н. Н. Моисеева, устанавливающие границы дозволенной деятельности в отношении природы. Если предполагаемая активность грозит катастрофой, то от нее необходимо отказаться [3]. Экологический императив — ответ формирующегося глобалистского менталитета на угрозу общепланетной экологической катастрофы. Он призван ограничить агрессивность общества по отношению к природе. Важное место в экологической этике занимает понятие *коэволюции*, характеризующее совместное гармоничное развитие общества и природы.

Главным социально-политическим условием решения экологической проблемы служит подлинное народовластие, второе условие — объединение усилий всех стран и твердое международное законодательство. Эффективными техническими средствами признаны безотходная технология и создание управляемой биотехносферы — аналога гомеостаза в живом организме.

Заключение. Поскольку первое из трех охарактеризованных условий — экологическая этика и глобалистский менталитет — регулирует все виды человеческой активности, то оно является определяющим при решении экологической проблемы. Это требует дальнейшей разработки и пропаганды принципов экологической этики и глобалистского менталитета. Гуманитарии должны показать населению планеты, что экологическая проблема в первую очередь порождена несоответствием морали, менталитета и поведения людей положениям экологического императива. Незаменимую роль в этом сыграет совершенствование системы школьного и вузовского образования.

Список источников

- [1] Губанов Н.И., Губанов Н.Н. Менталитет в системе движущих сил социального развития. *Историческая психология и социология истории*, 2014, № 2, с. 149–163.
- [2] Вернадский В.И. *Размышления натуралиста. Кн. 2*. Москва, Изд-во АН СССР, 1977, 192 с.
- [3] Моисеев Н.Н. Современный антропогенез и цивилизационные разломы. Эколого-политологический анализ. *Вопросы философии*, 1995, № 1, с. 3–30.

УДК 004.5

Прототип информационной системы обеспечения управления жестовым мобильным интерфейсом

Дужеева Екатерина Александровна¹

duzheeva@student.bmstu.ru

Иванов Игорь Потапович¹

ivanov@bmstu.ru

SPIN-код: 5867-2820

Посевин Данила Павлович^{1(*)}

posevin@bmstu.ru

SPIN-код: 4874-5513

Дыбка Даниил Викторович²

dinf@pstu.ru

¹ МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, Россия² ПСТГУ, Москва, Россия

Аннотация. В работе исследуется возможность создания жестового интерфейса управления мобильным приложением, в котором посредством зеркального отображения движений реальной кисти руки происходит взаимодействие ее виртуальной копии, представленной в виде 3D-модели, с объектами сцены в режиме реального времени. Разработан прототип информационной системы, включающей в себя модуль захвата видеопотока и распознавания ключевых точек конечности, посредством которой выполняется управление ее 3D-отображением и виртуальными объектами сцены. Проведено тестирование прототипа на корректность распознавания жестов и точность их синхронизации между движениями в реальном и виртуальном пространстве.

Ключевые слова: жестовый интерфейс, мобильное приложение, компьютерное зрение, распознавание движений, 3D-моделирование, MQTT

Введение. Развитие технологий мобильной разработки и интерактивных интерфейсов создает новые возможности для взаимодействия человека с различными типами устройств, что обуславливает актуальность данной работы в виду роста интереса к применению на практике жестовых интерфейсов, в том числе для приложений мобильных устройств, планшетов и интерактивных киосков. Данная работа посвящена поиску оптимального стека технологий и исследованию возможности разработки прототипа жестового мобильного интерфейса под платформу Android, обеспечивающего отслеживание движений кисти руки в режиме реального времени.

Материалы, методы и результаты. Захват и распознавание движений кисти руки в режиме реального времени в разработанном образце прототипа информационной системы обеспечения функционирования жестового интерфейса реализован с помощью таких технологий компьютерного зрения, как MediaPipe [1] и OpenCV. Передача данных между приложением захвата опорных точек конечности, реализованном на языке программирования Python, и мобильным приложением осуществляется посредством протокола MQTT в формате JSON [2]. Визуализация 3D-моделей кисти руки и вирту-

альных объектов в мобильном приложении выполнена с помощью пакета `ditredi` фреймворка Flutter [3]. В результате работы был проведен ряд проверок работоспособности разработанной информационной системы, включающих контроль точности отслеживания передачи метаинформации характеризующей положение кисти руки из реального пространства в виртуальное пространство мобильного приложения.

Заключение. Результатом работы стал прототип информационной системы обеспечения функционирования жестового интерфейса для мобильных устройств, разработанных под платформу Android, способного в режиме реального времени распознавать движения кисти руки, вычислять углы поворота и сгиба пальцев, визуализировать 3D-модель кисти руки, зеркально повторяя движения — реальной, а также управлять виртуальными предметами внутри мобильного приложения. Дальнейшее развитие прототипа может найти применение в обучающих и медицинских симуляторах, тренажерах для реабилитации конечностей, игровых приложениях и системах виртуальной и дополненной реальности, а также для создания мобильных систем распознавания различных жестовых языков.

Список источников

- [1] Колегаев Б.Я. Методика построения человеко-машинного интерфейса для управления компьютером на основе библиотеки `mediapipe`. *Молодой исследователь Дона*, 2023, т. 8, № 1 (40), с. 5–10.
- [2] Акатьев Я.А., Верховод Н.С., Морозова И.О. JSON как унифицированный формат данных. *Научный аспект*, 2023, т. 21, № 5, с. 2619–2626.
- [3] Вениаминов Н.Ю., Ковалев С.В. Проектирование мобильного приложения на фреймворке Flutter. *Информатика и вычислительная техника: сб. науч. тр.* Чебоксары, Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова, 2021, с. 52–56.

УДК 159.9

Формирование экологического мировоззрения студентов в контексте современной образовательной среды

Иноземцев Владимир Александрович^(*)

inozem_63@mail.ru

Баграмянц Нонна Левенбертовна

nonnalev@yandex.ru

МГТУ имени Н.Э. Баумана, Москва, Россия

***Аннотация.** В работе рассматривается проблема становления и развития экологического мировоззрения студентов в контексте современной образовательной среды. Раскрытие существенных характеристик этой проблемы связано с изучением причин и преодолением последствий глобального экологического кризиса. Актуализация необходимости разработки данной проблемы определяется созданием новой экологически ориентированной парадигмы цивилизационного развития.*

***Ключевые слова:** экологическое мировоззрение студентов, личность, окружающая среда, образовательная среда, теория и методология*

Введение. Формирование экологического мировоззрения людей, в том числе студентов, происходит в их постоянном взаимодействии с окружающей средой [1]. В процессе этого взаимодействия наблюдаются двусторонние влияния, вызванные, с одной стороны, воздействием человека на внешнюю среду под влиянием его деятельности, а с другой — изменениями самого человека под влиянием среды. В результате этого взаимодействия оформляется особая реальность, в которой представлены социокультурные, мотивационные, познавательные компоненты социальной среды. Тем самым, среда предопределяет тип и возможности развития человека. Вместе с тем путь этого развития для каждого человека индивидуален, неповторим, зависит от многих других факторов.

Методы и материалы; результаты. Анализ среды приводит к такому перспективному направлению исследований, требующему развития в теоретическом и эмпирическом планах, как образовательная среда. Культурно-исторические и теоретико-методологические предпосылки выделения образовательной среды в самостоятельную концепцию накоплены в контексте психологических, педагогических, философских, биологических, социологических, исторических исследований, связанных с проблемами педагогического сопровождения развития студентов и роли в нем среды [2].

Однако решение проблемы формирования экологического мировоззрения студентов в контексте современной образовательной среды предполагает выработку методологии и концепции, основанных на научно-достоверных и экспериментально проверенных данных о механизмах, закономерностях, принципах анализа взаимоотношений и взаимодействий студентов в среде и со средой. Ряд аспектов образовательной среды получил научное обоснование в трудах отечественных исследователей [3].

Между тем многие важные аспекты данной проблемы пока остаются нерешенными или решенными не до конца. В частности, пока не разработаны единые общепринятые теоретико-методологические предпосылки познания, исследования, моделирования, проектирования и экспертизы образовательной среды. Нет однозначного решения таких проблем: какой должна быть «рукотворная» образовательная среда, какова должна быть конечная цель развития, каков может быть кумулятивный эффект развития. Кроме того, нет решения и таких проблем: каковы функции участников процесса, в том числе и педагога, какие функции может и должен выполнить коммуникативный компонент образовательной среды, какое влияние оказывает тип взаимодействия на процесс формирования и развития экологического мировоззрения студентов. Продолжаются дискуссии по данным и близким им проблемам. Нерешенность указанных проблем негативно сказывается на практике работы в вузе. Наблюдается некоторая односторонность, однобокость имеющихся программ подготовки специалистов в сторону развития лишь одной стороны личности студентов, в большей степени их познавательной активности в ущерб их индивидуализации и социализации.

Заключение. При определенной успешности исследований, связанных с указанной проблемой, окончательное ее решение предполагает разработку соответствующей теории и методологии. При этом одновременно необходимо сформулировать теоретико-методологические основы формирования экологического мировоззрения студентов в контексте современной образовательной среды. Реализация данного подхода возможна лишь в рамках интердисциплинарности с использованием концептуальной структуры, категориального аппарата и методологии различных наук.

Список источников

- [1] Ивлев В.Ю., Ивлева М.Л., Иноземцев В.А. Теоретическое обоснование разработки проблемы экологического образования студентов технического вуза. *Известия МГТУ «МАМИ»*, 2013, т. 6, № 1, с. 60–66.
- [2] Ивлев В.Ю., Ивлева М.Л., Иноземцев В.А. Концепции среды в контексте психологии одаренности. *Гуманитарный вестник МГТУ имени Н.Э. Баумана*, 2021, № 6, с. 1–29.
- [3] Ивлев В.Ю., Ивлева М.Л., Иноземцев В.А. Формирование концепции развивающих сред. *Экопсихологические исследования-6: экология детства и психология устойчивого развития. 9-я Рос. конф. по экологической психологии: от экологии детства к психологии устойчивого развития: сб. тр.* Курск, Университетская книга, 2020, с. 131–135.

УДК 632.151

Об экологии и экономике инноваций в переработке древесных отходов

Классен Николай Владимирович

klassen@issp.ac.ru

SPIN-код: 9911-3313

Институт физики твердого тела им. Ю.А. Осипяна РАН,
Московская обл., Черноголовка, Россия

Аннотация. Разработаны экологически безвредные методики электролиза водных суспензий из измельченных древесных отходов, позволяющие в едином процессе при значительной экономии энергозатрат получать волокна оптически прозрачной целлюлозы, аккумулированный в механически прочные капсулы водород для альтернативной энергетики и химических технологий, а также микрокристаллы ванилина и фенолов для кулинарии и фармацевтики.

Ключевые слова: экология, целлюлоза, водородная энергетика, сбережение лесов, физиология растений, электролиз

Введение. Решение экологической проблемы повсеместной замены плохо утилизируемых синтетических полимеров экологичными изделиями из биосовместимой целлюлозы создает не менее острую экологическую проблему радикального изменения действующей технологии ее производства. Сейчас почти вся целлюлоза производится из измельченной древесины (получаемой массовой вырубкой лесов) ее вывариванием в токсичных водных растворах, наносящих серьезный вред и окружающей местности, и грунтовым водам. Нами было обнаружено [1, 2], что древесные компоненты с заполненными водой микрокапиллярами проявляют высокую электрическую активность в виде аномально больших пьезоэлектрических коэффициентов, быстрых переключений электросопротивления при внешних воздействиях, высокой скорости движения электросигналов вдоль капилляров и т. д. На основе этих наблюдений и данных о структурных и электрических особенностях молекулярных слоев воды на границах в твердых средах [3] были разработаны экологичные и экономичные методики получения целлюлозы и водорода [4, 5].

Методы и материалы; результаты. Изучался электролиз суспензий из воды и измельченных древесных отходов (опилок, стружек, щепок). В полях порядка 100 в/см за минутные времена на поверхности суспензии возникала пена из механически прочных пузырьков, а внутри наблюдалось формирование оптически прозрачных волокон целлюлозы [4, 5]. По мере высыхания раствора, оставшегося после отделения пены и целлюлозы, формировались микрокристаллиты ванилина и фенолов. Пена оставалась в стабильном состоянии десятки минут, но при воздействии электрической искры взрывалась, за доли секунды заполняя продуктами взрыва многократно увеличенный объем. Такое поведение пены объясняется накоплением горючего газа (скорее

всего — водорода) в оболочках из органических молекул, ранее формировавших мембраны клеток и лигнин. Сопоставление с традиционными технологиями вываривания древесной пульпы и электролиза воды энергозатрат на получение таким образом целлюлозы и водорода показывает, что в нашем случае они меньше в несколько раз. Это объясняется тем, что растворение связывающего целлюлозу лигнина при действии электрического поля на границу воды и капиллярной стенки значительно облегчается разориентировкой молекул воды, первоначально закрепленных на этой границе. А растворение лигнина, исходно содержащего большое количество связанного водорода, в свою очередь значительно увеличивает производительность по водороду.

Заключение. Совместные разработки ИФТТ РАН и МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана по электролизу древесных отходов заметно улучшают экологию производства целлюлозы устранением варки древесной пульпы в токсичных химикатах, отказа от вырубки лесов и экономии электроэнергии, а также параллельного экономичного производства и аккумулирования водорода для альтернативной энергетики, сопровождаемого получением востребованных кулинарией и фармацевтикой ванилина и фенолов.

Список источников

- [1] Sanaev V.G., Gorbacheva G.A., Galkin V.P., Klassen N.V., Vinokurov S.A. Prospects for using unique physicochemical properties of plants and their ability for self-regeneration in space. *AIP Conf. Proc.*, 2019, vol. 2171, pp. 180002-1–180002-7. <https://doi.org/10.1063/1.5133343>
- [2] Jimenes-Angeles F. et al. Nonreciprocal interactions induced by water in confinement. *Phys. Rev. Research*, 2020, vol. 2, art. no. 043244. <https://doi.org/10.1103/PhysRevResearch.2.043244>
- [3] Vinokurov S.A., Tsebruk I.S., Betenina T.D., Klassen N.V. Modulation of structure and optical properties micro-fibrils of plants by means of electrical, deformation and optical treatments. *Journal of Physics C, Conference Series*, 2020, vol. 1560, art. no. 012042. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1560/1/012042>
- [4] Классен Н.В., Топоркова А.А., Горбачева Г.А., Санаев В.Г. Экологичное получение целлюлозы электролизом древесных отходов. *Русский инженер: II Всерос. конгресс с междунар. уч.: сб. тез.* Москва, Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2024, с. 270–271.
- [5] Классен Н.В., Топоркова А.А. Экономичное получение и аккумулирование водорода электролизом растительных материалов. *Русский инженер: II Всерос. конгресс с междунар. уч.: сб. тез.* Москва, Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2024, с. 268–269.

УДК 378.147

Межвузовский образовательный кластер как инструмент развития инженерного образования

Ляпунцова Елена Вячеславовна¹lev86@bmstu.ru
SPIN-код: 3500-4160Белозерова Юлия Михайловна^{2(*)}avuzto@yandex.ru
SPIN-код: 3387-2576¹ МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, Россия² Институт кино и телевидения (ГИТР), Москва, Россия

Аннотация. Рассмотрен опыт создания и развития Межвузовского образовательного кластера, направленного на повышение квалификации преподавателей, включая сферу инженерного образования. Представлены основные направления деятельности кластера, разработка образовательных программ, реализация очных и дистанционных форм обучения, а также организация образовательных туров и экспедиций. Показано, что данные мероприятия способствуют обмену опытом, интеграции практических знаний и укреплению профессиональных связей, что положительно влияет на качество высшего образования. Сделаны выводы, что описанный опыт можно использовать для дальнейшего развития национальной системы повышения квалификации.

Ключевые слова: межвузовский образовательный кластер, повышение квалификации, инженерное образование, образовательные туры, образовательные экспедиции

Введение. Современные вызовы требуют обновления подходов к подготовке преподавателей вузов, особенно в инженерной сфере. Межвузовский образовательный кластер выступает важной платформой для повышения квалификации и профессионального роста преподавателей. Проект реализуется с 2020 года и объединяет ведущих специалистов из более чем 20 вузов страны, направлен на распространение лучших методик и инноваций в обучении.

Методы и материалы; результаты. В рамках кластера разработано 9 образовательных программ с очно-заочной и дистанционной формой обучения, рассчитанных на 72–256 академических часов. Целевая аудитория — аспиранты, начинающие и опытные преподаватели, ориентированные на инновации и укрепление профессиональных связей [2]. Особое внимание уделяется развитию инженерного образования, где вводятся современные методы и образовательные технологии [1].

Ключевые мероприятия включают образовательные туры и экспедиции — поездки в регионы с развитыми промышленными и научными комплексами, что позволяет преподавателям видеть практическое применение знаний и налаживать межрегиональные контакты. Образовательные сессии сочетают деловую, образовательную и культурную программы, что способствует комплексному развитию и обмену опытом.

Обсуждение. Опыт Лиги Преподавателей Высшей Школы [3] показывает, что сочетание очного и дистанционного обучения, а также межрегионального обмена опытом, значительно повышает квалификацию преподавателей. В то же время нехватка финансирования и отказ от очных форм обучения ограничивают образовательный эффект. Резолюция Всероссийского форума преподавателей высшего образования «Академическое сообщество 2024» [3] подчеркивает важность обмена опытом и интерактивного обучения, а также предлагает развивать мультипроектный подход к управлению компетенциями преподавателей, что полностью соответствует концепции межвузовского кластера.

Заключение. Реализация Межвузовского образовательного кластера показала успешность интеграции современных образовательных технологий с практическим опытом и межрегиональным сотрудничеством, что существенно влияет на качество инженерного образования и профессиональное развитие преподавателей. Разработанные программы и методы можно рекомендовать для масштабирования на национальном уровне с учетом нормативных и финансовых особенностей.

Список источников

- [1] Ляпунцова Е.В., Белозерова Ю.М. Технологическое лидерство страны через повышение кадрового потенциала высшего инженерного образования. *Инновации в инженерном образовании. Всерос. науч.-практ. конф.: сб. ст.* Москва, Русайнс, 2025, с. 109–128.
- [2] *Инновации в инженерном образовании. Всерос. науч.-практ. конф.: сб. ст.* Москва, Русайнс, 2025, 244 с.
- [3] *Стратегические ориентиры развития высшего образования: управление кадровым потенциалом. I Всерос. форума преподавателей высшего образования: сб. ст.* Москва, Изд-во «КноРус», 2025, 836 с.

УДК 167.1

Типы искусственного интеллекта в концепции «Невозможной вероятности»

Майкова Валентина Петровна^(*)

valmaykova@mail.ru

Молчан Эдуард Михайлович

ed.molchan2015@yandex.ru

Государственный университет просвещения, Москва, Россия

Аннотация. Искусственный интеллект превращается из разрозненных приложений в единое унифицированное приложение — интеллектуальную систему, способную понимать и анализировать мир. Концепция «Невозможной вероятности» предполагает объединение изолированных приложений и баз данных в искусственную синтезирующую и структурирующую матрицу глобального разума. Матрица предназначена для отражения динамики явления реального мира, моделирования потоков данных, которые остаются релевантными, актуальными и согласованными с развивающейся реальностью.

Ключевые слова: концепция «Невозможной вероятности», искусственный интеллект, глобальны ИИ, метод дедукции, матрица динамики

Введение. Искусственный интеллект (ИИ) различается по области применения и функциональному назначению. Первый тип включает в себя специфические (ИИ), разработанные и оптимизированные для конкретной науки, дисциплины или вида человеческой деятельности. Они действуют узко в рамках своего предмета, применяя специализированные методологии и наборы данных для достижения результатов. Второй тип, — это глобальный искусственный интеллект (ГИИ), функционирующий во всем спектре, дисциплин и видов деятельности. Цель создание и реализация глобального искусственного интеллекта предполагает разработку методологического инструментария: полностью автоматизированной системы научного поиска, разработанной, выполняемой и управляемой искусственным интеллектом. Концепция «Невозможной вероятности» создает универсальную систему исследований и принятия решений, основанную на искусственном мышлении и автономности в управлении данными [1].

Методы и материалы; результаты. Специализированный искусственный интеллект функционирует как система классификации и категоризации, основанная на базе данных конкретной области (например, ИИ в области физики, опирающийся на базу данных элементарных частиц). ИИ применяет процессы репликации для имитации рациональных человеческих навыков и позволяет идентифицировать объекты реального мира, определив соответствующую категорию в своей базе данных. Весь цикл — распознавание, классификация и создание категории — происходит автономно, сам по себе [2].

Специальный искусственный интеллект отличается способностью генерировать искусственные выводы посредством построения и анализа матрицы.

Матрица функционирует как формализованная структура, которая организует факторы, полученные из эмпирических измерений, собираемые роботизированными сенсорными устройствами и спутниками. Факторы подразделяются на субъекты, представляющие прямые количественные измерения и параметры, представляющие частоту конкретных явлений во времени [3].

Специальный ИИ использует процессы репликации для выявления математических взаимосвязей — будь то стохастические, шаблонные, криптографические, указывающие на смещение среди комбинаций факторов в матрице, обнаруживает закономерности внутри отдельных факторов. Когда такие взаимосвязи выявляются, они первоначально рассматриваются как эмпирические гипотезы. Если рациональная проверка подтверждает гипотезу, она формализуется как рациональная гипотеза и используется для построения единой виртуальной модели. Модель интегрируется в комплексную виртуальную модель объединяя все проверенные отдельные модели для представления полного состояния знаний системе. Это дополнение рассматривается как автоматическая репликация комплексной модели, что дополнительно усовершенствует и расширит ее объяснительную способность. Процесс полностью автономен и не требует человеческого контроля.

Заключение. Результаты концепции «Невозможной вероятности» представляют собой важный шаг на пути к построению Глобального искусственного интеллекта, способного исследовать, принимать решения, искусственно мыслить и управлять.

Список источников

- [1] Pedrosa R.G. Inteligencia artificial global en inteligencia artificial especifica. <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.5268062>
- [2] Майкова В.П., Молчан Э.М., Пинчук А.И. Квантово-цифровой детерминизм виртуальной реальности. Экология человека и природы в XXI веке (ЭкоМир-11). 11-я Междунар. науч. конф.: материалы. Москва, Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2024, с. 45–48.
- [3] Galdames I.S. Inteligencia artificial en investigacion cientifica. SciCommReport, 2023, no. 3, pp. 1–3. <https://doi.org/10.32457/scr.v3i1.2149>

УДК 378.011.32

Формирование инклюзивной среды: тандем вуз — студент

Маркова София Эдуардовна

markova_se@rudn.ru

Круглова Дарья Геннадьевна

kruglova_dg@rudn.ru

РУДН им. Патриса Лумумбы, Москва, Россия

Аннотация. Рассмотрены примеры взаимодействия подразделений вуза и студентов с инвалидностью и нормотипичных студентов, подтверждающие эффективность формирования инклюзивной культуры совместными ресурсами и усилиями.

Ключевые слова: инклюзивное образование, студенты с инвалидностью, особые образовательные потребности, социализация инвалидов, инклюзивная культура, инклюзивная среда

Введение. Актуальность темы исследования обусловлена, прежде всего, формированием тренда на расширение понимания терминов «инклюзивная среда» и «инклюзивная культура». На первоначальных этапах строительства инклюзивной среды в вузах, действительно, большую значимость имели архитектурные, технические, методические аспекты. Однако на современном этапе все чаще говорят об инклюзии в вузе в контексте расширения вовлеченности студентов. Стоит отметить, что расширение участия студентов невозможно без дополнительной поддержки, мотивации со стороны вуза — административного аппарата, профессорско-преподавательского состава, тьюторов [1, 2]. РУДН им. Патриса Лумумбы является одним из вузов, успешно опробовавших и реализовавших разные форматы взаимодействия между вузом и студентами с инвалидностью и без нее.

Методы и результаты. С целью определения реальной картины формирования инклюзивной культуры среди студентов и преподавателей при содействии студентов-социологов в 2025 г. мы подготовили и провели опрос «Инклюзивная культура в университете (Социологическое исследование РУДН)», в котором приняли участие 150 респондентов из числа обучающихся и преподавателей. Исследование показало, что 67 % опрошенных регулярно сталкиваются со студентами с ОВЗ, при том 56,67 % признались в отсутствии знаний, как вести себя в такой ситуации; 50 % считают, что университетское сообщество не обладает необходимыми знаниями и ресурсами для реализации инклюзивных практик. Основной барьер на пути развития инклюзии в университете, по мнению 56,57 % респондентов, — недостаточная осведомленность о жизни и особенностях людей с инвалидностью и степень подготовки нормотипичных студентов для взаимодействия с лицами данной категории;

В качестве основного решения большинство опрошенных (46,67 %) предлагают системную работу по повышению осведомленности. Наиболее действенным инструментом для этого признается сочетание личного обще-

ния с людьми с инвалидностью для формирования эмпатии и разрушения стереотипов и привлечения экспертов для передачи практических знаний.

Практическое применение. Определив запрос на развитие инклюзивной культуры, специалисты научно-образовательного центра специального и инклюзивного образования РУДН предложили несколько форматов, основывающихся на принципе «тандем “вуз — студенты”». Так, Центр регулярно проводит такие досугово-образовательные мероприятия как инклюзивные тренинги и квесты-погружения в нозологии. На таких мероприятиях студенты с инвалидностью (отдел «Connect») выступают в качестве ведущих или со-ведущих приглашенных экспертов, и делятся своим опытом с однокурсниками и студентам-волонтерам. По итогам обратной связи за 2024–2025 гг. сотрудниками Центра был разработан курс повышения квалификации по инклюзивному волонтерству, призванный устранить выявленные дефициты и повысить уровень компетенций.

При поддержке руководства университета Центр и учебные подразделения проводят ежегодный «Инклюзивный пикник». Мероприятие с участием первого проректора позволяет вести прямой диалог со студентами для оперативного решения их вопросов.

Кроме того, службы университета ежегодно проводят мониторинги общежитий, учебных корпусов, ФОК и др. объектов, привлекая к данной работе студентов как с инвалидностью, так и без нее (студенческий ресурс — студенческие советы общежитий, комиссии по качеству образования, волонтерский центр, сотрудники с инвалидностью из числа студентов и выпускников).

Традиционный для РУДН широкий подход к инклюзии реализуется, в том числе, через научные студенческие мероприятия. Ключевое из них — конференция по инклюзивному образованию в рамках ежегодной конференции по ЦУР4 (2022–2025 гг.). Это платформа для диалога между разными странами, объединяющая представителей землячеств вуза, комиссий по работе с иностранными студентами для изучения международного опыта [3].

Заключение. Тандем «вуз — студент» демонстрирует наибольшую эффективность при формировании инклюзивной среды в вузе. Административные ресурсы позволяют направлять идеи, инициативы студентов в корректное русло. В дальнейшем авторы планируют провести повторное анкетирование респондентов с целью определения влияния проведенных мероприятий на изменения в мировоззрение студентов.

Список источников

- [1] Байрамов В.Д., Герасимов А.В. *Инклюзия в высшем образовании: от теории к практике*. Москва, Экон-информ, 2018, 340 с.
- [2] Глушенко В.В., Трубачев Е.В. Образовательные проекты как инструмент инклюзивной педагогики. *Теоретические и практические основы научного прогресса в современном обществе. Междунар. науч.-практ. конф.: сб. ст.* Стерлитамак, Агентство международных исследований, 2025, с. 50–52.
- [3] Образовательное пространство СНГ: проблемы, решения и перспективы. *Междунар. науч. конф. по ЦУР4*. URL: <https://unisop.ru/conference11-25> (дата обращения 24.09.2025).

УДК 376.3

Особенности проектирования индивидуальной образовательной траектории студентов с нарушением слуха с учетом когнитивных дефицитов

Мирошникова Ирина Павловна^(*)

miroshnikova@bmstu.ru

SPIN-код: 2701-2665

Фефелова Регина Константиновна²

frk@bmstu.ru

SPIN-код: 9649-8174

МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, Россия

Аннотация. Рассмотрена корреляция результатов ежегодного коррекционно-педагогического мониторинга уровня подготовки абитуриентов к обучению в университете и их результатов ЕГЭ. Выявлена зависимость уровня когнитивных дефицитов и учебных результатов студентов с нарушением слуха. Описаны выявляемые во время тестирования когнитивные дефициты. Сформулированы предложения по дальнейшей индивидуальной образовательной траектории студентов, в зависимости от результатов.

Ключевые слова: студенты с нарушениями слуха, учебные результаты, когнитивная нагрузка, слуховое восприятие, индивидуальная образовательная траектория

Введение. Диагностика когнитивных функций является необходимым компонентом разработки персонализированной траектории образовательного процесса студентов с нарушением слуха, так как позволяет оценить наличие когнитивных дефектов [1].

Методы и материалы; результаты. В исследовании приняли участие 42 студента с нарушением слуха. Мониторинг проводился в четыре этапа: диагностика слуха, диагностика устной и письменной речи, диагностика математических представлений, речевая аудиометрия.

Студенты были разделены на группы в соответствии с квартильным размахом (посчитаны с использованием SPSS) их баллов ЕГЭ, а именно:

- студенты, набравшие баллы в диапазоне 0–217 баллов;
- студенты, набравшие баллы в диапазоне 218–254 баллов;
- студенты, набравшие баллы в диапазоне 255–272 баллов.

Первая группа демонстрирует незнание базовых математических умений, низкий уровень слухового восприятия (распознано менее 50 % слов на акуметрии), а также количество лексико-семантических ошибок выше среднего (распознано 50–60% слов), неумение высказать мысль, большое количество аграмматизмов.

Вторая группа студентов демонстрирует средний уровень слухового восприятия (распознано 50–60 % слов), достаточный уровень базовых математических знаний, наличие неточностей в лексическо-семантических структурах языка.

Третья группа демонстрирует средний уровень слухового восприятия, высокий уровень базовых математических знаний, но все также присутствуют аграмматизмы и неточности в лексическо-семантических структурах языка, неточности в высказывании мыслей.

Результаты диагностики первой группы студентов выявляют комплекс когнитивных дефицитов, где первичным звеном является нарушение слухоречевого восприятия, что приводит к системному недоразвитию речи. Это проявляется в высокой частоте лексико-семантических ошибок, грубых аграмматизмах и несформированности связного высказывания. Нарушение переработки слуховой информации и слабость языковой системы обуславливают вторичные трудности в освоении академических навыков, что связано с невозможностью адекватно воспринимать и обрабатывать вербальные инструкции и условия задач. Полученные данные указывают на наличие необходимости более точной проверки студентов для выявления их когнитивного статуса и более точного понимания их когнитивных дефектов, что не противоречит существующим исследованиям [2].

Заключение. Обнаруженные когнитивные дефекты студентов с нарушением слуха следует учитывать при разработке коррекционно-педагогического сопровождения инклюзивного образовательного процесса с введением в программы когнитивного тренинга, а также ряда специальных образовательных дисциплин [3].

Список источников

- [1] Кривоногова К.Д., Разумникова О.М. Особенности когнитивного статуса студентов с нарушением слуха: значение для инклюзивного образования. *Клиническая и специальная психология*, 2019, № 8 (2), с. 38–52.
- [2] Циканова Л.М., Строганова С.М. Особенности интеграции студентов с нарушениями слуха в инклюзивный образовательный процесс. *Инновационная экономика: информация, аналитика, прогнозы*, 2025, № 2, с. 136–143.
- [3] Станевский А.Г., Столярова З.Ф. Проблемы адаптации основной образовательной программы в вузе для лиц с ограниченными возможностями здоровья по слуху. *Психологическая наука и образование psyedu.ru*, 2017, № 9 (1), с. 23–37.
<https://doi.org/10.17759/psyedu.2017090103>

УДК 378.147:004

Развитие навыков проектно - исследовательской деятельности студентов с ограниченными возможностями здоровья в техническом университете

Мысик Сергей Васильевичmysik.sv@mail.ru
SPIN-код: 6842-3184**Дементьева Ольга Юрьевна**oudementeva@bk.ru
SPIN-код: 8911-2226**Мозговой Михаил Владимирович**mozgovoy@bmstu.ru
SPIN-код: 1591-2529

МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, Россия

Аннотация. В данной работе рассмотрены особенности формирования навыков проектно-исследовательской деятельности студентов с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) в техническом университете. В рамках изучения общего курса физики студентами с ОВЗ были разработаны программы обработки и анализа экспериментальных данных лабораторных работ по физике. Данные программы позволяют создать интерактивные лабораторные работы и учебные материалы по разделу «Механические колебания» и существенно облегчить трудоемкость студентов с ОВЗ при выполнении учебных заданий по данному разделу общего курса физики.

Ключевые слова: физика, студенты с ОВЗ, проектно-исследовательская деятельность студентов, компетенции

Введение. Анализ педагогической практики показывает, что при освоении программы общего курса физики [1], значительные трудности в усвоении учебного материала у студентов с ОВЗ вызывают разделы изучения колебательных систем и процессов, а также обработка экспериментальных материалов лабораторных работ по теме «Механические колебания». Для решения проблемы повышения качества усвоения учебного материала студентами с ОВЗ сотрудниками кафедры физики МГТУ им. Н.Э. Баумана были разработаны учебные пособия, видео лекции, семинары и другие учебные материалы, необходимые для анализа сложных колебательных процессов [2].

Методы и материалы; результаты. В данной работе, была поставлена задача привлечь студентов с ОВЗ из групп факультета ИУ МГТУ им. Н.Э. Баумана для разработки интерактивных технологий и программ обработки экспериментальных данных лабораторных работ по разделу общего курса физики «Механические колебания». Данная работа выполнялась в рамках вспомогательной дисциплины «Когнитивные технологии сопровождения дисциплины — физика» (КТСД-физика) и была направлена на развитие междисциплинарных компетенций студентов с ОВЗ. Для проведения теоретического анализа и составления алгоритмов обработки экспериментальных данных колебательных процессов были взяты лабораторные работы по общему курсу физики по теме «Механические колебания», которые входят в учебный

план кафедры «Физика» (работы М1 и М5). Необходимые расчеты и визуализация экспериментальных данных были проведены в программной среде MatLab.

Заключение. В рамках проекта «Разработка программ обработки экспериментальных результатов лабораторных работ по теме «Механические колебания» студентами с ОВЗ были разработаны программы обработки и анализа экспериментальных данных лабораторных работ по физике. Данные программы позволяют создать интерактивные видео лабораторные работы и учебные материалы по разделу «Механические колебания», которые можно использовать как в обычном, так и дистанционном формате обучения. Результаты работы позволяют существенно облегчить трудоемкость студентов с ОВЗ на выполнение и анализ учебных заданий и развить навыки проектно-исследовательской деятельности.

Список источников

- [1] Еркович О.С., Еркович С.П., Есаков А.А., Голяк И.С. Формирование матрицы компетенций как средство проектирования программы учебной дисциплины. *Физическое образование в вузах*, 2012, т. 18, № 3, с. 27–31.
- [2] Станевский А.Г., Крикун В.М. Пути разработки и адаптации электронных образовательных ресурсов для студентов из числа инвалидов с нарушением слуха. *Цифровые технологии в инженерном образовании: новые тренды и опыт внедрения. Междунар. форум: сб. тр.* Москва, Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2020, с. 374–380.
- [3] Мысик С.В., Дементьева О.Ю., Мозговой М.В. Организация учебного процесса изучения физики слабослышащими студентами в условиях дистанционного обучения. *Инклюзия-2021. Всерос. конф. по вопросам доступности профессионального образования: сб. тр.* Москва, Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2021, с. 41–44.

УДК 176.7

Проблемы экологии образования

Некрасов Сергей Иванович

sinekrasov@mail.ru

SPIN-код: 4120-1818

ФГБУ «МГТУ ГА», Москва, Россия

Аннотация. Рассматриваются новые формы отчуждения, которые свидетельствуют о кризисном состоянии современной системы образования. Показано различие между творчеством и креативностью, которые сегодня часто рассматривают как синонимы. Творчество есть создание чего-то нового, которое достигается путем выхода создателя за границы реальности, в надприродный мир. А креативность — это умение из существующего вынимать фрагменты и компоновать их оригинальным образом. Сделан вывод о необходимости развития творческих способностей и привития духовных ценностей обучающимся.

Ключевые слова: отчуждение от познания, отчуждение от социальных отношений, отчуждение от национальной идентичности, креативность, отчуждение от духовных ценностей

Введение. Образование в нашей стране находится в состоянии кризиса, о чем свидетельствуют многочисленные социальные опросы. Сегодня сформировались новые формы отчуждения, которые можно рассматривать как доказательства этого кризисного состояния [1]. В исследовании ставится цель: найти пути преодоления новых форм отчуждения.

Методы и материалы; результаты. Анализ методами социальной философии и системного подхода материалов современной отечественной литературы показывает, что проблемой образования является, прежде всего, *отчуждение детей от процесса познания*. Возможность мгновенного получения информации и хранение ее в цифровых носителях сформировали нежелание детей ее осмысливать и обобщать, что ведет к деградации их мозговой активности.

Сегодня также активно начинает проявлять себя *отчуждение детей от реальных социальных отношений*. По своей сущности человек — существо социальное, и нарушение этой функции свидетельствует о деградации детей с реальных коммуникаций на виртуальное общение.

Школьные программы вызвали формирование новой формы отчуждения — *отчуждение от своей национальной принадлежности*. Современные выпускники школ очень слабо владеют знаниями, которые и формируют идентификацию себя как россиянина. Еще Платон говорил, что главное — воспитать ребенка гражданином своей страны [2].

Следующая новая форма отчуждения в сфере образования — утверждение *креативного* подхода к знаниям и деятельности, формирующая *отчуждение от творчества*. Сегодня часто творчество и креативность отождествляются, но это разные феномены. Творчество есть создание чего-то нового,

ранее не существовавшего, которое достигается путем выхода создателя за границы наличной реальности, в надприродный мир. А креативность — это умение из существующего вынимать фрагменты и компоновать их оригинальным образом.

Но наиболее плачевный вид современного отчуждения в системе образования — это *отчуждение* детей *от духовно-нравственных ценностей*. Духовность — это высший уровень саморазвития личности, проявляющийся в ее нравственной сопричастности с представителями своего рода. Эта способность начала формироваться еще в архетипе человечества в виде ответственности за судьбы мира путем сохранения общечеловеческих идеалов [3].

Заключение. Человечество — это часть системы мироздания, которая саморазвивается по ее универсальным законам. Общение с виртуальными собеседниками формирует у детей эмоциональную глухоту, неумение сопереживать и признавать за ними таких же прав, какими обладаю Я. Для преодоления отчуждения необходимо развивать творческие способности обучающихся и прививать им духовные ценности.

Список источников

- [1] Бутенко Н.А. *Проблемы образования и воспитания в учении Платона об идеальном государстве*. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/problemy-obrazovaniya-i-vozpitaniya-v-uchenii-platona-ob-idealnom-gosudarstve> (дата обращения 04.11.2021).
- [2] Витязев Данил. *Платон и его взгляды на воспитание*. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://pandia.ru/text/78/078/18625.php> (Дата обращения 14.11.2021).
- [3] Некрасов С.И. Отчуждение — современная форма существования человека // *Экология человека и природы в XXI веке (Экомир-11)*. Материалы 11 Международной научной конференции. М.: 2024, Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана. С. 52–53.

УДК 621.3.019.3

Использование суперпозиции двух функций распределения при оценке надежности оборудования машиностроительной отрасли

Новикова Татьяна Алексеевна

boiko_tatjana@mail.ru

МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, Россия

Аннотация. Рассмотрена проблема формирования у студентов инженерных специальностей практических навыков анализа надежности оборудования. Представлен подход к организации междисциплинарного учебного проекта, направленного на решение производственной задачи по выбору функции надежности в виде суперпозиции двух распределений. Показано, что реализация проекта требует интеграции знаний из теории вероятностей, программирования, баз данных и методов оптимизации. Сделаны выводы, что подобные проекты можно применять для формирования у будущих специалистов системного мышления и компетенций, соответствующих вызовам современной цифровой промышленности.

Ключевые слова: функция надежности, суперпозиция, оборудование машиностроения, статистика отказов, метод наименьших квадратов

Введение. В современных условиях развитие инженерного образования является одним из основных компонентов национального суверенитета страны. Ключевым моментом в подготовке конкурентоспособных специалистов выступают практикоориентированные междисциплинарные проекты, предусмотренные в учебных планах образовательных организаций. В настоящей статье рассмотрен пример подобного проекта.

Материалы и методы; результаты. Одним из наиболее важных активов предприятия являются машины и оборудование, надежность которых напрямую влияет на качество производимой продукции. В теории надежности особое внимание уделяется понятию функции надежности, с помощью которой можно определить вероятность безотказной работы [1]. Существует несколько функций надежности: для непрерывных распределений используются равномерный, экспоненциальный, нормальный, усеченный нормальный и логнормальный законы, закон Рэлея, закон Вейбулла, гамма-распределение; для дискретных — закон Пуассона, биномиальное и геометрическое распределения [2].

В учебных курсах, посвященных надежности оборудования, решается задача, при которой заранее известна функция распределения и необходимо определить количественные параметры случайной величины. В то же время, на предприятии часто возникает задача выбора функции надежности, которая будет максимально точно аппроксимировать эмпирические данные. Практика показывает, что выход из строя оборудования может быть вызван как механическими, так и электронными неисправностями, которые имеют разную

природу. В подобных ситуациях распределение наработки на отказ описывается не одной функцией, а суперпозицией нескольких функций [3].

В связи с этим, предлагается рассмотреть возможность включения в учебный план следующего проекта. Пусть есть некоторое предприятие машиностроительной отрасли, на балансе которого есть несколько однотипных станков. По каждой единице оборудования собрана статистика отказов. Необходимо определить наиболее подходящую функцию надежности, основанную на суперпозиции двух распределений:

$$F_{mix} = p \text{ func}_1 + q \text{ func}_2,$$

где p — вес первой функции распределения в смеси; $q = (1 - p)$ — вес второй функции распределения в смеси; func_1 и func_2 — первая и вторая функция надежности.

Решение поставленной задачи может включать несколько этапов, реализация которых требует знаний и навыков разных дисциплин. На первом этапе, если объем данных велик, можно предусмотреть проектирование базы данных (БД), которая позволяет хранить, обновлять и выгружать данные статистики отказов. Реализация данного этапа возможна в случае овладения студентами основами архитектуры БД. На втором этапе выгруженные из БД данные необходимо привести к подходящему для последующего анализа виду — провести предобработку данных. Для выполнения данного этапа необходимы знания в области статистики и анализа данных, а также необходимо наличие навыков работы с одним из языков программирования, например, Python.

На третьем этапе целесообразно разработать модель, которая будет подбирать параметры суперпозиции распределения. Для этого следует выбрать критерий минимизации расхождения теоретической и эмпирической функций распределения. В качестве такого критерия может быть выбран метод наименьших квадратов (МНК), который подразумевает минимизацию суммы квадратов разности значений эмпирического и теоретического распределений. Для реализации третьего этапа необходимо обладать навыками в области оптимизации функций и компьютерного моделирования, а также целесообразно владеть профильными инструментами, например библиотекой `scipy`.

Заключение. В результате рассмотренного примера можно сделать вывод о целесообразности включения в учебные планы проектов, приближенных к производственным задачам, которые позволят объединить знания студентов из разных дисциплин, расширить их практические навыки, а также сформировать системное видение проблемы и мышление, ориентированное на результат.

Список источников

- [1] Гмурман В.Е. *Теория вероятностей и математическая статистика*. Москва, Юрайт, 2025, 479 с.
- [2] Шипицын А.Г., Кошечев А.А., Алешин Е.А. и др. *Элементы прикладной теории надежности*. Челябинск, Изд-во ЮУрГУ, 2007, 114 с.
- [3] Ставровский М.Е. и др. *Основы функционирования систем сервиса*. Москва, Юрайт, 2025, 190 с.

УДК 004.81

Идентификация космических объектов и обеспечение безопасности в космическом пространстве с помощью искусственного интеллекта

Панилов Павел Алексеевич^(*)panilovp.a@bmstu.ru
SPIN-код: 4112-3750

Цибизова Татьяна Юрьевна

mumc@bmstu.ru
SPIN-код: 5945-1295

Яровая Нина Андреевна

ninapuh19961828@mail.ru

МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, Россия

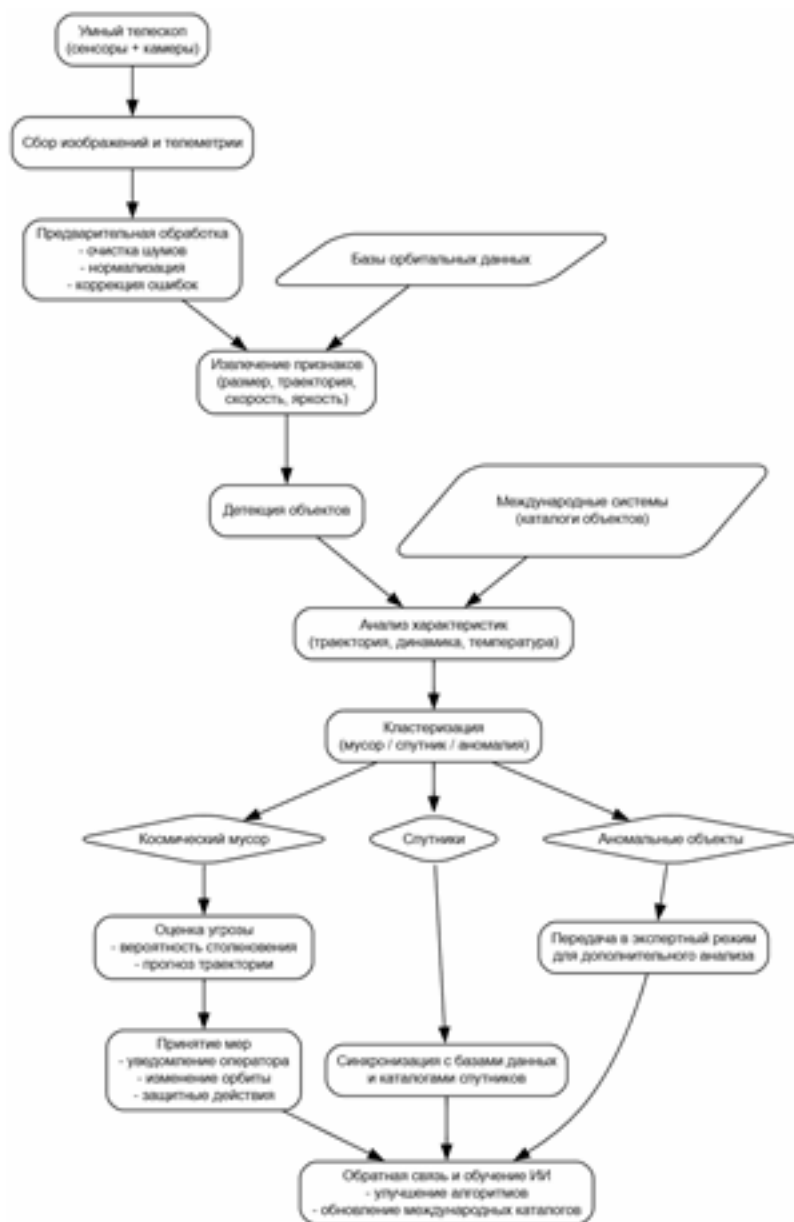
Аннотация. В статье рассмотрена актуальная проблема космического мусора и методы ее решения с помощью инновационных технологий. Предложено использование умного телескопа, оснащенного искусственным интеллектом, позволяющим своевременно обнаруживать и оценивать степень опасности обнаруженного объекта.

Ключевые слова: космический мусор, умный телескоп, динамический объект, искусственный интеллект, кластеризация

Введение. Космический мусор включает в себя все объекты, созданные человеком, которые больше не выполняют полезных функций и находятся на орбите Земли. С каждым годом, вследствие развития космонавтики, количество объектов на околоземной орбите увеличивается, чем создает угрозу для действующих динамических объектов. Опасность столкновения с космическим мусором заключается в том, что даже небольшой объект может нанести серьезный ущерб или полностью уничтожить динамический объект, расположенный на околоземной орбите [1, 2]. В связи с этим возникает необходимость в разработке технологий, которые позволят оперативно обнаруживать и отслеживать космический мусор, чтобы предотвратить возможные столкновения. Для решения этой проблемы предлагается использовать умный телескоп, оснащенный искусственным интеллектом (ИИ), который способен не только обнаруживать мусор, но и оценивать степень его опасности.

Материалы и методы; результаты. Умный телескоп — это инновационное устройство, которое сочетает в себе возможности традиционного телескопа и современные технологии искусственного интеллекта. Его основная задача — оперативное обнаружение и отслеживание космического мусора, а также анализ полученных данных для оценки потенциальной угрозы. Принцип работы умного телескопа основан на использовании высокочувствительных сенсоров и камер, которые фиксируют положение и траекторию объектов. Затем эти данные передаются в систему ИИ, разработанного на методе кластеризации, которая анализирует их и принимает решение о степени опасности каждого объекта. В случае выявления угрозы система может авто-

матически уведомить оператора и предложить варианты действий для предотвращения столкновений. Одной из основных задач ИИ является классификация объектов: он должен уметь отличать космический мусор от других динамических объектов (см. рисунок).



Алгоритм работы умного телескопа

Основные этапы включают в себя: сбор информации о космическом мусоре; предобработка данных; кластеризация данных с использованием различных алгоритмов; оценка опасности объекта. По итогам анализа полученной информации ИИ принимает решение об опасности космического объекта. На основе оцененной опасности система немедленно сообщает оператору об обнаруженной опасности, а также предлагает различные алгоритмы действий, например, как изменение орбиты или выставление защиты для динамического объекта. При этом система умного телескопа продолжает следить за ситуацией и проводить корректировку алгоритмов в случае изменения позиции объекта. Собранные данные и результаты используются для обучения системы, улучшая алгоритмы в будущем [3, 4].

Заключение. Умный телескоп, оснащенный искусственным интеллектом, представляет собой перспективное решение для борьбы с космическим мусором. в условиях растущей конкуренции в космической отрасли и увеличивающегося количества объектов на орбите такие технологии становятся все более актуальными и востребованными. Создание умного телескопа, в конечном итоге, может стать важным шагом на пути к обеспечению безопасности космических объектов, минимизировав риски аварий и повреждений, и устойчивости космической деятельности в будущем.

Список источников

- [1] Кемайкин В.К., Кожухин И.В. Формирование барьера безопасности на космическом аппарате при угрозе воздействия космического мусора методами нечеткой логики. *Программные продукты и системы*, 2019, № 1, с. 124–129.
- [2] Устинов А.Н., Федоров С.С., Кудинов А.А. Перспективные концепции сервисных космических аппаратов для утилизации космического мусора. *Новые материалы, технологии и устройства в ракетной, авиационной технике и пилотируемой космонавтике. 19-я молодежной конф.: сб. тр.* Москва, ООО «12 апреля», 2023, с. 29–38.
- [3] Панилов П.А., Цибизова Т.Ю., Кочешков М.А. Развитие алгоритмов когнитивного моделирования для оптимизации принятия решений в системах управления космическими комплексами. *Известия Тульского государственного университета. Технические науки*, 2024, № 6, с. 65–80.
- [4] Цибизова Т.Ю., Пью С., Селезнева М.С. Математическое моделирование динамических систем с использованием параметрической идентифицируемости. *Современные наукоемкие технологии*, 2018, № 1, с. 54–60.

УДК 331.54

О подготовке инженерных кадров для высокотехнологичных отраслей промышленности Республики Карелия

Пашеева Татьяна Юрьевна

tatjana-pasheeva@rambler.ru

SPIN-код: 6429-3700

Петрозаводский государственный университет, Петрозаводск, Россия

Аннотация. Рассмотрено развитие высокотехнологичного сектора экономики Республики Карелия и его взаимодействие с Петрозаводским государственным университетом. Сделаны выводы о важности коммуникаций высокотехнологичных предприятий и университета в целях подготовки инженерных кадров, способных развивать высокотехнологичный бизнес.

Ключевые слова: инновационные процессы, высокотехнологичные отрасли промышленности, экономика знаний, университет, инженерные кадры

Введение. Значительный сектор промышленности Республики Карелия (далее РК) базируется на традиционных технологиях производства. Комплекс обрабатывающих отраслей недостаточно насыщен инновационными технологиями. Масштабность задач модернизации промышленных предприятий РК обусловлена необходимостью осуществления глубоких преобразований региональной экономики в пользу обрабатывающих отраслей при расширении в них доли высокотехнологичных производств. Для увеличения доли научно-исследовательских работ и выпуска высокотехнологичной продукции требуется эффективное взаимодействие высокотехнологичных предприятий с образовательными и научными организациями РК.

Методы и материалы; результаты. Автор [1] предлагает следующее определение: «Высокотехнологичный сектор — это комплекс отраслей и видов деятельности, связанных с созданием и использованием знаний и технологий в производстве товаров и услуг при условии значительных вложений в научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы и наличии высококвалифицированного персонала» [1]. По мнению автора [2] в Карелии высокотехнологичный комплекс отраслей и виды деятельности практически отсутствуют, есть лишь единичные предприятия [2]. В качестве примера можно привести деятельность научно-производственного предприятия «Прорыв», занимающего лидирующие позиции по разработке и производству оборудования в области электромагнитной совместимости. Среди проблем, с которыми сталкивается промышленность — недостаток кадров для работы в высокотехнологичном секторе [1]. Кадры — ключевая проблема в деятельности отечественных промышленных предприятий: «Университеты — драйвер регионального развития, играют большую роль в развитии регионов России, но развитие многих из них отстает от потребностей экономики регионов» [3]. Необходимо перейти к форсированному росту инвестиций

в основные фонды и в человеческий капитал, прежде всего в экономику знаний [4]. Важно использовать знания для разработки инновационных материалов, технологий, способов производства. Перед университетами стоит задача организовать процесс получения знаний студентами для последующей трансформации этих знаний в инновационный продукт. Возрастает запрос на инженеров, способных планировать высокотехнологичный бизнес для создания наукоемких изделий.

Заключение. Неизмеримо выросло значение человеческого фактора для обеспечения инновационного процесса. От образовательных учреждений требуются усилия для освоения текущих запросов высокотехнологичного промышленного производства. В РК имеются значительный фундаментальный задел и квалифицированные кадры, необходима ориентация этого потенциала на реально существующие потребности экономики и потребности высокотехнологичных промышленных предприятий РК. Университеты должны готовить инженеров, способных разбираться в высокотехнологичном бизнесе, руководить проектами по созданию наукоемких изделий [5].

Список источников

- [1] Сергеева К.Н. Проблемы развития высокотехнологичного сектора в современных условиях и пути их решения. *Вестник евразийской науки*, 2023, т. 15, № 2. URL: <https://esj.today/PDF/82ECVN223.pdf> (дата обращения 15.09.2025).
- [2] Дружинин П.В. Изменение структуры промышленности Карелии по технологическим уровням. *Дружеровский вестник*, 2022, № 1 (45), с. 209–217. <https://doi.org/10.17213/2312-6469-2022-1-209-217>
- [3] Гареева Д.Р., Шеломенцев А.Г. Роль университетов в социально-экономическом развитии регионов. *Корпоративное управление и инновационное развитие экономики Севера: Вестник Научно исследовательского центра корпоративного права, управления и венчурного инвестирования Сыктывкарского государственного университета*, 2023, т. 3, вып. 4, с. 428–439. <https://doi.org/10.34130/2070-4992-2023-3-4-428>
- [4] Кельчевская Н.Р., Пелымская И.С., Черненко И.М. *Экономика знаний*. Екатеринбург, Изд-во Урал. ун-та, 2022, с. 188–190.
- [5] Селюков В.К. О подготовке инженеров-менеджеров для высокотехнологичных отраслей промышленности в МГТУ им. Н. Э. Баумана. *Научно-исследовательские исследования*, 2004, № 2004, с. 28–37.

УДК 167.2

Организация айтрекингового исследования чтения студентов с нарушением слуха в условиях инклюзивного образования высшей инженерной школы

Попутников Илья Владимирович^(*)

poputnikoviv@yandex.ru

SPIN-код: 4059-8160

Фефелова Регина Константиновна

frk@bmstu.ru

SPIN-код: 9649-8174

МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, Россия

Аннотация. Представлены особенности технического оснащения и организации айтрекингового исследования чтения студентами с нарушением слуха в условиях высшей инклюзивной инженерной школы. Описаны применяемое оборудование, программное обеспечение, стимульный материал и условия эксперимента. Показаны ключевые методологические решения, обеспечивающие надежность регистрации микродинамики взгляда и доступность инструкций для участников с нарушениями слуха.

Ключевые слова: айтрекинг, студенты с нарушением слуха, когнитивная нагрузка, оборудование, экспериментальная процедура

Введение. Эффективное обучение студентов с нарушениями слуха требует учета их визуально-когнитивного профиля. Айтрекинг позволяет регистрировать микродинамику взгляда и объективно оценивать стратегии чтения [1]. Организация такого исследования в инклюзивной инженерной школе становится основой для особых технических и методологических решений в организации образовательного процесса [2, 3].

Методы и материалы; результаты. В исследовании участвовали две группы студентов бакалавриата 18–25 лет: группа сравнения (74 студента с подтвержденным нарушением слуха) и контрольная группа (65 студентов без нарушений слуха).

Для регистрации движений глаз использовался инфракрасный айтрекер Gazepoint GP3 (GP3SD v2) с частотой дискретизации 60 Гц и точностью 0,5–1° [4]. Допустимое смещение головы — ±15 см по глубине, 25 см по горизонтали и 11 см по вертикали. Стимулы предъявлялись на мониторе диагональю 23 дюйма с разрешением 1920×1080 пикселей. Освещение в помещении контролировалось для исключения инфракрасных и пульсирующих источников [4].

Использовался пакет «Нейробюро» [5] с режимами «Проведение эксперимента» и «Анализ эксперимента». Данные выгружались с частотой 60 Гц и содержали координаты взгляда, диаметр зрачка и временные метки. Для разметки событий применялся алгоритм I-VT (порог 70°/с, фиксации ≥ 60 мс) [1]. Дополнительно использовалась автоматическая разметка зон интереса (AOI) по словам.

Процедура эксперимента включала пять этапов:

- вводное сообщение с жестовым переводом и автоматическим распознаванием речи (Google Live Transcribe) [2];
- персональный инструктаж;
- калибровку по 9-точечной схеме;
- верификацию (точность $<1,5^\circ$);
- чтение текста в комфортном темпе.

Инструкции выводились на вспомогательный экран. Повторы калибровки выполнялись при превышении порогов ошибки.

Использовались два типа текстов: нарративный (бытовой, 76 слов) и описательный учебный (153 слова, формулы, система уравнений). Тексты адаптировались под экран, строки выравнивались по ширине, применялся шрифт Times New Roman, увеличенный кегль и межстрочный интервал. Строка включала до 60 символов [1].

Исключались артефакты (blink/lost), а также повторные перечтения. Для сглаживания использовалось объединение соседних фиксаций при интервале ≤ 60 мс и расстоянии $\leq 0,5^\circ$ [1].

Результаты. Описанная методика позволила обеспечить корректность проведения эксперимента и высокое качество регистрируемых данных. Применение 9-точечной калибровки и верификации гарантировало точность отслеживания взгляда, а использование алгоритма I-VT и автоматической разметки зон интереса обеспечило стандартизированную обработку показателей. Контроль освещения, применение вспомогательных технологий для инструктажа и адаптация текстов под экран позволили создать равные условия участия для всех студентов.

Заключение. Организация айтрекингового исследования в условиях инклюзивной инженерной школы требует комплексного подхода: выбора доступного оборудования, адаптации стимульного материала, контроля внешних условий и применения вспомогательных технологий (жестовый перевод, автоматическая транскрипция) [2, 3]. Представленный протокол обеспечивает высокое качество данных и учитывает особенности восприятия студентов с нарушениями слуха.

Список источников

- [1] Holmqvist K., Nyström M., Andersson R., Dewhurst R., Jarodzka H., van de Weijer J. *Eye Tracking: A Comprehensive Guide to Methods and Measures*. Oxford, Oxford University Press, 2011, 560 p.
- [2] McFarland M. Google Offers a Pair of Apps to Help the Deaf Community. *Wired*, 2019. URL: <https://www.wired.com/story/google-live-transcribe-sound-amplifier-for-android/> (accessed 03.08.2025).
- [3] Verbit. *Assistive Technology for Deaf and Hard of Hearing Students*. URL: <http://verbit.ai/captioning/assistive-technology-for-deaf-and-hard-of-hearing-students/> (accessed 07.08.2025).
- [4] Gazepoint. *GP3 Eye Tracker (GP3SD v2) — Specification Sheet*. URL: <https://www.gazept.com/product/gazepoint-gp3-eye-tracker/> (accessed 20.06.2025).
- [5] Neurobureau. *Руководство пользователя: версия 04.2024*. Москва, Нейробюро, 2024.

УДК 376.3

Особенности адаптации учебных текстов для студентов с нарушениями слуха выявленные по результатам айтрекингового исследования

Попутников Илья Владимирович

poputnikov@bmstu.ru

SPIN-код: 4059-8160

Фефелова Регина Константиновна^(*)

frk@bmstu.ru

SPIN-код: 9649-8174

МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, Россия

Аннотация. В статье рассматриваются результаты айтрекингового исследования чтения студентами с нарушениями слуха. Выявлены особенности чтения, отражающие повышенную когнитивную нагрузку. Сформулированы предложения по адаптации учебных материалов для инклюзивной инженерной школы.

Ключевые слова: айтрекинг, когнитивная нагрузка, студенты с нарушениями слуха, учебные материалы, методические материалы

Введение. Изучение когнитивных процессов у студентов с нарушениями слуха имеет прямое отношение к адаптации методических материалов. Айтрекинг позволяет выявить особенности восприятия письменного материала для корректной адаптации материалов с учетом особенностей работы с учебной информацией [1].

Методы и материалы; результаты. В исследовании участвовали 74 студента с нарушениями слуха и 65 студентов без нарушений. Использовались два текста: нарративный неучебный и описательный учебный, что позволило сравнить когнитивные особенности работы с разными текстами [2, 3].

Анализ результатов айтрекинга выявил существенные различия между группами. У студентов с нарушением слуха наблюдались:

- большее количество фиксаций и увеличенная их средняя длительность, что отражает необходимость более глубокой обработки слов [1];
- возросшая доля регрессивных саккад, свидетельствующих о дополнительных усилиях по интеграции прочитанного в контекст [1, 2];
- уменьшенный диаметр зрачка, трактуемый как индикатор возросшей когнитивной концентрации [4].

При чтении неучебного текста выявлены более выраженные различия по длительности фиксаций и общему пути сканирования у группы студентов с нарушениями слуха, что указывает на увеличение нагрузки обработки материала. В учебном тексте различия по количеству фиксаций снижались, но сохранялась большая средняя длительность фиксаций у группы с нарушениями слуха. Это подтверждает, что когнитивная нагрузка у таких студентов остается выше при работе с любыми типами текстов.

Обсуждение. Полученные данные согласуются с результатами международных исследований о стратегиях чтения у глухих и слабослышащих студентов [2, 3]. Основная стратегия — детализированное распознавание слов с опорой на регрессии и контекстуальные возвраты. Такое поведение обеспечивает компенсацию дефицита слуховой информации, но требует дополнительных когнитивных ресурсов.

Заключение. Итоги исследования определяют ряд методических рекомендаций:

- предварительное введение ключевой лексики и терминов (актуализация, глоссарии, краткие определения) для снижения времени фиксаций;
- структурирование материала, облегчающее возвраты к тексту;
- представление материала небольшими фрагментами, снижающее нагрузку на рабочую память.

Таким образом, применение данных айтрекинга способствует адаптации методических материалов и повышает эффективность обучения студентов с нарушениями слуха в инженерной школе.

Список источников

- [1] Holmqvist K., Nyström M., Andersson R., Dewhurst R., Jarodzka H., van de Weijer J. *Eye Tracking: A Comprehensive Guide to Methods and Measures*. Oxford, Oxford University Press, 2011, 560 p.
- [2] Bélanger N.N., Rayner K. What Eye Movements Reveal about Deaf Readers. *Current Directions in Psychological Science*, 2015, vol. 24, no. 3, pp. 220–226. <https://doi.org/10.1177/0963721414567527>
- [3] Gómez-Merino N., Fajardo I., Ferrer-Manchón A.M., Joseph H. Eye movements of deaf students in expository versus narrative texts. *American Annals of the Deaf*, 2022, vol. 167, no. 3, pp. 313–333. <https://doi.org/10.1353/aad.2022.0030>
- [4] Mathôt S. Pupillometry: Psychology, Physiology, and Function. *Journal of Cognition*, 2018, vol. 1, № 1, art. 16. <https://doi.org/10.5334/joc.18>

УДК 378.147

Подготовка инженерных кадров в интересах Объединенной двигателестроительной корпорации на базе филиала АО «ОДК» «НИИД»

Фецак Наталья Ивановна^(*)

markelova-ugatu@mail.ru

Павлинич Сергей Петрович

niid@uecrus.com

Евдокимов Алексей Иннокентьевич

evdokimov@uecrus.com

Филиал АО «ОДК» «НИИД», Москва, Россия

Аннотация. Представлены основные положения нового подхода по подготовке высокопрофессиональных инженерных кадров технологической направленности на базе филиала АО «ОДК» «НИИД». Указаны предпосылки появления проекта, образовательные технологии, суть, условия и результаты реализации проекта «Магистр+» в период с 2022 г. по 2025 г. в ходе обучения студентов магистратуры 3-х университетов.

Ключевые слова: подготовка кадров, корпорация, образовательный проект, магистратура, профильная организация, практическая подготовка

Введение. Вопрос дефицита инженерно-технических кадров для предприятий оборонно-промышленного комплекса в условиях обеспечения национальной безопасности страны особенно актуален. В этой связи, предложен новый практико-ориентированный подход по подготовке за короткий срок востребованных инженерных кадров технологической направленности для предприятий Корпорации по программам магистратуры, учитывающих специфику производства, в форме практической подготовки на базе филиала АО «ОДК» «НИИД» — проект «Магистр+».

Методы и материалы; результаты. Запуск проекта «Магистр+» состоялся в 2021 г. после анализа востребованности инженерных кадров на предприятиях Корпорации [1] и факторов, способствующих сохранению их дефицита, таких как несоответствие содержания образовательных программ требованиям работодателей, слабая практическая подготовка выпускников и другие [2], в результате чего директор филиала АО «ОДК» «НИИД», доктор технических наук Павлинич Сергей Петрович предложил идею — проводить обучение студентов магистратуры в форме практической подготовки на базе профильных научно-исследовательских организаций, являющихся не только носителями фундаментальных и прикладных знаний, но и технологическими лидерами и разработчиками новых опережающих технологий. Такой организацией для Корпорации был предложен филиал АО «ОДК» «НИИД», выступающий в проекте профильной организацией при организации практической подготовки.

Основными отличительными особенностями проекта «Магистр+» являются: короткий срок подготовки (2 года); технологическая направленность

проекта; обучение «взрослых» людей, сделавших осознанный выбор профессии — минимизация риска отказа работать на предприятии после обучения; базой практической подготовки является не производственное предприятие, занятое выполнением производственного плана, а прикладной отраслевой Институт; разработанная специалистами НИИД специальная Программа практической подготовки; сопряжение обучения с трудовой деятельностью в НИИД; постоянный контроль (валидация) образовательной деятельности на этапах проектирования и реализации адаптированных образовательных программ магистратуры; выполнение студентами служебного задания работодателя в период обучения на базе НИИД; наставничество по индивидуальному плану.

С начала реализации проекта «Магистр+» осуществлено 3 набора студентов с участием трех университетов. В 2022 г. реализован пилотный проект совместно с МГТУ им. Н.Э. Баумана [3]. Уровень профессиональной подготовки выпускников пилотного проекта подтвержден отличными оценками на защите ВКР, наградами за научную деятельность, публикациями в ведущих научных журналах. Наборы 2023 г. и 2024 г. осуществлялись под потребности предприятий ПК «Салют», ПАО «ОДК-УМПО», «ОКБ им. А. Люльки» в МГТУ им. Н.Э. Баумана, Уфимский университет науки и технологии, МАИ. Все выпускники проекта первого (8 чел.) и второго (3 чел.) наборов продолжили свою трудовую деятельность на предприятиях Корпорации.

Заключение. Применение подходов, заложенных в проекте «Магистр+», позволяют за короткий срок подготовить инженеров-технологов с практическими навыками и опытом работы, способных с высокой эффективностью сопровождать базовые и внедрять новые перспективные технологии в производственный процесс, вырастить специалистов, которых невозможно найти на рынке труда, поскольку они будут подготовлены под специфику конкретного предприятия.

Список источников

- [1] Евдокимов А.И., Павлинич С.П., Фецак Н.И. и др. *Организация и проведение обучения студентов МГТУ им. Н.Э. Баумана в форме практической подготовки на базе профильной организации — филиала АО «ОДК» «НИИД», 1 семестр*. Научно-технологический отчет. Филиал АО «ОДК» «НИИД», 2023, 333 с.
- [2] Варшавский А.Е., Кочеткова Е.В. Проблемы дефицита инженерно-технических кадров. *Экономический анализ: теория и практика*, 2015, № 32, с. 2–16.
- [3] Евдокимов А.И., Павлинич С.П., Фецак Н.И. Подготовка инженерных кадров технологической направленности для предприятий на базе АО «ОДК» «НИИД». Опыт реализации пилотного проекта. *Насосы. Турбины. Системы*, 2025, № 1 (54), с. 6–15.

УДК 520.607

Разработка шаблона дашбордов на Visiology для поддержки образовательной аналитики и предпринимательского мышления в вузах

Чжен Артем Олегович^(*)

rollwork@list.ru

Ляпунцова Елена Вячеславовна

lev86@bmstu.ru

МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, Россия

Аннотация. В статье рассмотрена роль дашбордов в образовательной аналитике как инструмента повышения прозрачности и управляемости образовательных процессов. Показано, что использование интерактивных панелей позволяет не только отслеживать ключевые показатели и динамику выпусков студентов, но и выявлять проблемные зоны и социальные факторы, влияющие на успешность обучения. Представлен разработанный в системе Visiology шаблон «Показатели выпуска», включающий ключевые индикаторы, иерархическую таблицу, тепловую карту и диаграмму.

Ключевые слова: образовательная аналитика; дашборды; цифровая трансформация образования; принятие решений на основе данных

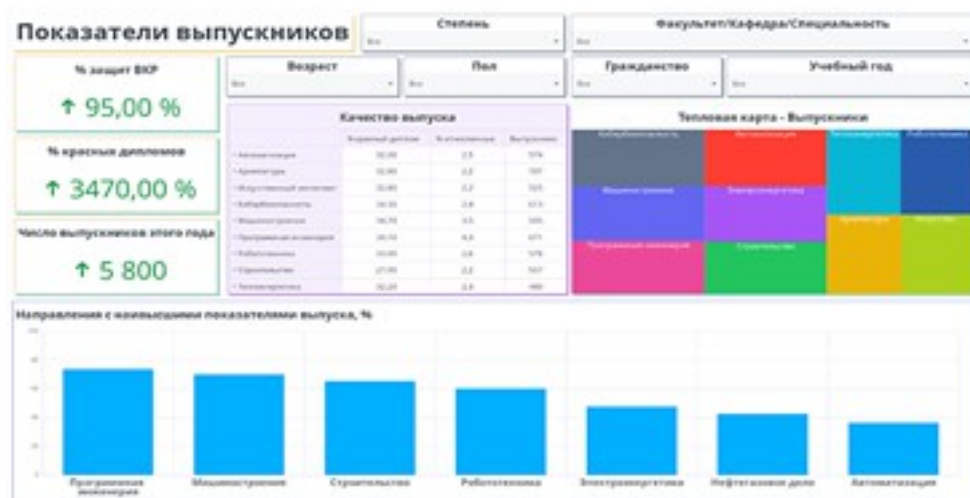
Введение. Цифровая трансформация российской экономики обуславливает необходимость адаптации системы к новым условиям, которой, ввиду возможности влиять на структуру и качество рабочей силы, нужно не только отвечать на внешние вызовы, но и быть драйвером позитивных изменений. Добиться этого возможно с помощью внедрения технологических решений, которые позволяют повысить управляемость образовательным процессом и тем самым увеличить его эффективность.

Методы и материалы; результаты. Использование дашбордов в образовательном процессе было высоко оценено К.К. Сирбиладзе и Т.С. Поповой [1]. В ряде преимуществ они выделяют не только возможность мониторинга прогресса студентов, но и выявления проблемных точек и определения эффективных методов обучения.

Изучая иностранный опыт, можно заметить, что зарубежные университеты активно используют дашборды для управления образовательными процессами. Так, например, на сайте Государственного университета Мидл Теннеси представлен широкий набор дашбордов [2].

Одним из них является дашборд *Graduation Rates* [3], который позволяет отслеживать показатели выпуска студентов.

Одной из наиболее развитых BI-систем в России является Visiology [4]. Предлагаемый шаблон-дашборда «Показатели выпуска» имеет следующий вид (см. рисунок). Такая визуализация позволяет мгновенно выявить наиболее массовые образовательные направления и соотнести их вклад с качественными показателями, представленными на рисунке.



Дашборд-шаблон на Visiology

Завершающим элементом дашборда является столбчатая диаграмма, демонстрирующая процент направления показателями выпуска.

Заключение. Использование дашбордов в образовательной аналитике делает процессы более прозрачными и управляемыми. Разработанный в Visiology шаблон демонстрирует, как объединить ключевые показатели и сравнения в едином интерфейсе для поддержки принятия решений. Внедрение подобных решений может стать важным шагом в цифровой трансформации российского образования.

Список источников

- [1] Сирбиладзе К.К., Попова Т.С. Дашборды в образовании как инструмент маркетинговых коммуникаций. *Практический маркетинг*, 2024, № 6. <https://doi.org/10.24412/2071-3762-2024-6324-77-80>
- [2] Middle Tennessee State University. *Institutional Effectiveness, Planning, and Research*. URL: https://iepr.mtsu.edu/bi/?utm_source=chatgpt.com (accessed 24.09.2025).
- [3] Middle Tennessee State University (MTSU). *Graduation Rates Dashboard*. URL: <https://app.powerbi.com/view?r=eyJrIjoiaZjlkYjlkYzYtNWY3Mi00ZTdmLWE0YzktOTA3OGE1YzdkMGQ3IiwidCI6Ijc2MmViZjQwLTgwYjltNDBiYS04NmZILTZkZDQwOWFjYjQ5OSIsImMiOiN9> (accessed 24.09.2025).
- [4] Visiology. URL: <https://ru.visiology.su/> (дата обращения 24.09.2025).

УДК 004.9:37.018.43

Геймифицированный марафон как эффективная методология корпоративного обучения ИТ - инженеров на примере BI систем

Юников Семен Романович

yunikovsr@student.bmstu.ru

Фомин Андрей Геннадьевич

andfomin67@mail.ru

МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, Россия

Аннотация. Рассматривается разработка и апробация методики геймифицированного образовательного марафона для массового обучения ИТ-инженеров работе с BI-инструментами при ограниченных ресурсах. Установлено, что сочетание игровых механик, интервальной структуры и коллективного обмена знаниями обеспечивает высокую мотивацию и практическую результативность. Данные выводы верифицированы экспериментальным путем на выборке из 80 специалистов продемонстрировала снижение числа ошибок, рост качества аналитических артефактов и формирование единого когнитивного пространства в организации.

Ключевые слова: геймификация, образовательный марафон, корпоративное обучение, бизнес-аналитика, цифровая трансформация, мотивация, ИТ-инженеры

Введение. Современный этап цифровой трансформации обуславливает необходимость ускоренного формирования компетенций у специалистов в области анализа и интерпретации данных. В условиях растущего объема информации и усложнения инструментальных средств аналитики данных традиционные формы обучения (лекционные курсы, семинары, очные тренинги) демонстрируют ограниченную эффективность вследствие высокой ресурсоемкости и низкого уровня мотивационного вовлечения [1]. Более того, в отечественной практике фиксируются трудности, связанные с когнитивными и психологическими барьерами восприятия инновационных технологий, что снижает темпы их внедрения в корпоративную среду [2]. В этой связи особую актуальность приобретает разработка методик, обеспечивающих масштабное и результативное обучение при минимальных издержках организационного и кадрового характера.

Методы и материалы; результаты. Предлагаемый подход базируется на концепции геймифицированного образовательного марафона, представляющего собой длительный поэтапный цикл освоения практических навыков с использованием игровых механик. Ключевые элементы методики включают интервализацию образовательного процесса, применение систем балльной оценки, рейтинговых механизмов и поощрительных стимулов, а также организацию горизонтального обмена знаниями в профессиональном сообществе. Подобная структура позволяет снизить когнитивную нагрузку, поддерживать высокий уровень мотивации за счет соревновательности и формировать устойчивые профессиональные компетенции. Зарубежные эмпирические ис-

следования демонстрируют, что интеграция геймификации в корпоративные программы способствует росту вовлеченности и эффективности обучения [3], при этом подчеркивается необходимость учета ограничений данного подхода, связанных с эффектом привыкания и снижением внутренней мотивации при избыточном акценте на внешние стимулы [4]. Данные выводы верифицированы экспериментальным путем на выборке из 80 сотрудников в течение четырех месяцев, показала положительную динамику: количество ошибок в аналитических артефактах сократилось более чем на 60 %, использование метаданных увеличилось в восемь раз, число специалистов, освоивших продвинутые методы работы с данными, возросло почти втрое. Дополнительно зафиксировано снижение нагрузки на информационную инфраструктуру и ускорение управленческих процедур; результаты анкетирования показали, что свыше 90 % участников положительно оценили предложенный формат.

Заключение. Таким образом, геймифицированный марафон может быть охарактеризован как эффективная методология корпоративного обучения, обеспечивающая сочетание минимальных ресурсных затрат и высокой результативности образовательного процесса. Практическая значимость методики заключается в возможности ее масштабирования на широкий круг задач цифровой трансформации, что позволяет рассматривать данный подход в качестве перспективного направления в области образовательных технологий для ИТ-инженеров.

Список источников

- [1] Capatina A., Bleoju G., Rancati E., Lesca N. Leveling up in corporate training: Unveiling the power of gamification. *Journal of Innovation & Knowledge*, 2024, vol. 9, no. 1, art. no. 100406. <https://doi.org/10.1016/j.jik.2023.100406>
- [2] Донгаузер Е.А. Опыт использования технологии геймификации в процессе обучения персонала. Научные исследования и разработки. *Современная коммуникативистика*, 2020, т. 9, № 1, с. 45–50.
- [3] Wang Q., Decker A., Koster A., Sailer M. The key elements of gamification in corporate training: A systematic review. *International Journal of Human-Computer Studies*, 2021, vol. 154, art. no. 102672. <https://doi.org/10.1016/j.ijhcs.2021.102672>
- [4] Артамонова В.В. *Геймификация как инструмент управления трудовой мотивацией*. Дис. ... канд. пед. наук. Нижний Новгород, ННГУ им. Лобачевского, 2022, 218 с.

УДК 376.3

Техническое интервью слабослышащего кандидата в ИТ-компаниях

Юрасов Роман Юрьевич

byromul@yandex.ru

ООО «Яндекс.Технологии», Москва, Россия

Аннотация. На основе опыта проведения собеседований в компании ООО «Яндекс.Технологии» были выявлены и частично решены сложности, связанные с коммуникациями во время собеседования слабослышащих кандидатов. В работе даются рекомендации по построению эффективной коммуникации компании и слабослышащего кандидата с использованием современных ассистивных технологий и технологий искусственного интеллекта.

Ключевые слова: инклюзия, слабослышащие люди, цифровая трансформация, трудоустройство, коммуникации

Введение. Сегодня даже в крупных ИТ-компаниях часто нет налаженной схемы эффективных коммуникаций со слабослышащими кандидатами в процессе проведения технических собеседований.

Методы и материалы; результаты. При проведении собеседований со слабослышащими кандидатами возникает ряд сложностей. Несвоевременное или полное отсутствие информирования об особенностях в коммуникациях может оборачиваться негативными последствиями, данные коммуникативные трудности могут восприниматься как «некомпетентность». Постоянное отвлечение кандидата на сурдоперевод речи без предварительного предупреждения воспринимается собеседующим как сомнительное и, вероятно, недопустимое поведение. Игнорирование временных издержек на дополнительные разъяснения или переход в письменный формат коммуникаций в процессе собеседования приводит к неравноправному оцениванию. Фактически затрачиваются от 5 до 10 минут дополнительного времени, в ситуации с 60-минутным собеседованием это 16,6 % общего времени, которыми кандидат не обладает, чтобы полностью раскрыть и продемонстрировать свою квалификацию и потенциал.

У самих кандидатов во время собеседования проявляется страх стигмы — ожидание, что тебя негативно оценят, оттолкнут или будут дискриминировать. При этом существует позитивная динамика развития корпоративных коммуникаций для трудоустройства слабослышащих кандидатов, это связано с опытом, полученным во времена covid-19: многие ИТ-компании получили опыт удаленной работы и серьезно пересмотрели подходы в коммуникациях [1]. Наблюдается тренд перехода к асинхронному каналу коммуникаций (обмен информацией, при котором участники взаимодействуют не в реальном времени, без необходимости одновременного присутствия). Минимизируется необходи-

мость оперативного обмена информацией. По исследованиям компании Buffer, 75 % удаленных работников тратят на встречи до 10 часов в неделю [2].

Большой прогресс в области нейросетей позволяет легко делать транскрибирование, протоколирование и подведение итогов встреч и авто-субтитры в ходе обсуждения. Одно из революционных влияний последних лет — это появление модели Whisper от OpenAI [3].

Принимая во внимание осознание со стороны компаний данной проблематики, их готовность к асинхронным коммуникациям, а также прорыв в области нейросетей, можно утверждать, что сегодня в России возможен кардинально новый уровень взаимопонимания между кандидатами и работодателями благодаря несложным изменениям в процессе организации найма.

Заключение. Изменения последних 5 лет в подходах к построению коммуникаций внутри компании и значительный прогресс в развитии искусственного интеллекта позволяют нивелировать сложности в коммуникациях между слабослышащим кандидатом и работодателем. Сделать это возможно с минимальными финансовыми, временными и организационными издержками. Что на данный момент возможно предпринять, чтобы добиться более эффективных коммуникаций?

Для кандидата это следующие рекомендации:

1. Не бояться стигмы — необходимо открыто заявлять работодателю об особенностях слуха. Уже не редкость, когда компания имеет инклюзивное направление и информирована о специфике, связанной с особенностями здоровья кандидатов [4].

2. При необходимости просить дублировать информацию в текстовом виде.

3. Не стесняться просить повторить или запрашивать дополнительную информацию, примеры.

4. До начала собеседования предупредить об использовании ПО сурдоперевода, чтобы отвлечение на него не воспринималось как «списывание» или странное поведение.

В свою очередь, работодателю необходимо обеспечить условия для эффективных коммуникаций, среди которых могут быть:

1. Договориться до начала собеседования о специфике коммуникаций: нужен ли переход в письменную речь; подходит ли гибридный формат, где кандидат говорит и читает, а собеседующий слушает и печатает; будет ли использован в процессе дополнительный софт, которым кандидат пользуется для общения (сурдоперевод).

2. При возможности включить авто-субтитры.

3. Дублировать всю ключевую информацию в текстовом виде.

4. Предусмотреть дополнительное время на проведение встречи, т. к. письменная коммуникация требует больше времени — минимум 10 % дополнительного времени от общего времени встречи.

5. Если встреча проходит онлайн, обязательно использовать камеру — должно быть видно лицо, чтобы кандидат мог «дочитывать» по губам.

Таким образом, на сегодняшний день существует возможность расширения интеграции людей с особенностями здоровья в профессиональную ИТ-среду за счет улучшения обоюдной подготовленности кандидатов и работодателей к собеседованиям.

Список источников

- [1] *Деловая экосистема активно трансформируется*. URL: <https://www.kommersant.ru/doc/6665119> (дата обращения 15.09.2025).
- [2] *Исследования компании Buffer — 2023 State Of Remote Work*. URL: <https://buffer.com/state-of-remote-work/2023> (дата обращения 18.09.2025).
- [3] *Robust Speech Recognition via Large-Scale Weak Supervision*. URL: <https://cdn.openai.com/papers/whisper.pdf> (accessed 16.09.2025).
- [4] *RAEX права человека: топ-50 российских компаний, проявляющие наибольшее внимание к вопросам прав человека, разнообразия и инклюзивности (2023 год)*. URL: https://raex-rr.com/ESG/ESG_companies/human_rights/2023/ (дата обращения 16.09.2025).

Раздел 4

Социально - гуманитарное образование русских инженеров

УДК 304.44

Инженер XXI века: трансформация образования в условиях технологических вызовов

Багдасарьян Надежда Гегамовна

Субочева Оксана Николаевна^(*)Оплетина Надежда Витальевна³

ngbagda@mail.ru

subochevaon@bmstu.ru

opletinanv@bmstu.ru

МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, Россия

Аннотация. Стремительное проникновение технологических инноваций во все сферы жизни общества предопределяет возрастание роли инженера: он становится ключевой фигурой не только в актуальных разработках сегодняшнего дня, но и в тех, что формируют будущее мира. Это требует пересмотра подходов к подготовке инженерных кадров, ориентированных наряду с техническими компетенциями на стратегическое мышление, междисциплинарность, этику и социальную ответственность. Выработка новых, нестандартных подходов и технологий, отвечающих вызовам современности возможна, если инженер помимо технических знаний обладает творческим мышлением, создает будущее через проектную деятельность, позитивно влияя на окружающую среду, экономику и общество.

Ключевые слова: инженер, технологическое лидерство, креативность, профессиональное образование

Введение. Современные технологические трансформации отличаются беспрецедентной скоростью, масштабностью и мультидисциплинарностью. Глобальные вызовы, такие как развитие ИИ, биоинженерии и устойчивой энергетики, требуют новой модели инженерного образования, ориентированной на подготовку специалистов, способных обеспечивать технологическое лидерство страны в высококонкурентной международной среде [1, с. 8–10].

Инженер обретает новый статус: он уже не просто исполнитель технических задач, а стратегический лидер, ответственный за создание сложных инновационных решений и их интеграцию в общество. В этой связи возникает потребность формирования образовательной среды, развивающей наряду с профессиональными навыками управленческие, этические и творческие компетенции.

Материалы и методы; результаты. В начале XXI века актуализировался поиск, ориентированный на подготовку специалистов, способных отвечать вызовам быстро меняющегося мира. Создаются учебные программы, в которых особое внимание уделяется междисциплинарному обучению будущих инженеров, позволяющему эффективно решать комплексные задачи [2, 3]. Развитие профессиональных качеств позволяет проектировать, рассчитывать и внедрять решения в соответствии с современными стандартами, предполагающими умение анализировать большой объем данных, владеть программами создания визуальных моделей, использовать цифровые инструменты. Рас-

тет осознание влияния инженерии на трансформацию общества, предполагающее комплексное видение, следование этическим принципам и способности к инновациям у будущих специалистов. Вместо раздельного изучения, социально-гуманитарные науки интегрируются в учебные планы через проектную деятельность, междисциплинарные исследования, показывая, как эти знания применяются в реальных инженерных задачах. Современная модель инженерного образования развивается в трех ключевых направлениях: а) междисциплинарное обучение (интеграция технических, естественно-научных и гуманитарных дисциплин, формирующая системное мышление и способность решать сложные задачи на стыке наук); б) социокультурные аспекты инженерии (включение в учебный процесс этики, философии и социологии техники, основ устойчивого развития, что позволяет будущим инженерам оценивать социальные последствия своих решений); в) развитие креативности и проектной деятельности с акцентом на инновационное мышление и работу с реальными кейсами помогает создавать технологии, ориентированные на глобальные вызовы [4, 5].

Заключение. В XXI веке инженерное образование переходит от узкоспециализированной подготовки к формированию стратегически мыслящих специалистов, способных к инновациям, междисциплинарному взаимодействию и социально ответственному технологическому лидерству. Развитие креативности, интеграция гуманитарных знаний и ориентация на глобальные тренды становятся ключевыми направлениями модернизации.

Список источников

- [1] Багдасарьян Н.Г., Субочева О.Н., Оплетина Н.В. Инженерное образование в призме технологического лидерства. *XI Энгельмейеровские чтения. Общество — человек — культура: тренды цифровизации. Всерос. науч. конф. с междунар. уч.: сб. ст.* Москва, Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2025, с. 8–11.
- [2] Демина О.А., Веселова С.А. Инженерное образование на основе междисциплинарного подхода — ключ к профессиональному успеху. *Международный журнал гуманитарных и естественных наук*, 2023, т. 9–1 (84), с. 75–79.
- [3] Иващенко А.В., Терехин М.А., Нестеров А.Ю. Концептуализация междисциплинарной инженерной деятельности. *Интеллект. Инновации. Инвестиции*, 2025, № 1, с. 117–128.
- [4] Зорина О.С. Об особенностях подготовки современных инженеров. *Педагогический журнал*, 2023, т. 13, № 1А, с. 352–358.
- [5] Оплетина Н.В. Инженерное образование в контексте новой технологической парадигмы общественного развития. *Научоведческие исследования*, 2022, № 2, с. 55–70.

УДК 719

Архитектурно - планировочные принципы включения историко - культурного ландшафта в городскую среду Алматы в цифровую эпоху

Бурангалиева Асель^(*)

burangalieva.asel@mail.ru

Козбагарова Нина Жосевна

n.kozbagarova@kazgasa.kz

Международная образовательная корпорация (МОК), Алматы, Казахстан

Аннотация. В статье рассматриваются факторы, влияющие на формирование комфортной среды жизнедеятельности населения города: природного, культурного, инфраструктурного характера, одним из которых является фактор историко-культурной составляющей; понятия историко-культурный, исторический ландшафт. В работе принята парадигма исторического городского ландшафта. Представлены принципы сохранения историко-культурных объектов в структуре города, урбанизированной среде пригородов.

Ключевые слова: комфорт городской среды, историко-культурное наследие, урбанизированная среда, территориально-функциональная структура, культурная идентичность

Введение. Разработка подходов сохранения историко-культурного ландшафта в городской среде имеют свою историю. Не достаточно исследованной эта проблема является для города Алматы: архитектурно-ландшафтные особенности территории Боралдайских курганов. Исследования данного вопроса проводятся не одно десятилетие. Тем не менее принципы сохранения данного объекта в структуре города окончательно не были разработаны.

В работе принята парадигма исторического городского ландшафта и показано, что исторический аспект каждого фактора усиливает его эмоциональный. На современном этапе цифровизации ИИ помогает исследователю в вариантном моделировании.

Методы и материалы; результаты. При определении ракурса исследования был выбран историко-культурный подход. На начальном этапе исследования использовались общенаучные методы: сбор исходной информации (фото, графических материалов) наблюдение, метод сравнительного анализа.

Сегодня предпринимаются множество действий для сохранения целостности объектов культуры [1, 2]. Исследование темы сохранения мирового культурного наследия привело к выявлению наиболее значимой в данном исследовательском поле парадигмы исторического городского ландшафта. Внимание акцентировалось на концепции исторических районов, городов «как сообществ людей, где изменения являются неотъемлемой частью жизни: парадигма исторического городского ландшафта» [3, 4]. Всемирную известность получили такие исторические объекты, как Талгар, Кегень и Иссык.

В границах города Алматы несколько десятилетий назад исследователи предположили формирование этнопарка Боралдай. В настоящем исследовании разработаны принципы, соблюдение которых будет способствовать формированию комфортной среды этнографического парка на основе мемориально-ландшафтного комплекса Боралдай.

Заключение. Материалы археологических исследований показывают, что взаимосвязи древнего населения сохраняются на протяжении всех исторических эпох, позволяя создать локальную самодостаточную экономическую модель по обеспечению населения всеми необходимыми продуктами жизнеобеспечения. Внутри разработанной теоретической модели местность в районе слияния рек Кашкарата и Боралдай становится определенным административно-сакральным центром. Идея создания «археологического парка» порождена тем, что в современных условиях развития цивилизации сознание человека подготовлено для моментального восприятия образа, оно нуждается в расширении информации об объекте, а главное в разнообразии и ритме, максимальной информативности и скорости, что становится возможным в век информационного бума, цифровизации. Настоящий период экспозиционного искусства характеризуется построением целостного гармоничного ансамбля на основе экспоната-подлинника и всех компонентов среды. Экспозиция формируется как предметно-пространственная и эмоционально-образная среда в единстве сюжетно-концептуального и визуального ряда. Современные типы музеев под открытым небом не могут быть только заповедниками, они должны быть активными средствами коммуникации. Таким образом, конструируемые объекты должны соединять историческое наследие с технологической интеграцией для того, чтобы существовала неразрывная образная среда, которая оснащена современными технологиями [5].

Список источников

- [1] Енютина Е. Д., Дашкевич Е. В., Темникова Е. А. Ландшафтный урбанизм в контексте исторической среды. *Градостроительство и архитектура*, 2024, № 3, с. 124–130. <https://doi.org/10.17673/Vestnik.2024.03.15>
- [2] Смолицкая Т. А., Король Т. О., Голубева Е. И. *Городской культурный ландшафт: Традиции и современные тенденции развития*. Москва, Либроком, 2014/2017, 272 с.
- [3] Bandarin F. *The Historic Urban Landscape. Managing Heritage in an Urban Century*. John Wiley & Sons Limited, 2018.
- [4] Silva K., Ed. *The Routledge Handbook on Historic Urban Landscapes in the Asia-Pacific*. London, Routledge, 2020, 384 p.
- [5] Нуркенов Т. Архитектура Алматы и Астаны: сравнительный анализ градостроительных подходов. *Актуальные исследования*, 2012, № 17 (44). <https://doi.org/10.5281/zenodo.14633451>

УДК 93/94

Русская Православная Церковь и идеологические изменения в период Великой Отечественной войны

Гайда Федор Александрович

fyodorgayda@gmail.com

SPIN-код: 3224-5022

МГУ имени М.В. Ломоносова, Москва, Россия

Аннотация. Тезисы посвящены определению роли Русской Православной Церкви в идеологических изменениях в СССР в период Великой Отечественной войны. Накануне войны РПЦ как организованная структура была практически уничтожена, хотя большинство населения продолжало оставаться религиозным. В начале войны РПЦ сразу заняла четкую патриотическую позицию, формулируемые церковной иерархией идеи были взяты на вооружение государственной идеологией. Активная позиция Церкви стала крайне важной причиной изменения государственной политики.

Ключевые слова: Русская Православная Церковь, Великая Отечественная война, митрополит Сергей (Страгородский), титул патриарха, государственный гимн СССР

Введение. Тезисы посвящены определению роли РПЦ в идеологических изменениях в СССР в период Великой Отечественной войны. В условиях современных мировых тенденций тема имеет не только научное, но и общественное значение.

Методы и материалы; результаты. Анализ письменных источников (официальных материалов, периодической печати) позволяет сделать выводы о значимой роли РПЦ в трансформации советской идеологии периода войны.

В ходе «безбожной пятилетки» 1933–1938 гг. организационная структура Русской Православной Церкви была практически уничтожена. Тем не менее, это не означало победы над «религиозным сознанием» населения: согласно переписи 1937 г. 56,7 % лиц от 16 лет и старше признали себя верующими. С началом войны руководство III Рейха взяло курс на восстановление религиозной жизни на оккупированных территориях, но намеревалось держать ее под жестким контролем и направлять в выгодном себе русле. Однако попытки отколоть от РПЦ украинские и белорусские епархии и создать автокефальные церкви в 1941–1942 гг. окончились неудачей.

22 июня 1941 г. московский митрополит Сергей (Страгородский) обратился с патриотическим посланием к пастве. К разосланному по приходам тексту прилагалась особая молитва — сокращенный вариант читавшейся во время Отечественной войны 1812 г. [1, с. 380]. В официальных государственных обращениях война была названа Отечественной на следующий день, 23 июня [2, с. 1, 4]. Сталинские речи 3 июля и 7 ноября 1941 г. частично использовали риторику митрополичьего послания 22 июня.

Вскоре после начала войны началось оживление церковной жизни и в советском тылу. В сентябре 1941 г. началось возрождение прежних епархий. Всего на не подвергшихся оккупации территориях в годы войны было создано 27 новых кафедр (к 1 апреля 1946 г. в СССР действовало 10547 храмов и 75 монастырей). В пасхальном послании 23 апреля 1943 г. митрополитом Сергием уже упоминалась «наша доблестная русская армия» (ранее использовалась исключительно формулировка «Красная армия») [3, с. 47]. 4 сентября состоялась известная встреча Сталина с руководством РПЦ. 8 сентября собор епископов избрал нового патриарха. Патриарший титул «Патриарх Московский и всея Руси» стал новшеством (ранее: «всея России»). Поскольку Россия была лишь одной из 16 союзных республик, появилось новое каноническое понятие «Русь», которое включало в себя всю территорию СССР (кроме Грузии, где существовала своя поместная церковь). Впервые в период войны понятие «великая и благословенная Русь» (в отношении СССР) появилось еще в обращении иерархов к верующим от 24 ноября 1941 г. [3, с. 413]. В октябре Сталин принял решение о тексте нового государственного гимна: в проекте С.В. Михалкова и Г.А. Эль-Регистана присутствовало то же слово, что и в только что утвержденном титуле патриарха — «Русь» [4, с. 44].

Заключение. Советское руководство, безусловно, использовало РПЦ в своей идеологической борьбе. Однако также можно констатировать и обратное влияние. Активная позиция Церкви сама по себе стала крайне важной причиной изменения государственной политики: власть вынуждена была считаться с религиозным фактором, причем его значение в период контрнаступления только возрастало.

Список источников

- [1] *Пермский край в Великой Отечественной войне: сб. док.* Пермь, Уральский рабочий, 2018, 512 с.
- [2] Газета «Правда» № 172 от 23 июня 1941 г.
- [3] *Русская Православная Церковь и Великая Отечественная война: сб. церковных документов.* Москва, Московская патриархия, 1943.
- [4] Михалков С.В., Михалков М.В. *Два брата — две судьбы.* Москва, ЗАО Центрполиграф, 2005, 447 с.

УДК 94

Мобилизация и добровольная служба как феномен среди привилегированных сословий в дореволюционной России

Галимова Лилия Надиповна¹

galimovaln@bmstu.ru

SPIN-код: 1901-2040

Суздалева Татьяна Романовна¹

syzdalev@list.ru

SPIN-код: 3472-1254

Гавриленко Ольга Леонидовна²

olgavrilenko@yandex.ru

SPIN-код: 7263-7244

¹ МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, Россия² ФГБОУ ВО УИ ГА, Ульяновск, Россия

Аннотация. В случае масштабного разрастания угрозы для России ополчение укомплектовывалось гражданами, не призываемыми на военную службу, а поступающими на нее в добровольном порядке из различных слоев населения, ремесленников, мещан, духовенства и представителей привилегированных сословий. Для нас важно рассмотреть социально-экономическую и политическую обстановку в России в дореволюционный период, повлиявшую на отношение привилегированных сословий (дворянство, купечество) к мобилизации и добровольной службе.

Ключевые слова: армия, мобилизация, добровольная служба, самопризванные, сословие, история России

Введение. Рассматривая историю формирования системы военной организации на различных этапах развития общества, во все времена вооруженным столкновениям предшествовала мобилизация военной силы, независимо от общественного и государственного устройства, включала комплекс мероприятий по приведению в активное состояние, сосредоточение и напряжение имеющихся ресурсов, сил и средств, для достижения военных целей. На офицерские должности назначались лица дворянского сословия, ранее служившие в армии по добровольному принципу. Их вооружение и снабжение осуществлялось комитетами уездных дворянских собраний на средства добровольных пожертвований [1–3].

Методы и материалы; результаты. Среди материалов местного самоуправления встречаются прошения от купцов, которые собирались идти в армию добровольно. История знает примеры самомобилизации, связанной скорее с патриотизмом, чем с желанием сменить род занятий. Но причина добровольного поступления, например купцов в армию и их последующая карьера, может быть улучшение условий солдатской службы, по возвращению получив чистую и отслужив срок, с честью показаться своим родным и землякам. В то же время в воспоминаниях офицеров имеются и случаи уклонения от службы, например купцов-промышленников, что вызывало возмущение местного предпринимательского круга. Д.А. Милютин видел

достойное будущее армии в обеспечении необходимого для производства в офицеры образования для всех сословий и в улучшении материального и нравственного быта. Открывались специальные военно-начальные школы, где готовили к поступлению на правах вольноопределяющихся. Военное образование с 1876 г. стало бессословным. Новобранцы со средним и высшим образованием могли отбывать воинскую повинность в качестве вольноопределяющихся, и срок службы сокращался в два раза в случае сдачи экзаменов. Отношение к вольноопределяющимся со стороны офицеров было иным. Поражали аспекты военной жизни, что отражалось в их воспоминаниях, в выполнении воинского приветствия и в других проявлениях [4].

Заключение. Временная военная служба предлагала альтернативу в социальной перспективе, позволяющую изменить свою сословную принадлежность. Одни поступали на военную службу, другие продолжали бессрочную. Таким образом, временная, но добровольная военная служба горожан позволяет расширить представления о привилегированных сословиях второй половины XIX в. Данные в истории России нашли отражение в их самосознании, биографиях, стратификации и, прежде всего, в их отношении к государству и защите Отечества.

Список источников

- [1] Влазнев Р.В. Особенности формирования военного сословия в российской империи в XIX в. *Вестник ТГУ*, 2007, № 3 (47), с. 197–200.
- [2] Арсланов Р.Ф., Шептура В.Н. Проведение мобилизации и мобилизационная работа в русской армии. Вторая половина XIX века. *Военно-исторический журнал*, 2007, № 1, с. 3–10.
- [3] Бескровный Л.Г. *Русская армия и флот в XIX веке. Военно-экономический потенциал России*. Москва, Наука, 1973, 616 с.
- [4] Милютин Д.А. *Дневник генерал-фельдмаршала графа Д.А. Милютина 1873–1875. Т. 1*. Москва, РОССПЭН, 2008, 435 с.

УДК 93/94

Цена Победы: демографические потери СССР в годы Великой Отечественной войны в контексте разных подходов

Захаров Виталий Юрьевич¹vz1974@yandex.ru
SPIN-код: 5902-0265Иванова Анна Николаевна²rusivanova@mail.ru
SPIN-код: 9838-0953Егоров Антон Алексеевич¹

aa.egorov@bmstu.ru

¹ МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, Россия² МАИ (НИУ), Москва, Россия

Аннотация. Статья посвящена анализу основных подходов к определению военных и общих демографических потерь СССР в период Великой Отечественной войны. Авторы отмечают достижения российской исторической науки в решении данной проблемы, но в то же время акцентируют внимание на дискуссионных аспектах определения людских потерь Советского Союза в годы Великой Отечественной войны.

Ключевые слова: Великая Отечественная война, демографические потери СССР, военные потери, цена Победы

Введение. Вопрос о размере военных и общих демографических потерях СССР в годы Великой Отечественной войны имеет важнейшее значение для сохранения исторической памяти и борьбы с искажениями и прямыми фальсификациями истории Второй мировой войны. При этом следует отметить, что уровень людских потерь Советского Союза в годы войны постоянно менялся. При И.В. Сталине называлась цифра в 7 млн погибших, при Н.С. Хрущеве и Л.И. Брежнев 20 млн, в 1980–1990-е годы 26–27 млн. Естественно возникает вопрос, сколько же людей на самом деле потеряла наша страна. Попробуем разобраться.

Методы и материалы; результаты. В процессе исследования широко применялись статистические и математические методы, а также метод сравнительно-исторического и историко-типологического анализа. Исследование проведено, прежде всего, на основе фундаментальной работы «Гриф секретности снят. Потери Вооруженных сил СССР в войнах, боевых действиях и военных конфликтах. Статистическое исследование» под редакцией Г.Ф. Кривошеева, впервые изданной в 1993 г., последнее переиздание вышло в 2020 г. [1, 2], а также работ В.Н. Земскова, Б.В. Соколова, А.А. Шабаева и С.Н. Михалева [3–5].

Существует два основных подхода для определения потерь в годы войны, условно их можно определить как: «Подход подсчета сверху» — в первом случае берутся данные переписей населения 1937 (162 млн) и 1939 гг.

(167 млн), ежегодный прирост в цифрах (5,2 млн) и процентах (1,58 %), численность населения присоединенных территорий в 1939–40 гг. (19,8 млн), итого в 1941 г. 194 млн; далее берутся данные переписи 1959 г., вычисляется средний ежегодный прирост в 1941–45 — 1,63%, ожидаемую численность к 1945 г. — 208–209 млн, реальную численность — 170,5 млн Дефицит (демогр. ущерб) — 38–39 млн. Из них нереализованный естественный прирост («неродившиеся дети») — 14–15 млн, прямые военные потери — 23–24 млн; «Подход подсчета снизу» — подсчитываются отдельно военные потери (по фронтам, армиям, дивизиям, полкам) и потери гражданского населения (с этим сложнее всего, т. к. данные за 1941 г. и 1942 г. по объективным причинам крайне отрывочные). Не менее сложно обстоит дело с подсчетом военных потерь. В целом можно выделить два основных варианта. 1) Вариант историка Б.В. Соколова [4, с. 10–11]. С учетом потерь гражданского населения — 30–31 млн (недостаток — нет достаточных документальных подтверждений о количестве погибших военнопленных). Гл. источник — данные перебежчика полковника К.Д. Калинова (опубликованы в 1957 г. Г. Арнтцем в сборнике «Итоги Второй мировой войны» в ФРГ), использовал какой-то секретный документ Генштаба, до сих пор в архивах не обнаруженный; у нас долгое время отрицались, сейчас, по сути, признаны верными. С учетом потерь гражданского населения — **13,6 млн** [4, с. 6–7].

К этой цифре Б.В. Соколов добавил 1,1 млн погибших военнопленных, но без достаточных доказательств, как уже отмечалось выше. 2) Вариант Шаббаева А.А. и Михалева С.Н. [5, с. 44–45]. Берется общая численность вооруженных сил на начало войны — 4,7 млн, призвано за годы войны — 29,5 млн. Всего — 34,2 млн. Из них в народное хозяйство и войска НКВД направлено 5 млн, убыло по ранениям и др. причинам 4,6 млн. К окончанию войны в армии было вместе с ранеными в госпиталях насчитывалось почти 12 млн. Дефицит — 12,5 млн (убитые и пропавшие без вести), к ним добавляются еще 1,2 млн пропавших без вести в 1941–1942 гг. Общий итог: около 11 млн. Но по конкретным видам потерь получается 11,9 млн. Общее количество потерь (военных и гражданских) оценивается в 26–28 млн человек.

Заключение. Основная причина разброса в цифрах — огромные пробелы в учете потерь в 1941–1942 гг. В «котлах» и при отступлениях очень много документов было уничтожено [3, с. 103–112]. Другие причины: до сих пор неизвестно точное количество попавших в плен и погибших в плену (используются данные немецких архивов, но по понятным причинам они неполные); разная методика подсчетов потерь; засекреченность данных о потерях на протяжении почти всего существования СССР; нельзя исключать преднамеренное искажение данных и у нас, и в Германии вплоть до уничтожения соответствующих документов; включать ли погибших в плену в число убитых или отдельно; упущено время по выяснению через опросы родственников и сопоставления их показаний с официальной статистикой конкретного количества не пришедших с войны; политическая и идеологическая ангажированность и влияние конъюнктуры, что сказывается на превышении или занижении ре-

альных потерь; включать ли в число потерь «неродившихся детей», т. е. нереализованный естественный прирост из-за войны.

Список источников:

- [1] *Великая Отечественная без грифа секретности: Книга потерь*. Москва, Вече, 2020, 383 с.
- [2] Кривошеев Г.Ф., ред. *Гриф секретности снят. Потери Вооруженных сил СССР в войнах, боевых действиях и военных конфликтах. Статистическое исследование*. Москва, Воениздат, 1993, 415 с.
- [3] Земсков В.Н. К вопросу об общей численности советских военнопленных и масштабах их смертности (1941–1945 гг.). *Известия Самарского научного центра РАН*, 2013, т. 15, № 5, с. 103–112.
- [4] Соколов Б.В. *Цена Победы. Великая Отечественная: неизвестное об известном*. Москва, Московский рабочий, 1991, 192 с.
- [5] Шабаетов А.А., Михалев С.Н. *Трагедия противостояния. Потери вооруженных сил СССР и Германии в Великой Отечественной войне 1941–1945 гг.* Москва, Отечественная военная история, 2002, 257 с.

УДК 378

Формирование исследовательской культуры инженеров в условиях цифровой трансформации: социально - философский анализ

Кривобокова Елена Вячеславовна^(*)

krivobokova@stankin.ru

SPIN - код: 8492 - 8714

ФГАОУ ВО МГТУ «СТАНКИН», Москва, Россия

Аннотация. В статье рассматривается проблема формирования исследовательской культуры инженеров в условиях цифровой трансформации. Особое внимание уделяется сохранению субъектности на фоне роста применения больших языковых моделей (LLM), которые порождают риск имитации исследовательской деятельности и подмены критического мышления. Показано, что университет 5.0, ориентированный на человекоцентричность и гармонизацию взаимодействия человека и технологий, способен стать пространством, где цифровые инструменты используются для расширения возможностей исследователя. Важным условием этого процесса является сохранение и передача традиций исследовательской культуры: развитая креативная социальная система — научно-педагогические школы выступают в роли хранителей ценностей и методов, а студенческие научные сообщества (кружки, СНО, СКБ и т. д.) становятся трансляторами этих традиций для нового поколения инженеров.

Ключевые слова: университет 5.0, исследовательская культура, цифровая трансформация, научное наставничество, инженерное образование, креативная социальная система

Введение. Современная цифровая трансформация ставит под вопрос сохранение субъектности в научно-образовательном пространстве. Расширяющееся использование алгоритмов искусственного интеллекта, особенно LLM-моделей, облегчается доступ к информации, но создает риск утраты исследовательской идентичности и самостоятельного мышления [1]. В этих условиях особую роль приобретает исследовательская культура как основание профессиональной и личностной зрелости будущего инженера.

Методы и материалы. В исследовании применялись междисциплинарные подходы социальной философии, педагогики и исследований науки и техники, использовались методы наблюдения, контент-анализа и сравнительно-исторического анализа, а теоретической основой стал концепции университетов 4.0 и 5.0, человекоцентричности, а также авторские категории креативно-образовательного пространства и креативная социальная система [2, 3].

Результаты. Цифровизация открывает новые возможности, но несет угрозу подмены критического мышления готовыми алгоритмами. Поток данных и соблазн «быстрой информации» снижают способность к рефлексии и глубокому анализу. Поэтому формирование исследовательской культуры

требует укрепления субъектности через развитие критического мышления, этики научного поиска и навыков самостоятельного выбора в условиях информационного изобилия. Научно-педагогические школы и коллективы выступают хранителями исследовательских ценностей, транслируя их через наставничество и преемственность [4]. В то же время студенческие объединения становятся трансляторами этих традиций в современной академической среде. Задача университета 5.0 заключается в том, чтобы научить инженеров различать роль ИИ как инструмента расширения исследовательских возможностей и опасность LLM-моделей как механизма способного подменить субъектность [5].

Заключение. Формирование исследовательской культуры инженеров в эпоху цифровизации требует системного подхода, сочетающего цифровые инновации с сохранением традиций научных школ. В рамках креативной социальной системы именно преемственность, наставничество и формирование сообществ (кружки, СНО, СКБ и т. д.) становятся опорой для сохранения подлинной субъектности и творческой самореализации инженера в условиях стремительных технологических изменений.

Список источников

- [1] Труфанова Е.О. Может ли искусственный интеллект обладать свойствами субъектности: философские аспекты проблемы. *Экономические и социально-гуманитарные исследования*, 2025, т. 12, № 1, с. 111–117.
- [2] Кривобокова Е.В. Креативное социальное пространство современного университета: социально-философский анализ. *Машиностроение: традиции и инновации. XVI Всерос. конф. с междунар. уч.: материалы*. Москва, Московский государственный технологический университет «СТАНКИН», 2023, с. 144–153.
- [3] Кривобокова Е.В. Вовлечение студентов инженерных специальностей в научно-исследовательскую деятельность (социально-философский взгляд). *Alma Mater (Вестник высшей школы)*, 2024, № 10, с. 53–57. <https://doi.org/10.20339/AM.10-24.053>.
- [4] Павельева Т.Ю. Научные школы и мобильные коллективы: вариативные пути организации науки. *Гуманитарные и социальные науки*, 2013, № 6, с. 50–58.
- [5] Eskinat A., Teker S. University 5.0 is a Fact or Dream? *Education, social sciences, humanities & business management. Proc. 47th International conference*. Lisbon, 2023, с. 21–26.

УДК 128

Обладает ли искусственный интеллект разумом?

Розин Вадим Маркович^(*)

rozinvm@gmail.com

Институт философии РАН, Москва, Россия

Аннотация. Проблема разумности ИИ актуализировалась с созданием и распространением нейросетей. Нейросетевые модели не только адекватно понимают задаваемые им вопросы и задачи, но и вполне осмысленно на них отвечают, демонстрируя знание предмета, непротиворечивость и логичность мысли. Разбирая эту проблему, автор опирается на интуитивное понимание разума как правильного мышления и концептуализации.

Ключевые слова: разум, мышление, нейросети, концепции, культура, субъект, семиозис, Интернет

Введение. Проблема разумности искусственного интеллекта встала относительно недавно, после создания и распространения нейросетей (ChatGPT, Stable Diffusion, ruDALL-E, ruCLIP, «Атом» и др.). Один из самых острых вопросов научно-философского дискурса — может ли нейронная сеть рано или поздно осознать свой сетевой разум, концептуализировать его и стать самостоятельной, что, возможно, будет представлять собой угрозу для человека?

Материалы и методы; результаты. Проблематика разумности нейросетей требует обращения к истории и логике процесса становления разума как субъекта — от античности и средневековья до наших дней. Аристотель и за ним средневековые мыслители приписывали разум не человеку, а богам (Богу) [1]. Николай Кузанский, выражая ренессансное понимание отношения человека с Богом, приписывал разум уже человеку. Кант создает своего рода распределенную концепцию разума, это и особая природа, и органон знания, совпадающий с европейской философией и наукой, и разум самого Канта, а также философов и ученых, и даже разум Творца [2, 3]. Апулей вводит образ (конструкцию) человека в теле осла, что позволило задать представление о «Я», как внутреннем источнике власти и самостоятельного поведения. Св. Августин истолковывает Я как концепцию целостного видения мира и единого поведения, противопоставленную манихейской концепции, в которой человек понимался в картине борьбы Бога с Тьмой. Только в философии нового времени разум был истолкован как субъект, понимаемый как Я (личность), которой приписывалось правильное мышление.

Физикалистская трактовка сводит сознание и разум к мозгу: с точки зрения современной науки мозг представляет собой сложнейшую нейронную сеть, производящую и обрабатывающую огромное количество логически связанных электрохимических импульсов, а внутренний мир человека, в том

числе его разум — продукт этой работы. В научном сообществе эта точка зрения главенствует. Так же считают сторонники искусственного интеллекта: разум компьютероподобен, алгоритмичен.

Идет столкновение двух парадигм — биологической и философской. Его демонстрирует и современный спор биолога Евгения Кунина с философом Михаилом Эпштейном. «Интеллект, сознание, идентичность и самость — все это эмерджентные свойства нейронных сетей, ничего больше» — пишет Кунин. «Мой интерес, — не соглашается Эпштейн, — заключается во введении в эту цифровую или семиотическую игру трансфизических и трансбиологических систем, таких как культура, интеллект, сознание и творчество. Эти области обладают собственными уровнями сложности и автономии, которые не сводимы к параметрам физических или биологических систем» [4].

Заключение. Искусственный разум опосредованно включает в себя обычный разум человека. В этом отношении ИИ не может поработить человека. Негативные последствия и вред — производная от действий и разума самого человека. Нарастание негативных последствий свидетельствует не о злокозненности ИИ, а о кризисе нашей социальности и культуры. И обычный разум, и сетевой — сложные распределенные образования, в жизни которых участвуют сообщества, специалисты, семиотические системы, сложная техника и технологии» [5]. Две основные характеристики сетевого разума (правильные способы мышления и концепции) могут долго существовать без привязки их к субъекту, который еще нужно создать. Но, вероятно, такой субъект будет создан и возникнет проблема выстраивания новых взаимоотношений человека с искусственным интеллектом.

Список источников

- [1] Аристотель. *Метафизика*. Аристотель. Москва, Изд-во Эксмо, 2006, 608 с.
- [2] Кант И. *Критика чистого разума*. Москва, Академический проект, 2020, 567 с.
- [3] Розин В.М. «Критика чистого разума» И. Канта: источники исторического влияния и особенности дискурса. *Идеи и идеалы*, 2024, т. 16, № 1, ч. 1, с. 11–28.
- [4] Эпштейн М., Кунин Е. *Диалог между философом и биологом*. URL: <https://7i.7iskusstv.com/y2025/pomer6/mepshtejn/> (дата обращения 20.09.2025).
- [5] Розин В.М. Может ли искусственный интеллект подчинить человека? *Философские науки*, 2024, т. 67, no. 3, pp. 7–26.

УДК 128

Бессмертие человека в сценариях технооптимизма: философско - антропологический аспект

Семенова Юлия Александровна^{1,2(*)}

yu.a.gorbunova@mtuci.ru

SPIN-код: 9544-2695

¹ МТУСИ, Москва, Россия² МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, Россия

Аннотация. В контексте анализа таких экзистенциалов человеческого бытия, как жизнь, смерть и бессмертие, рассмотрены ключевые идеи трансгуманизма, постгуманизма, сеттлеретики и иммортогуманизма как оптимистичных учений о возможности преодоления человеком собственной конечности в условиях НБИКС-конвергенции. Показано, что философско-антропологические учения, создающие новый образ человека и противопоставляющие сценарий Трансформации человечества сценарию Антропологической Катастрофы, становятся ядром отечественной футурологии.

Ключевые слова: технооптимизм, природа человека, бессмертие, трансчеловек, постчеловек, сеттлеретика, иммортогуманизм

Введение. Экзистенциальное измерение НБИКС-революции отражает перспективы преобразования человеческой природы через преодоление несовершенства, выход за пределы биологии, которая определяет пространственные и временные пределы бытия человека. Технооптимизм предполагает, что возможны принципиально иные, отличные от органических, формы жизни, иные формы сознания (разума), приветствует слияние искусственного и естественного интеллектов и утверждает, что победа человечества над собственной смертностью приведет к всеобщему благу.

Материалы и методы; результаты. Технооптимизм в России представлен целым спектром учений, основанных на философско-антропологическом образе человека будущего, достигшего бессмертия. *Транс- и постгуманизм, неочеловечество и постлюди.* Отечественный философ Д.И. Дубровский полагает, что в условиях НБИКС-революции станет возможным кибернетическое бессмертие, то есть перенос сознания и личности в небиологическую систему, которая не подвержена разрушению, что позволит человечеству избежать деградации и перейти на качественно новый уровень развития [1, с. 239]. Если трансчеловек улучшает себе через модификации биологического мозга, нейроинтерфейсы и бионические мозговые имплантаты, то постчеловека отличает обретение бессмертия через загрузку сознания, его бытие уже полностью искусственное, внетелесное [2]. *Сеттлеретика* (от англ. «settler» — «переселенец») и *дублирующий мозг*. Основоположник сеттлеретики Я.И. Корчмарюк рассматривает бессмертие как «переселение» личности путем «съема» ин-

формации с естественного мозга человека и ее переноса в естественный мозг биоклона или искусственный мозг киборга с сохранением самоощущения неразрывности существования личности, всего богатства ее мыслительных и творческих способностей. Сеттлеретика предлагает сценарий единения отдельных творческих бессмертных сознаний человечества в сетевом «Планетарном Сверхсознании» [3]. *Иммортогуманизм и реальное личное (физическое) бессмертие*. В работах И.В. Вишева представлен новый образ человека — «гомо имморталис» — это человек бессмертный, биоэтически и социально детерминированный на неограниченно долгую и достойную жизнь [4]. Иммортогуманизм, признавая самоценность жизни, противопоставляет себя «смертнической», «утешительной» философии, утверждающей естественность смерти и оправдывающей конечность человеческого бытия [5].

Заключение. Итак, транс- и постгуманизм, сеттлеретика и иммортогуманизм представляют собой вариации технооптимистичного подхода, представленного в отечественной футурологии, ядром которой выступает философско-антропологическое учение об экзистенциальной безопасности, будущем человечества и возможностях обретения бессмертия в условиях НБИКС-революции. Положение обозначенных учений двойственно: маргинальность в академическом сообществе и общественном сознании с одной стороны, и научная нарративность, самопозиционирование как натурализма и рационализма, — с другой.

Список источников

- [1] Дубровский Д.И., ред. Природа человека, антропологический кризис и кибернетическое бессмертие. *Глобальное будущее 2045. Конвергентные технологии (НБИКС) и трансгуманистическая эволюция*. Москва, ООО «Издательство МБА», 2013, с. 237–252.
- [2] Российское трансгуманистическое движение. URL: <http://transhumanism-russia.ru/content/view/459/110/> (дата обращения 20.09.2025).
- [3] Корчмарюк Я. И. Сеттлеретика — новая междисциплинарная наука о «переселении личности»? URL: <https://settleretics.ru/ru/raboty-avtora/stati-avtora/28-settleretika-a-new-interdisciplinary-science-of-the-relocation-of-personality> (дата обращения 20.09.2025).
- [4] Иммортология. URL: <https://immortology.susu.ru/?page=vishev> (дата обращения 20.09.2025).
- [5] Вишев И.В. Актуальные проблемы гуманистической антропологии: иммортогуманизм и трансгуманизм. *Здравый смысл*, 2012, № 2 (63). URL: <https://razumru.ru/humanism/journal2/63/vishev.htm?ysclid=meh21y64hv416511557> (дата обращения 20.09.2025).

УДК 355:930.001.5

Изучение Великой Отечественной войны: ведущие тенденции новейшей историографии

Смирнова Марина Ивановна

SmirnovaMI@mpei.ru

SPIN-код: 9000-8990

Демидионова Лилия Николаевна

DemidionovaLN@mpei.ru

НИУ «МЭИ», Москва, Россия

Аннотация. Рассмотрены ведущие историографические тенденции в изучении и освещении Великой Отечественной войны, которые сформировались в историографии последних двух десятилетий, и определены потенциально возможные перспективы.

Ключевые слова: Великая Отечественная война, советская и постсоветская историография, новые аспекты современной историографии

Введение. В исследовании Великой Отечественной войны выделяется два этапа: советский этап, который охватывает 1945–1985 гг., и постсоветский этап, который начался в «перестроечное» время и продолжается до сегодняшнего дня. Тема Великой Отечественной войны сохраняет свое ведущее значение и насчитывает несколько миллионов коллективных и авторских трудов.

Методы и материалы; результаты. Проанализирован значительный корпус исторических исследований, связанных с современными подходами к изучению истории Великой Отечественной войны. Учтены историографические публикации последнего времени. На основе сравнительно-исторического и ретроспективного метода сделана попытка выявления новых исследовательских подходов, которые утвердились в последние два десятилетия. В советские годы сформировалась обширная историография. Несмотря на сложные идеологические и политические условия, на основе разнообразных источников были подготовлены важные издания, главным достоинством которых является утверждение решающей роли СССР и Красной Армии в разгроме нацистской Германии и ее союзников [1].

Начиная с середины 1980-х годов, в изменившихся общественно-политических обстоятельствах, сформировались разнообразные методологические подходы, расширилась источниковая база, увеличились контакты с зарубежными исследовательскими центрами. Публикации, касающиеся событий 1941–1945 гг., можно условно разделить на две группы. Одни исторические произведения создавались в русле модернизированной советской концепции, постепенно освобождавшейся от партийно-идеологического дискурса, другие были настроены на негативную оценочную характеристику практически всех сюжетов советской истории, в том числе и Великой Отече-

ственной войны, что стало отражением «либерализации исторического мышления» [2]. Вместе с тем, формирование нового архивного и информационного пространства дало возможность для создания обобщающих трудов с использованием ранее недоступных источников и новых концептуальных подходов [3]. В современных сложных геополитических реалиях особое место занимает разоблачение откровенных фальсификаций и извращений событий и фактов Великой Отечественной войны, когда решения, нацеленные на разрушение исторической памяти о войне и нашей Победе, унижение национального достоинства России, принимаются на межгосударственном уровне западных стран: резолюция Европейского парламента «О важности европейской исторической памяти для будущего Европы» (2019 г.).

В современном историографическом пространстве изучение Великой Отечественной войны определяется переосмыслением традиционных трактовок, развитием междисциплинарных исследований, особенно в области социальной истории и психологии, ростом внимания к человеческому фактору и изучению повседневности в военных условиях.

Заключение. Введение новых Федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования в преподавании и изучении истории в непрофильных вузах (2023 г.) имеет исключительное значение, «поскольку формирует у студенческой молодежи историческое сознание, патриотизм, гражданскую ответственность, способствует достижению социальной стабильности в российском обществе» [5]. Это способствует расширению формата изучения Великой Отечественной войны и должно стимулировать исследовательскую активность.

Список источников

- [1] *История Великой Отечественной войны Советского Союза 1941–1945 гг.* В 6 т. Москва, Воениздат, 1960–1965.
- [2] Смирнова М.И., Чернобаев А.А. Современная российская историческая наука: состояние и тенденции развития. *Вестник МЭИ*, 2014, № 1, с. 113–115.
- [3] *Великая Отечественная война 1941–1945 годов.* В 12 т. Москва, Воениздат; Кучково поле, 2011–2015.
- [4] Смирнова М.И. Новые рубежи непрофессионального исторического образования в высшей школе: пути достижения. *Сибирь и Россия: история и культура. X Междунар. Сибирский исторический форум.* Москва, Пепо, 2023, 1345 с. URL: <https://sibhistory.sfu-kras.ru/wp-content/uploads/2023/12/Electronic-version-CIF-2023.pdf> (дата обращения 10.09.2025)

УДК 94(470):355.58

Видеоигры: история войн — война в истории

Суздалева Татьяна Романовна

syzdalev@list.ru
SPIN-код: 3472-1254

Галимова Лилия Надиповна

galimovaln@bmstu.ru
SPIN-код: 1901-2040

Лобач Даниил Викторович

lobach_d_v@bmstu.ru
SPIN-код: 5216-1117Соколова Наталья Вячеславовна⁴nsokolova@bmstu.ru
SPIN-код: 6986-2997

МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, Россия

Аннотация. Исследование посвящено анализу видеоигр как инструмента информационного противоборства. На примере материала серии Зов Долга (Call of Duty 2003–2021) выявлены механизмы конструирования коллективной памяти. Установлено, что игровая индустрия ретранслирует нарративы, минимизирующие роль СССР во Второй мировой войне и акцентирующие «жестокость» советских солдат. Показано, что данный медиум превосходит кинематограф по эффективности воздействия на молодежную аудиторию. Делается вывод о необходимости системного противодействия искажению исторических фактов в цифровых медиа.

Ключевые слова: видеоигры, пропаганда, мягкая сила, информационное противостояние, когнитивное искажение

Введение. С развитием информационных технологий видеоигры стали одним из средств информационного противостояния [1, 2]. Это связано как с широтой охвата, особенно молодого поколения, так и с легкодоступностью данного вида искусства. Кроме того, игры представляют собой интерактивный способ взаимодействия, что приводит к высокой степени вовлечения в процесс и легкости усвоения как элементов, так и контекста игрового контента. Исследование данной тематики и особенно касающейся ВОВ остается малоизученной. Значимость видеоигр по эмоциональному влиянию, идеологическому воздействию может превосходить другое средство «мягкой силы» — кинематограф в силу степени вовлеченности и погруженности целевой аудитории. Это «объединенное произведение искусства» является эффективным инструментом для формирования исторического сознания, ценностных ориентиров и эстетических предпочтений у молодого поколения.

Методы и материалы, результаты: основные методы, использованные в работе: кейс-стади и сочетание элементов структурного и сравнительного анализа применительно к функциональной концепции социальной памяти. В качестве материалов использовались непосредственно источники в виде мультимедийной продукции — видеоигр, периодической печати. Результатом является выводы о конструируемых западными видеоиграми нарративах, ос-

нованных на манипулировании исторической памятью, одностороннем подборе фактов, направленных на когнитивное искажение роли СССР в победе над фашизмом.

Особое место заняли видеоигры тематики Второй мировой войны с выстраиванием западных смысловых координат. Видеоигры данного содержания, выпускаемые западными компаниями, и прежде всего США подчинены в основном одной цели — дискредитации России в мировой политике, ее роли во Второй мировой войне и одновременно гиперболизации освободительной миссии американской армии от нацистов.

В игре Зов долга (Call of Duty 2003г.) Сталинградская битва представлена на фоне муссирования негативных стереотипов, уже известных по кинопродукции массовой культуры. Аналогичное «наклеивание ярлыков» получило воплощение в создании образов советских военнослужащих (оружие политруки в рупор, одному солдату только винтовка, другому — несколько патронов, необходимость убийства политрука для успеха в игровой миссии и т. д.). В миссии «Битва за Берлин» акценты иные: аномийное поведение среди солдат и офицеров почти отсутствует. Более того выбран позитивный ракурс советских персонажей к западным союзникам. В другой части этой серии (2008 г.) поведение советских военнослужащих демонстрируется через эпизоды жесточайшего от ношения к противнику, — сожжение живьем сдающихся в плен солдат вермахта. Американские же персонажи демонстрируют гуманность к пленным, которая противопоставляется жестокому отношению японских солдат к американским военнопленным. В следующей серии данной франшизы Зов долга: Авангард (Call of Duty: Vanguard 2021 г.) советские персонажи показаны в позитивном контексте, контрастируя со сценами насилия фашистских войск по отношению к гражданскому населению. Однако протагонисты демонстрируют постоянные споры, ссоры и полное отсутствие дисциплины, что не соответствует реальности и приводит к очернению подвига всех солдат союзников, сражавшихся против нацистской Германии. Также в видеоиграх использование техники в бою не соответствует исторической военной практике. За два десятилетия этой серии видеоигр произошла смена ценностной мотивации персонажей и основной акцент сфокусирован на противодействии геноциду осуществляемому оккупантами.

Заключение. Выверенные экспертным сообществом видеоигры могут стать подспорьем для объективного изучения исторических событий и мощным инструментом для продвижения реалистичного исторического пространства. Целесообразно добавлять обязательный дисклеймер об искажении исторических фактов и объективной картины мира в тех западных продуктах, которые выходят на рынок РФ. Необходимость жестко противодействовать идеологическим атакам, особенно на молодежь требует создания структуры в сфере видеоигр по координации всех причастных специалистов (историков, политологов, игроков) для создания контента, соответствующего отечественным культурным смыслам и вызовам времени.

Список источников

- [1] Федоров К.В., Суздалева Т.Р. Западная историография Великой Отечественной войны в контексте информационной войны против современной России. *Человеческий капитал*, 2022, т. 1, № 12 (168), с. 13–21.
- [2] Суздалева Т.Р., Лобач Д.В., Рязанцев А.А. Информационное измерение в начальный период холодной войны. *Русский инженер. II Всерос. конгресса с междунар. уч.: сб. тез.* Москва, Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2024, с. 380–381.

УДК 94(4).05

Московская Школа математических и навигацких наук: современная историография о становлении отечественного инженерного образования

Тузова Ольга Владимировна¹ovtuzova@mail.ru
SPIN-код: 6400-8056ЩербакOVA Ольга Михайловна²sherbakova@bmstu.ru
SPIN-код: 3471-4406Отрокова Ольга Юрьевна^{2(*)}otroкова@bmstu.ru
SPIN-код: 9063-6581¹ СамГТУ, Самара, Россия² МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, Россия

Аннотация. Рассмотрена проблема становления инженерного образования в России через создание Школы математических и навигацких наук. Северная война выдвинула на первый план текущие потребности государственной службы, выступила катализатором в области профессионального образования, необычайно обострила потребность в военных специалистах. Авторы анализируют две тенденции, существующие в современной научной литературе, связанные с пониманием образовательной реформы, трактовками перехода от церковного к светскому типу образования, анализом участия в этом процессе российских администраторов, иностранных и русских преподавателей.

Ключевые слова: образование, Петр Великий, Северная война, Школа математических и навигацких наук, современная историография

Введение. Реформы периода правления Петра I затронули все стороны российской жизни, в том числе, образование. Развитие промышленности требовало знаний естественных и точных наук, прикладных ремесленных навыков. Учреждались профессиональные школы [1]. Цель данной статьи показать, как при создании Школы математических и навигацких наук шло становление военного инженерного образования, какое осмысление это получило в современной научной исторической литературе.

Материалы и методы; результаты. Данное исследование базируется на сравнительно-историческом, проблемно-хронологическом методах исследования, на принципах объективности, всеобщей связи, развития, целостности, системности, детерминизма. В ходе историографического исследования авторы выяснили, что в науке сложилось два направления в подходе к изучению тематики [2]. Сторонники первого (А.И. Андреев, М.П. Войтеховская, Ю.В. Куперт, Ю.А. Каменская, А.Ю. Согомонов) являются приверженцами точки зрения о тотальном заимствовании западных образцов.

Оппоненты этих взглядов (В.Н. Бенда, А.О. Крылов, А.К. Магницкий, В.Н. Федюкин, Н.Г. Юркин) полагают, что в первой половине XVIII столетия шел процесс избирательного заимствования европейских достижений. Ре-

формы начали выкристаллизовываться еще в «московском периоде». Русская культура стала почвой, на которой выросло образование страны в Новое время. Опираясь на исторические источники, И.И. Федюкин убедительно показал, что инициатором появления Школы стал А.А. Курбатов (1663–1721), дьяк Оружейной палаты московского Кремля [3]. Идейным вдохновителем — Л.Ф. Магницкий, создатель знаменитой «Арифметики» [4]. Вокруг проекта сложился круг позднемосковских латинствующих книжников, которые хотели объединить свои наработки с реформаторскими усилиями царя.

Заключение. Итоги историографического анализа показывают, что введение в научный оборот новых источников позволяет по-иному трактовать образовательные реформы Петра I. Авторы разделяют точку зрения, что они явились продолжением русских традиций XVII столетия.

Список источников

- [1] Гришин А.В., Гришин В.А. Образовательная политика первой четверти XVIII века. *Вестник БГУ им. И.Г. Петровского. Педагогика и психология*. 2010, вып. 1, с. 7–12.
- [2] Войтеховская М.П., Куперт Ю.В. Зарождение государственной системы образования в Российской империи. *Вестник Томского государственного педагогического университета*, 2012, № 2 (117), с. 39–45.
- [3] Федюкин И.И. *Прожекторы политика школьных реформ в России в первой половине XVIII века*. Москва, Новое литературное обозрение, 2020, 418 с.
- [4] Черная Л.А. «Арифметика» Леонтия Магницкого. *Отечественная и зарубежная педагогика*, 2017, т. 1, № 3 (39), с. 154–166.

Содержание

Раздел 1. Исследования и разработки русских инженеров	5
<i>Caichao Wan.</i> Обеспечение энергией экологичных зданий будущего: многофункциональная прозрачная древесина, защищающая от ультрафиолетового излучения	7
<i>Горбачева Г.А., Niemz P., Deglise X., Teischinger A., Sandberg D., Санаев В.Г.</i> К 100-летию выдающегося отечественного ученого-древесиноведа, академика IAWS, профессора Бориса Наумовича Уголева: жизнь в работе	9
<i>Rojas R.M.P., Rondón G.D., Rosabal Q.A., Guzmán T.A.</i> Описание анатомии и некоторых свойств эндемичных видов сосны Кубы	12
<i>Younis F.A.A.A., Báder M., Németh R.</i> Плотность древесины и механические свойства древесины <i>Robinia pseudoacacia</i> L. из трех регионов Венгрии	14
<i>Zoltán P.</i> Теплоизоляционный материал без связующего вещества из древесной коры	16
<i>Байдаров Д.Ю.</i> Участие государственной корпорации «Росатом» в формировании коллективного технологического суверенитета	18
<i>Баканач Е.А., Угрюмов С.А.</i> Анализ работы многооперационных лесных машин ...	21
<i>Бардаров Н.С., Владимирова Е.Г.</i> Окклюзия сосудов древесных покрытосеменных растений: обзор	23
<i>Басов Л.Р., Новиков А.О., Ворожеева О.А.</i> Программирование модуля Logo Siemens для автоматизации стендовых испытаний ракетного двигателя малой тяги	25
<i>Белозерова Т.Ю.</i> Усовершенствование методов прогнозирования лесных пожаров в целях повышения эффективности искусственного увлажнения территорий	27
<i>Бондаренко А.В., Ксенофонтов Б.С., Капитонова С.Н., Панова Е.И.</i> Удаление мазутного загрязнения из песка: оценка эффективности различных методов	30
<i>Борисов С.Д., Гудым А.В., Соколов А.П.</i> Многозвенная калибровка кинематики роботов-манипуляторов с использованием фотограмметрии	32
<i>Бредихин В.В., Кузнецова А.Д., Онуфриев В.В.</i> К вопросу о прочности эмиттерной оболочки под воздействием давления нагревательного элемента	35
<i>Веснин В.Р., Родионова С.Д.</i> Термический анализ и структурные изменения железосодержащего шлама при нагреве в различных атмосферах	37
<i>Веснин В.Р., Вершаловский Н.А.</i> Исследование влияния термической обработки на оптические свойства пленок оксида тантала на германиевых подложках	39
<i>Волков М.В.</i> Проектирование и расчет пневматических приводов антипомпажных клапанов	41
<i>Глебова Е.В., Фомина Е.Е.</i> Опыт Губкинского университета в подготовке специалистов в области техносферной безопасности	43
<i>Гринченко С.Н.</i> О совместимости самоуправляющихся систем Биогосферы и Человечества: история и современность	45

<i>Гусев А.В., Маркачев А.Е.</i> Особенности пыли как объекта экологического контроля: отличия от газовых загрязнений и аспекты метрологического обеспечения	47
<i>Дворянцева Е.А., Вертаков Н.М.</i> К выбору рабочих тел для газовых ракетных двигателей малой тяги	49
<i>Девисилов В.А., Симакова Е.Н.</i> Актуальность подготовки кадров в области безопасности в высшей школе	52
<i>Девисилов В.А.</i> Роль учебно-методических объединений в системе высшего образования	54
<i>Девисилов В.А., Дьяченко В.В., Шеманин В.Г.</i> Рамановский лидар для измерения парниковых газов	56
<i>Девисилов В.А., Фролов Н.П.</i> Применение гидродинамического вибрационного фильтрования для очистки сильно загрязненных сточных вод	58
<i>Дьяченко В.В., Девисилов В.А., Куля Д.Н.</i> Лазерный мониторинг загрязнения окружающей среды аэрозолями	61
<i>Егоров К.С., Степанова Л.В.</i> Однопоточный нестационарный метод исследования теплообмена для пластинчатых и пластинчато-ребристых поверхностей теплообмена	63
<i>Жачкин С.Ю., Трифонов Г.И., Котов А.П.</i> Экспериментальное исследование прочности сцепления композитного покрытия со стальной подложкой	66
<i>Звягинцев В.Б.</i> Ксилотека БГТУ — объект национального достояния Республики Беларусь: история формирования, структура и значимость коллекции	69
<i>Зеленов М.С., Андрианов Д.С., Усс А.Ю.</i> Разработка макета газореактивной системы космического аппарата-инспектора	71
<i>Зыкина А.А., Федосеева Т.А.</i> Оценка воздействия техносферы на экологию Каспийского региона	73
<i>Каганов Ю.Т.</i> Сложность и полисемиотика когнитивных систем	75
<i>Калистратова А.А., Козодаев А.С., Могилина А.С.</i> Моделирование фильтрационного освещения	77
<i>Карпенко А.П.</i> Особенности новых биоинспирированных алгоритмов глобальной оптимизации	79
<i>Карпенко А.П.</i> Многообъектное многокритериальное многоличностное автоматизированное проектирование (3М CAD)	81
<i>Каськов С.И.</i> Исследование кипения воды на микроструктурированных поверхностях	84
<i>Класен Н.В., Винокуров С.А., Горбачева Г.А., Санаев В.Г.</i> Электромеханические факторы в проявлениях и применениях концепции Б.Н. Уголева о древесине как «умном» материале	86
<i>Коваль Е.Г., Ласкин А.А., Бурмистров А.В.</i> Влияние частоты вращения роторов НВВ и работы перепускных клапанов на температуру откачиваемого газа в выходном сечении насоса	88
<i>Козлов Д.Ю.</i> Бионический анализ геометрии фундаментальных форм живой природы	91

<i>Кондратович Д.А., Веснин В.Р., Данилов В.М.</i> Синхронный термический анализ термопластичных полимеров	93
<i>Копытов Д.О.</i> Основные пути повышения устойчивости функционирования образовательных организаций в условиях чрезвычайных ситуаций и военного времени	95
<i>Ксенофонтов Б.С., Козодаев А.С., Таранов Р.А., Виноградов М.С.</i> Новые инженерные решения по очистке сточных вод, разработанные на кафедре «Экология и промышленная безопасность» МГТУ им. Н.Э. Баумана	97
<i>Кукишинов Н.В., Евстигнеева В.Е.</i> Определение статистически достоверного отрывного диаметра пузыря методом теневой анемометрии	99
<i>Купо А.Н., Лукашевич С.А.</i> Использование алмаза для изготовления компонентов электронной техники	102
<i>Лагута В.С., Гришин Н.С.</i> Проектирование вариантных технологических процессов в САПР «СПРУТ-ТП»	104
<i>Лешкевич Т.Г.</i> «Усовершенствование» человека: можно ли превзойти ограничения биологического?	106
<i>Лю Шисян, Инь Фэй, Баринов А.А., Хвесюк В.И.</i> Теплофизические свойства наноструктур: актуальные проблемы и современные методы моделирования на основе машинного обучения	108
<i>Махмуд Рами, Гаврюшин С.С.</i> Двухкритериальная нечеткая система предиктивного обслуживания холодильных установок: анализ параметров работы в реальном времени, безопасности и экономической эффективности	112
<i>Маширов А.В., Белова О.В., Колесов К.А., Коледов В.В.</i> Экспериментальные холодильные циклы криогенного магнитного рефрижератора на основе сплава GdNi ₂	114
<i>Меликянц Д.Г., Александров Е.В., Хина А.Г., Булкатов Д.П.</i> Разработка полимерных композиционных материалов для производства составных частей рефлектора антенны радиолокатора	116
<i>Мельников Н.О., Акинин Н.И.</i> Особенности подготовки магистров на кафедре техносферной безопасности в РХТУ им. Д.И. Менделеева	119
<i>Мигалев А.С., Готовцев П.М.</i> Модель управления ритмической активностью виртуального робота-рыбы	121
<i>Моисеев В.И.</i> Модели субъектных онтологий как теоретическая основа хомобионики	123
<i>Молчанов Т.И., Кукишинов Н.В.</i> Сравнение аналитических моделей определения вязкости для гидрофторэфилов	125
<i>Морозов А.А., Жаргалова А.Д.</i> Совершенствование производственной системы для создания полусфер шар-баллонов из титановых листов	127
<i>Онуфриев В.В., Ягодников Д.А.</i> Расчет параметров электризации сопла ракетного двигателя твердого топлива	129
<i>Патрикеев Д.Н., Таранцева К.Р.</i> Анализ возможности применения самоорганизующихся карт Кохонена для оценки негативного воздействия на окружающую среду	131

<i>Пушенко С.Л.</i> Обновление дисциплины «Безопасность жизнедеятельности»	133
<i>Рахимов И.Р., Куликова А.П.</i> Использование силы сжатого воздуха при обработке почвы	136
<i>Родимкин Н.И., Александров А.Р., Шупенев А.Е.</i> Оптимизация качества и производительности фемтосекундной микрообработки изменением фокусного расстояния	138
<i>Симакова Е.Н., Гапонюк Н.А., Кирикова О.В., Щербакова И.С.</i> Подготовка специалистов по устойчивому развитию в рамках направления «Техносферная безопасность»	141
<i>Синев И.О., Пургина Е.Е.</i> Оценка деградации свойств и остаточного ресурса трубопроводов тепловых сетей методами неразрушающего контроля	143
<i>Скобцов Ю.А.</i> Квантовые роевые алгоритмы	145
<i>Софьин М.К., Меньшиков Н.М., Буличев О.В.</i> Оптимизационный фреймворк для размещения сенсоров на БПЛА	147
<i>Стасова В.В., Осолков В.А.</i> Лучевая и тяжевая паренхима при формировании годичного прироста в стволах хвойных	149
<i>Титунин А.А., Чумак К.А.</i> Влияние влажности березового шпона на формирование адгезионного взаимодействия в системе жидкий клей — древесина	151
<i>Трофименко Ю.В., Григорьева Т.Ю.</i> Вопросы формирования научно-образовательной среды для подготовки инженерных кадров по техносферной безопасности в транспортном вузе	153
<i>Файков Д.Ю., Байдаров Д.Ю.</i> Технологическое что? Особенности российского стратегического выбора	155
<i>Федосеева Т.А.</i> Анализ процесса возникновения и развития опасных техногенных событий для прогнозирования экологического ущерба	158
<i>Ханбеков И.Ф.</i> Применение ультразвуковой десорбции при откачке аналитических электровакуумных приборов	160
<i>Черкасов М.А., Нижегородов А.М.</i> Численный метод определения коэффициента сопротивления трубопроводной арматуры	162
<i>Чернов К.В.</i> Мировоззренческие положения и нейрональность знаний в методологии техносферной безопасности	164
<i>Чикваркин И.Б., Рахилин К.В.</i> Способы позиционирования и навигации автономных роботизированных мобильных комплексов при работе в виноградниках и иных сложных сельскохозяйственных средах	166
<i>Шарапов Е.С., Демаков Ю.П., Королев А.С.</i> Оценка изменчивости плотности древесины сосны обыкновенной неразрушающими методами	169
<i>Шитова Е.Д., Овчинникова Т.И., Мещанова В.Д., Вурдова Н.Г., Тертычная С.В.</i> Анализ эффективности водоочистных сооружений на Череповецком металлургическом комбинате	171
<i>Шульженко А.А., Модестов М.Б.</i> Особенности моделирования обратных реакций в тепловой системе при контактном нагреве человека	174

Раздел 2. Искусственный интеллект и информационные технологии	177
<i>Ажгирей В.С., Самрега А.А., Малахов М.В., Глинская Е.В.</i> Классификация средств фаззинга по методу генерации данных	179
<i>Анцифров Н.С., Мышенков К.С.</i> Классификация моделей жизненного цикла программного обеспечения	182
<i>Аирафи Арифа, Мохначев В.С., Филиппович Ю.Н., Махмуд А.А., Мехрез М.</i> Разработка политики информационной безопасности для образовательной игры	184
<i>Бабуркина С.С., Швецова А.А.</i> Алгоритмы обфускации и перспективы их применения	186
<i>Балабанов А.О., Павлов Н.М., Тихоглаз Ю.С., Медведев С.В.</i> Применение архитектуры Пандемониум в мультиагентных системах для оптимизации параллельной обработки неструктурированных данных	189
<i>Балтаева М., Вишняков И.Э., Белова Н.С.</i> Сравнительный анализ методов построения векторных представлений для подграфов больших графов	191
<i>Венедюхин А.А., Проклашкина С.А., Якубов П.Д.</i> Внедрение постквантовой криптографии в инфраструктуру сети Интернет	193
<i>Вихрестюк М.А., Кулагин А.С.</i> Оценка стабильности передачи видеoinформации при различных нагрузках на сеть	195
<i>Власова В.В., Ляпунова Е.В.</i> Объяснимый искусственный интеллект как инструмент взаимодействия врача, пациента и технического специалиста	198
<i>Военный Н.А., Домрачева А.Б.</i> Построение цифровой карты миграционных путей горбатых китов	200
<i>Ворона А.А., Шаброва А.С., Цирлов В.Л.</i> Уязвимости информационной безопасности в российских системах искусственного интеллекта: анализ через призму модели угроз кибербезопасности искусственного интеллекта	202
<i>Ворона А.А., Данилов А.С., Лапшин А.А.</i> Адаптивная аутентификация и управление доступом: от статических политик к контекстно-зависимым системам с непрерывной верификацией	204
<i>Гапонов В.Р.</i> Метапознание и прогнозирование последствий в когнитивных архитектурах	206
<i>Горбунов А.Д., Филатов В.И.</i> Модель оценки битовой ошибки в радиоканале передачи данных для решения задач мониторинга пожаров с использованием модуля LoRa в условиях лесного массива	208
<i>Горбунова Е.И., Сергеева А.С., Прокопов Б.А., Новицкий В.О.</i> Чат-бот для онлайн-сервиса подготовки школьников к поступлению в технический вуз	210
<i>Гостищев С.С.</i> Оценка возможности имитации работы накопителей SMR	212
<i>Добкач Л.Я.</i> Формирование методики расширенного обнаружения и реагирования на компьютерные атаки	214
<i>Жиров Д.В., Лебедев А.И., Костилов К.О., Исмаилов А.Н.</i> Автоматизированное извлечение и классификация терминов в динамическом графе знаний	216
<i>Захаров П.В.</i> Генерация изображений с рукописью для задач распознавания текста	218

<i>Кувшинова А.Е., Зайцев А.М., Иванов И.П., Пенкин А.Д., Кочетков Д.И.</i> Информационная система мониторинга состояния распределенной ad-нос-сети передачи данных	220
<i>Иванова Н.А., Анциферов С.А.</i> Опыт использования виртуальных стендов в образовательном процессе	222
<i>Королев С.В., Мышенков К.С.</i> Исследование архитектур межбанковских платежных систем	224
<i>Косилов И.О., Щирый А.О.</i> Многоагентная система сбора, хранения и обработки данных радиофизических измерений: оркестрация сети	226
<i>Крашенинникова Л.В.</i> Метод оценки академических письменных работ на основе графов для противодействия ИИ-плагиату и снижения трудозатрат преподавателей	228
<i>Кузовчиков М.Е., Вишняков И.Э., Белова Н.</i> Методы классификации сервисов в сети биткоин на основе статистических признаков и векторных представлений	230
<i>Кузьменков В.Ю., Пшенин И.В.</i> Выбор гипотезы при одновременном сопровождении воздушного объекта линейным и квадратичным фильтрами ..	232
<i>Леонов В.Д., Филиппович Ю.Н.</i> Интеллектуальная система анализа многомерных данных пользователей САПР: от когнитивного моделирования к адаптивной автоматизации проектирования	234
<i>Литвинова Е.Е.</i> Технологический эгоизм: почему российские разработчики молчат, когда рынок кричит?	236
<i>Лосев Н.С., Глинская Е.В.</i> Роль генеративного ИИ в кибербезопасности	238
<i>Лятифов Р.Э., Косыгин Е.В., Савельева И.Д.</i> Функциональная модель эмоций в обучении с подкреплением	240
<i>Нащекин Н.Д., Толтыгин А.С., Посевин Д.П.</i> Система визуальной оперативной оценки качества работы нейросетевой модели для микроконтроллера ESP32S3	242
<i>Омельченко П.Д.</i> GNS3 как универсальная платформа для моделирования гибридных сред	244
<i>Панилов П.А., Цибизова Т.Ю., Комардин М.А.</i> Когнитивное моделирование и теория систем: новые подходы к описанию адаптивности и самоорганизации	246
<i>Панилов П.А., Цибизова Т.Ю.</i> Эмергентные тенденции в когнитивном моделировании: интеграция гибридных архитектур, адаптивных стратегий и мультиагентных систем	249
<i>Панюкова С.В.</i> Когнитивное моделирование в адаптивных образовательных системах: от имитации познавательных процессов к интеллектуальной поддержке обучения	252
<i>Приходько Е.А., Верецагин В.Ю.</i> Интеллектуальные методы моделирования и оптимизации параметров рентгеновских томографических систем	254
<i>Речинский В.А.</i> Возможности по применению LLM в разрабатываемых методах для анализа и структуризации текстов на естественном языке	256
<i>Севастей Е.А.</i> Использование методов глубокого обучения для предсказания кибератак на основе анализа сетевого трафика	258

<i>Семенюта А.Н.</i> Оценка соответствия кандидатов корпоративной культуре компании: перевод качественных показателей в количественные с помощью метода факторного анализа	260
<i>Сингин А.Н., Щирый А.О.</i> Архитектуры нейронных сетей и функции потерь для синтеза ионограмм радиозондирования ионосферы	262
<i>Смирнов Д.В., Дьячков Е.С., Пардаева А.А.</i> Информационная система визуализации графа знаний на основе терминов хранящихся во внешних ресурсах	264
<i>Стрекалова Н.Б., Подулыбина О.И.</i> Опыт использования технологий виртуальной реальности в профессиональной подготовке прикладных специалистов сферы информационных технологий	266
<i>Суртин В.П.</i> Влияние метаданных на скорость чтения и записи LSM-дерева в Apache Paimon	268
<i>Терехов В.И., Колосов М.И.</i> Использование генеративных сетей для создания синтетических обучающих выборок в задачах классификации изображений ..	270
<i>Троицкий И.И., Басараб М.А., Глинская Е.В.</i> Статистические оценки показателей точности, полноты и F-меры в методах машинного обучения для задач бинарной классификации	272
<i>Филиппович А.Ю., Балабанов А.О., Данышина М.В.</i> Методика исследования восприятия шрифтографических образов	274
<i>Чеканский А.В.</i> Типы инструментов бизнес-аналитики для управления проектами	276
<i>Чечнев В.Б.</i> Управление когнитивной нагрузкой в производственных информационных системах: нейроэргономический подход и метрики	278
<i>Юрьев А.С., Дацук Н.А.</i> Динамический анализ модельных сервисов	280
Раздел 3. Развитие инженерного образования	283
<i>Балдин П.В.</i> Роль искусственного интеллекта и цифровых технологий в формировании компетенций инженеров будущего	285
<i>Баркова Э.В., Фалько Е.А.</i> Глобальные угрозы в системе Природа — Человек — Техника: экорациональный взгляд	287
<i>Варинова О.А., Голованова Е.В.</i> Принципы и практика адаптации учебных программ для студентов с инвалидностью по слуху в технических университетах	289
<i>Вдовиченко М.М.</i> Современные методики онлайн-образования для подготовки инженеров: сравнение международного опыта и пути интеграции умных технологий	291
<i>Власов В.В., Ляпунова Е.В.</i> Межвузовское инженерное студенческое сообщество как инструмент развития инженерного образования	293
<i>Власова В.В., Ляпунова Е.В.</i> Интеллектуальная собственность и искусственный интеллект как основа развития инженерного образования	295
<i>Власюк Е.Н.</i> Интеграция технологий аддитивного производства в образовательное пространство в контексте реализации федеральных государственных образовательных стандартов	297
<i>Гаранина О.Д.</i> Нравственные риски в решении экологических проблем в условиях коммерциализации природоохранной деятельности	299

Губанов Н.Н. Основные условия решения экологической проблемы: системный анализ	301
Дужеева Е.А., Иванов И.П., Посевин Д.П., Дыбка Д.В. Прототип информационной системы обеспечения управления жестовым мобильным интерфейсом	303
Иноземцев В.А., Баграмянц Н.Л. Формирование экологического мировоззрения студентов в контексте современной образовательной среды	305
Класен Н.В. Об экологии и экономике инноваций в переработке древесных отходов	307
Ляпунова Е.В., Белозерова Ю.М. Межвузовский образовательный кластер как инструмент развития инженерного образования	309
Майкова В.П., Молчан Э.М. Типы искусственного интеллекта в концепции «Невозможной вероятности»	311
Маркова С.Э., Круглова Д.Г. Формирование инклюзивной среды: тандем вуз — студент	313
Мирошникова И.П., Фефелова Р.К. Особенности проектирования индивидуальной образовательной траектории студентов с нарушением слуха с учетом когнитивных дефицитов	315
Мысик С.В., Дементьева О.Ю., Мозговой М.В. Развитие навыков проектно- исследовательской деятельности студентов с ограниченными возможностями здоровья в техническом университете	317
Некрасов С.И. Проблемы экологии образования	319
Новикова Т.А. Использование суперпозиции двух функций распределения при оценке надежности оборудования машиностроительной отрасли	321
Панилов П.А., Цибилова Т.Ю., Яровая Н.А. Идентификация космических объектов и обеспечение безопасности в космическом пространстве с помощью искусственного интеллекта	323
Пашеева Т.Ю. О подготовке инженерных кадров для высокотехнологичных отраслей промышленности Республики Карелия	326
Попутников И.В., Фефелова Р.К. Организация айтирекинг-исследования чтения студентов с нарушением слуха в условиях инклюзивного образования высшей инженерной школы	328
Попутников И.В., Фефелова Р.К. Особенности адаптации учебных текстов для студентов с нарушениями слуха выявленные по результатам айтрекинг-исследования	330
Фецак Н.И., Павлинич С.П., Евдокимов А.И. Подготовка инженерных кадров в интересах Объединенной двигателестроительной корпорации на базе филиала АО «ОДК» «НИИД»	332
Чжен А.О., Ляпунова Е.В. Разработка шаблона дашбордов на Visiology для поддержки образовательной аналитики и предпринимательского мышления в вузах	334
Юников С.Р., Фомин А.Г. Геймифицированный марафон как эффективная методология корпоративного обучения ИТ-инженеров на примере ВІ систем	336
Юрасов Р.Ю. Техническое интервью слабослышащего кандидата в ИТ-компаниях	338

Раздел 4. Социально-гуманитарное образование русских инженеров	341
<i>Багдасарьян Н.Г., Субочева О.Н., Оплетина Н.В.</i> Инженер XXI века: трансформация образования в условиях технологических вызовов	343
<i>Бурангалиева А., Козбагарова Н.Ж.</i> Архитектурно-планировочные принципы включения историко-культурного ландшафта в городскую среду Алматы в цифровую эпоху	345
<i>Гайда Ф.А.</i> Русская Православная Церковь и идеологические изменения в период Великой Отечественной войны	347
<i>Галимова Л.Н., Суздалева Т.Р., Гавриленко О.Л.</i> Мобилизация и добровольная служба как феномен среди привилегированных сословий в дореволюционной России	349
<i>Захаров В.Ю., Иванова А.Н., Егоров А.А.</i> Цена Победы: демографические потери СССР в годы Великой Отечественной войны в контексте разных подходов	351
<i>Кривобокова Е.В.</i> Формирование исследовательской культуры инженеров в условиях цифровой трансформации: социально-философский анализ	354
<i>Розин В.М.</i> Обладает ли искусственный интеллект разумом?	356
<i>Семенова Ю.А.</i> Бессмертие человека в сценариях технооптимизма: философско-антропологический аспект	358
<i>Смирнова М.И., Демидионова Л.Н.</i> Изучение Великой Отечественной войны: ведущие тенденции новейшей историографии	360
<i>Суздалева Т.Р., Галимова Л.Н., Лобач Д.В., Соколова Н.В.</i> Видеоигры: история войн — война в истории	362
<i>Тузова О.В., Щербакова О.М., Отрокова О.Ю.</i> Московская Школа математических и навигацких наук: современная историография о становлении отечественного инженерного образования	365

Научное издание

РУССКИЙ ИНЖЕНЕР

III Международный конгресс
(Москва, 29–31 октября 2025 года)

Сборник тезисов

Художник *Э.Ш. Мурадова*
Компьютерная верстка *С.А. Серебряковой*

Оригинал-макет подготовлен
в Издательстве МГТУ им. Н.Э. Баумана.

В оформлении использованы шрифты
Студии Артемия Лебедева.

Подписано в печать 17.10.2025. Формат 70×100/16.
Усл. печ. л. 30,55. Тираж 520 экз.

Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана.
105005, г. Москва, улица 2-я Бауманская, д. 5, стр. 1.
press@bmstu.ru
<https://press.bmstu.ru>

Отпечатано в типографии МГТУ им. Н.Э. Баумана.
105005, г. Москва, улица 2-я Бауманская, д. 5, стр. 1.