

ISSN 2072-0297

МОЛОДОЙ УЧЁНЫЙ

МЕЖДУНАРОДНЫЙ НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ



17 2024
ЧАСТЬ I

16+

Молодой ученый

Международный научный журнал

№ 17 (516) / 2024

Издается с декабря 2008 г.

Выходит еженедельно

Главный редактор: Ахметов Ильдар Геннадьевич, кандидат технических наук

Редакционная коллегия:

Жураев Хусниддин Олтинбоевич, доктор педагогических наук (Узбекистан)
Иванова Юлия Валентиновна, доктор философских наук
Каленский Александр Васильевич, доктор физико-математических наук
Кошербаева Айгерим Нуралиевна, доктор педагогических наук, профессор (Казахстан)
Куташов Вячеслав Анатольевич, доктор медицинских наук
Лактионов Константин Станиславович, доктор биологических наук
Сараева Надежда Михайловна, доктор психологических наук
Абдрасилов Турганбай Курманбаевич, доктор философии (PhD) по философским наукам (Казахстан)
Авдеюк Оксана Алексеевна, кандидат технических наук
Айдаров Оразхан Турсункожаевич, кандидат географических наук (Казахстан)
Алиева Тарана Ибрагим кызы, кандидат химических наук (Азербайджан)
Ахметова Валерия Валерьевна, кандидат медицинских наук
Бердиев Эргаш Абдуллаевич, кандидат медицинских наук (Узбекистан)
Брезгин Вячеслав Сергеевич, кандидат экономических наук
Данилов Олег Евгеньевич, кандидат педагогических наук
Дёмин Александр Викторович, кандидат биологических наук
Дядюн Кристина Владимировна, кандидат юридических наук
Желнова Кристина Владимировна, кандидат экономических наук
Жуйкова Тамара Павловна, кандидат педагогических наук
Игнатова Мария Александровна, кандидат искусствоведения
Искаков Руслан Маратбекович, кандидат технических наук (Казахстан)
Калдыбай Кайнар Калдыбайулы, доктор философии (PhD) по философским наукам (Казахстан)
Кенесов Асхат Алмасович, кандидат политических наук
Коварда Владимир Васильевич, кандидат физико-математических наук
Комогорцев Максим Геннадьевич, кандидат технических наук
Котляров Алексей Васильевич, кандидат геолого-минералогических наук
Кузьмина Виолетта Михайловна, кандидат исторических наук, кандидат психологических наук
Курпаяниди Константин Иванович, доктор философии (PhD) по экономическим наукам (Узбекистан)
Кучерявенко Светлана Алексеевна, кандидат экономических наук
Лескова Екатерина Викторовна, кандидат физико-математических наук
Макеева Ирина Александровна, кандидат педагогических наук
Матвиенко Евгений Владимирович, кандидат биологических наук
Матроскина Татьяна Викторовна, кандидат экономических наук
Матусевич Марина Степановна, кандидат педагогических наук
Мусаева Ума Алиевна, кандидат технических наук
Насимов Мурат Орленбаевич, кандидат политических наук (Казахстан)
Паридинова Ботагоз Жаппаровна, магистр философии (Казахстан)
Прончев Геннадий Борисович, кандидат физико-математических наук
Рахмонов Азизхон Боситхонович, доктор педагогических наук (Узбекистан)
Семахин Андрей Михайлович, кандидат технических наук
Сенцов Аркадий Эдуардович, кандидат политических наук
Сенюшкин Николай Сергеевич, кандидат технических наук
Султанова Дилшода Намозовна, доктор архитектурных наук (Узбекистан)
Титова Елена Ивановна, кандидат педагогических наук
Ткаченко Ирина Георгиевна, кандидат филологических наук
Федорова Мария Сергеевна, кандидат архитектуры
Фозилов Садриддин Файзуллаевич, кандидат химических наук (Узбекистан)
Яхина Асия Сергеевна, кандидат технических наук
Ячинова Светлана Николаевна, кандидат педагогических наук

Международный редакционный совет:

Айрян Заруи Геворковна, кандидат филологических наук, доцент (Армения)
Арошидзе Паата Леонидович, доктор экономических наук, ассоциированный профессор (Грузия)
Атаев Загир Вагитович, кандидат географических наук, профессор (Россия)
Ахмеденов Кажмурат Максutowич, кандидат географических наук, ассоциированный профессор (Казахстан)
Бидова Бэла Бертовна, доктор юридических наук, доцент (Россия)
Борисов Вячеслав Викторович, доктор педагогических наук, профессор (Украина)
Буриев Хасан Чутбаевич, доктор биологических наук, профессор (Узбекистан)
Велковска Гена Цветкова, доктор экономических наук, доцент (Болгария)
Гайич Тамара, доктор экономических наук (Сербия)
Данатаров Агахан, кандидат технических наук (Туркменистан)
Данилов Александр Максимович, доктор технических наук, профессор (Россия)
Демидов Алексей Александрович, доктор медицинских наук, профессор (Россия)
Досманбетов Динар Бакбергенович, доктор философии (PhD), проректор по развитию и экономическим вопросам (Казахстан)
Ешиев Абдыракман Молдоалиевич, доктор медицинских наук, доцент, зав. отделением (Кыргызстан)
Жолдошев Сапарбай Тезекбаевич, доктор медицинских наук, профессор (Кыргызстан)
Игисинов Нурбек Сагинбекович, доктор медицинских наук, профессор (Казахстан)
Кадыров Кулуг-Бек Бекмуратович, доктор педагогических наук, и.о. профессора, декан (Узбекистан)
Каленский Александр Васильевич, доктор физико-математических наук, профессор (Россия)
Козырева Ольга Анатольевна, кандидат педагогических наук, доцент (Россия)
Колпак Евгений Петрович, доктор физико-математических наук, профессор (Россия)
Кошербаева Айгерим Нуралиевна, доктор педагогических наук, профессор (Казахстан)
Курпаяниди Константин Иванович, доктор философии (PhD) по экономическим наукам (Узбекистан)
Куташов Вячеслав Анатольевич, доктор медицинских наук, профессор (Россия)
Кыят Эмине Лейла, доктор экономических наук (Турция)
Лю Цзюань, доктор филологических наук, профессор (Китай)
Малес Людмила Владимировна, доктор социологических наук, доцент (Украина)
Нагервадзе Марина Алиевна, доктор биологических наук, профессор (Грузия)
Нурмамедли Фазиль Алигусейн оглы, кандидат геолого-минералогических наук (Азербайджан)
Прокопьев Николай Яковлевич, доктор медицинских наук, профессор (Россия)
Прокофьева Марина Анатольевна, кандидат педагогических наук, доцент (Казахстан)
Рахматуллин Рафаэль Юсупович, доктор философских наук, профессор (Россия)
Ребезов Максим Борисович, доктор сельскохозяйственных наук, профессор (Россия)
Сорока Юлия Георгиевна, доктор социологических наук, доцент (Украина)
Султанова Дилшода Намозовна, доктор архитектурных наук (Узбекистан)
Узаков Гулом Норбоевич, доктор технических наук, доцент (Узбекистан)
Федорова Мария Сергеевна, кандидат архитектуры (Россия)
Хоналиев Назарали Хоналиевич, доктор экономических наук, старший научный сотрудник (Таджикистан)
Хоссейни Амир, доктор филологических наук (Иран)
Шарипов Аскар Калиевич, доктор экономических наук, доцент (Казахстан)
Шуклина Зинаида Николаевна, доктор экономических наук (Россия)

На обложке изображен Ардем Патапутян (1967), американский молекулярный биолог и нейробиолог, лауреат Нобелевской премии по физиологии и медицине, член Американского философского общества.

Ардем Патапутян родился в Бейруте в армянской семье. Его мать была учительницей начальных классов и директором начальной школы, а отец — писателем и бухгалтером. Ардем был самым младшим из троих детей. Ему было восемь лет, когда в Ливане разразилась гражданская война. К армянам обычно относились нейтрально с точки зрения христианско-мусульманского конфликта, и Ардем посещал маленькие армянские школы, в которых количество учеников уменьшалось с каждым днем, поскольку люди бежали от войны.

После окончания школы Ардем Патапутян обучался в Американском университете Бейрута в течение года, прежде чем эмигрировать в США в 1986 году. Окончил он Калифорнийский университет в Лос-Анджелесе, в 1990 году получил степень бакалавра в области цитологии и биологии развития, а в 1996-м — степень доктора философии в Калифорнийском технологическом институте.

Будучи аспирантом, Патапутян работал с Луи Райхардтом в Калифорнийском университете в Сан-Франциско. В 2000 году он стал доцентом в Научно-исследовательском институте Скриппса. В период с 2000 по 2014 год он дополнительно работал в Исследовательском фонде Novartis. С 2014 года Ардем Патапутян работает исследователем в Медицинском институте Говарда Хьюза (ННМИ).

Ардем Патапутян, используя чувствительные к давлению клетки, открыл новый класс рецепторов в коже и внутренних органах, реагирующих на механические раздражители. Параллельно с ним американский физиолог Дэвид Джулиус с помощью капсаицина — алкалоида из очень острого перца чили, вызывающего чувство жжения, сумел обнаружить в пронизывающих кожу нервных окончаниях рецептор, реагирующий на тепло (TRPV1). В дальнейших исследованиях Дэвид Джулиус и Ардем Патапутян независимо друг от друга обнаружили ионный канал TRPM8. Он был открыт благодаря еще одному веществу, вызывающему «температурные» ощущения — приятно охлаждающему ментолу. Канал TRPM8 активируется при переохлаждении клетки, и нейрон посылает нам сигнал,

что лучше бы надеть перчатки или есть мороженое помедленнее.

Работая в исследовательском центре Scripps Research, Ардем Патапутян занимался и другим важным вопросом: что позволяет нам чувствовать прикосновение и давление на кожу? Затратив немало усилий, Патапутян и его коллеги идентифицировали ген Piezo1. Оказалось, что он кодирует ранее совершенно неизвестный ионный канал, который активируется давлением. Вскоре исследователи обратили внимание на ген Piezo2, очень похожий на ген Piezo1.

Эти прорывные работы положили начало интенсивной исследовательской деятельности, которая быстро углубила наше понимание механизмов тепловой, холодовой, тактильной и проприорецепции.

Это открытие вызвало к жизни целую волну научных работ. Группа Патапутяна и другие исследователи выяснили, что ионный канал Piezo2 необходим для осязания, а также для восприятия положения и движения тела.

Затем ученые выяснили, что гены Piezo1 и Piezo2 регулируют и другие важные процессы: дыхание, артериальное давление и деятельность мочевого пузыря.

Биологи продолжают тщательно исследовать роль TRPV1, TRPM8, Piezo1 и Piezo2 в работе нервной системы. Есть надежда, что эти знания пригодятся в лечении многих заболеваний. Кроме того, их пытаются использовать и создатели биороботов и бионических протезов.

В 2017 году Ардем Патапутян получил премию У. Олдена Спенсера, в 2019 году — премию Розенстила, в 2020 году — премию Кавли в области нейробиологии и премию BBVA Foundation Frontiers of Knowledge Award в области биомедицины.

В 2021 году Патапутян стал лауреатом Нобелевской премии по физиологии и медицине вместе с Дэвидом Джулиусом. Свою Нобелевскую медаль Артем Патапутян подарил музею истории Армении.

В 2022 году он был награжден орденом Святого Месропа Маштоца за выдающиеся достижения в области биологии и значительный вклад в развитие медицины.

*Информацию собрала ответственный редактор
Екатерина Осянина*

СОДЕРЖАНИЕ

МАТЕМАТИКА

- Мелкоян Л. О.**
Алгебраическое описание сердечных сокращений через ряды Фурье..... 1
- Рябов К. С.**
Об изоморфизме групп $Pin(0,1)$ и $Pin(1,0)$ 7

ХИМИЯ

- Hajili M. S.**
Current methods of cotton fabric binding with nanomaterials and antibiotics for antimicrobial properties 9

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

- Дубровский А. А.**
Распределенные файловые системы: сравнительный анализ Google File System (GFS) и Hadoop Distributed File System (HDFS)... 13
- Ирисов И. А.**
Математическая модель зависимости выхода аммиака от температуры и численный метод задачи моделирования с помощью программного продукта MathCAD ... 15
- Клюев Д. Е.**
Современные подходы и технологии в модулях технического зрения для распознавания лиц в системах контроля доступа 20
- Клюев Д. Е.**
Влияние окружающей среды на эффективность систем технического зрения в контексте контроля доступа..... 22
- Кожамбердин К. Е.**
Интеграция информационных систем как необходимая составляющая качественной медицинской помощи в онкологической службе..... 24

- Пасечник А. И.**
Разработка веб-сервиса для интерактивного создания чат-ботов..... 28
- Савочкина Д. С.**
Современные системы дескриптивной аналитики: ВІ и облачные решения 29
- Савочкина Д. С.**
Эволюция визуализации данных: тенденции и перспективы 31
- Темури К.**
Роль цифровизации в современном бизнесе..... 32

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

- Аксенова В. С.**
Влияние применения геосинтетических материалов при строительстве автомобильных дорог на безопасность дорожного движения..... 35
- Волков А. И., Петров В. П.**
Система определения «свой — чужой» для беспилотных летательных аппаратов..... 37
- Набиев Е. М.**
Обеспечение и анализ безопасности дорожного движения в Республике Казахстан..... 40

АРХИТЕКТУРА, ДИЗАЙН И СТРОИТЕЛЬСТВО

- Иванова М. В.**
Применение геосинтетических материалов при устройстве земляного полотна на слабых основаниях 45
- Мередов Ы. Г.**
Сравнительный анализ способов определения ровности аэродромных покрытий методами короткошагового нивелирования и профилометрическим оборудованием..... 48

ЭКОЛОГИЯ

Цветков Д. Ю. Механизм крепления композитной арматуры при изготовлении клееных деревянных балок55	Языев А. П., Гок Б. А., Гулмухаммедова П. Г. Исследование инновационных технологий переработки руды для улучшения эффективности и сокращения негативного воздействия на окружающую среду69
Юрченкова А. В. Учет совместной деформации стальных конструкций58	

МАТЕМАТИКА

Алгебраическое описание сердечных сокращений через ряды Фурье

Мелконян Лилианна Оганесовна, преподаватель математических и экономических дисциплин
Кисловодский медицинский колледж

В статье приведены исследования графического изображения электрокардиографии для изучения математических связей. Цель — показать применение математики в кардиологии. Перед нами стояла задача провести двухуровневое исследование. На первом уровне была сделана электрокардиография, в которой были рассмотрены зубец P, комплекс QRS и зубец T.

На втором этапе было описано два графика с помощью рядов Фурье, сделано полное разложение и выведено итоговое разложение по исследуемым.

Ключевые слова: ряды Фурье, электрокардиограмма, математические зависимости.

Algebraic description of heart contractions through Fourier series

Melkonyan Lilianna Hovhanesovna, teacher of mathematical and economic disciplines
Kislovodsk Medical College

The article presents studies of the graphic image of electrocardiography for the study of mathematical connections. The aim is to show the application of mathematical connections in cardiology. Our task was to conduct a two-level study. At the first level, an electrocardiography was performed in which the P wave, the QRS complex and the T wave were examined. At the second stage, two graphs were described using Fourier series, a complete decomposition was made and the final decomposition for the studied ones was derived.

Keywords: Fourier series, electrocardiogram, mathematical dependencies.

Человек — самый сложный механизм, в котором непрерывно происходят физические и химические процессы. Если бы все процессы перевести на язык уравнений, то можно было бы вывести единую формулу человека.

Данная работа направлена на изучение электрокардиограммы как графика, который можно описать математическим языком с возможностью в последующем сделать прогноз развития патологий. Целью данного исследования является проведение ЭКГ на студентах, и последующее изучение и выведение функции сердечных сокращений.

Одним из главных аппаратов исследования состояния сердца является ЭКГ, который описывает сердечные сокращения. После проведения исследования данные записываются на миллиметровой бумаге, где изображен измененный график синусоиды.

На кардиограмме график состоит из прямой, синусоиды и треугольника, который изменяется в зависимости от частоты и длительности сердечных сокращений.

Суть проведенного исследования заключалась в том, чтоб описать математически правильный синусовый ритм.

В исследовании участвовали двое студентов из «Кисловодского медицинского колледжа» Востриков Вадим и Запорожский Иван. Снятие кардиограммы проводил врач-кардиолог Салпагарова Фагида Умаровна.

Работа проводилась в 2 этапа:

1. Проведение электрокардиографии исследуемым;
2. Описание полученных кардиограмм с помощью рядов Фурье.

В данной работе будут рассмотрены интервал PQ, комплекс QRS, сегмент ST.

Зубец P и зубец T рассмотрим как синусоиду, комплекс QRS рассмотрим как треугольник, интервал PQ и ST рассмотрим как прямые.

Первый исследуемый

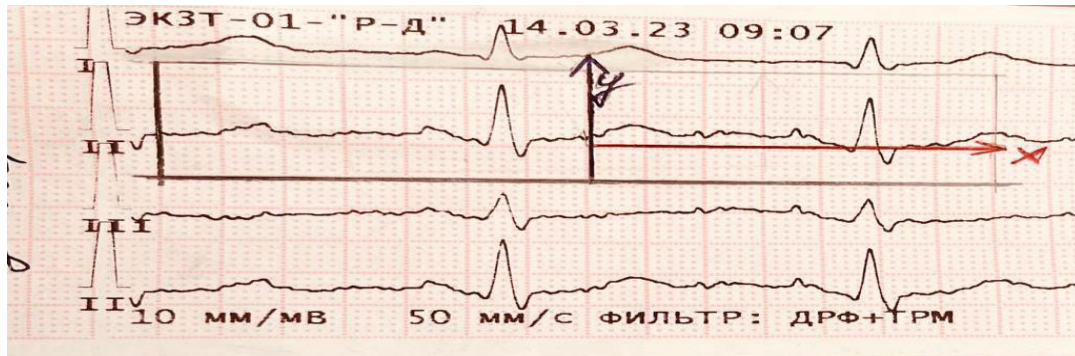


Рис. 1. Электрокардиограмма первого исследуемого

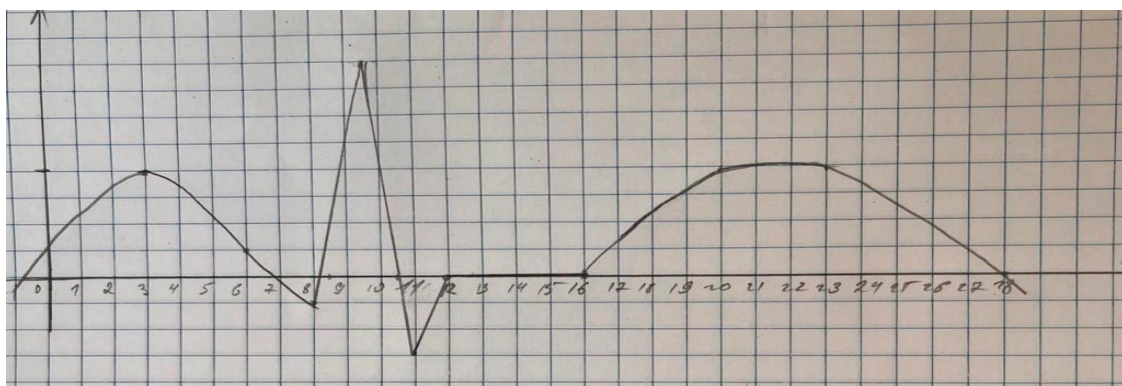


График 1 — описывает отрезок ЭКГ для исследования (достроен)

Функции, описывающие ЭКГ

$$f(x) = \begin{cases} 1 + 3 \sin\left(\frac{\pi x}{6}\right), & 0 < x < 6 \quad (1) \\ 7 - x, & 6 < x < 8 \quad (2) \\ 9x - 73, & 8 < x < 9 \quad (3) \\ -\frac{11}{2}x + \frac{115}{2}, & 9 < x < 11 \quad (4) \\ 3(x - 12), & 11 < x < 12 \quad (5) \\ 0, & 12 < x < 16 \quad (6) \\ 4 \sin\left(\frac{\pi(x-16)}{12}\right), & 16 < x < 28 \quad (7) \end{cases}$$

Полагаем, что каждая компонента периодическая с периодом $2l = 28$.

$$f(x) = \sum_{i=1}^7 S_i(x),$$

$$S_1(x) = \begin{cases} 1 + 3 \sin\left(\frac{\pi x}{6}\right), & 0 < x < 6 \\ 0, & x \in [0; 28] \setminus (0; 6) \end{cases}, S_3(x) = \begin{cases} 7 - x, & 8 < x < 9 \\ 0, & x \in [0; 28] \setminus (8; 9) \end{cases}, \dots$$

Разложение $f(x)$ состоит из суммы разложений каждой компоненты (1)-(7).

Разложим в ряд Фурье каждую компоненту по очереди и составим сумму.

Функция $S_i(x), S_i(x + 25) = S_i(x)$

$$S_1(x) = \begin{cases} 4 \sin\left(\frac{\pi x}{6}\right), & 0 < x < 6 \\ 0, & x \in [0; 28] \setminus (0; 6) \end{cases}$$

Разложение

$$S_1(x) \approx \frac{7}{14} + \frac{18}{14\pi} + \sum_{n=1}^{\infty} \left(\left[\frac{\sin\left(\frac{3\pi n}{7}\right)}{\pi n} + \frac{252\left(\cos\left(\frac{3\pi n}{7}\right) + 1\right)}{\pi(196 - 36n^2)} \right] \cos\left(\frac{\pi n x}{14}\right) + \left[\frac{\left(1 - \cos\left(\frac{3\pi n}{7}\right)\right)}{\pi n} + \frac{252 \sin\left(\frac{3\pi n}{7}\right)}{\pi(196 - 36n^2)} \right] \sin\left(\frac{\pi n x}{14}\right) \right)$$

$$S_2(x) = \begin{cases} 7 - x, & 6 < x < 8 \\ 0, & x \in [0; 28] \setminus (6; 8) \end{cases}$$

Разложение

$$S_2(x) \approx \sum_{n=1}^{\infty} \left(\left[-\frac{\sin\left(\frac{4\pi n}{7}\right)}{\pi n} - \frac{\sin\left(\frac{3\pi n}{7}\right)}{\pi n} - 14 \left(\frac{\cos\left(\frac{4\pi n}{7}\right)}{(\pi n)^2} - \frac{\cos\left(\frac{3\pi n}{7}\right)}{(\pi n)^2} \right) \right] \cos\left(\frac{\pi n x}{14}\right) + \left[\frac{\cos\left(\frac{4\pi n}{7}\right)}{\pi n} + \frac{\cos\left(\frac{3\pi n}{7}\right)}{\pi n} - 14 \left(\frac{\sin\left(\frac{4\pi n}{7}\right)}{(\pi n)^2} - \frac{\sin\left(\frac{3\pi n}{7}\right)}{(\pi n)^2} \right) \right] \sin\left(\frac{\pi n x}{14}\right) \right)$$

$$S_3(x) = \begin{cases} 9x - 73, & 8 < x < 9 \\ 0, & x \in [0; 28] \setminus (8; 9) \end{cases}$$

Разложение

$$S_3(x) \approx \frac{1}{8} + \sum_{n=1}^{\infty} \left(\left[\frac{8\sin\left(\frac{9\pi n}{14}\right)}{\pi n} + \frac{\sin\left(\frac{4\pi n}{7}\right)}{\pi n} + 126 \left(\frac{\cos\left(\frac{9\pi n}{14}\right)}{(\pi n)^2} - \frac{\cos\left(\frac{4\pi n}{7}\right)}{(\pi n)^2} \right) \right] \cos\left(\frac{\pi n x}{14}\right) + \left[-\frac{8\cos\left(\frac{9\pi n}{14}\right)}{\pi n} - \frac{\cos\left(\frac{4\pi n}{7}\right)}{\pi n} + 126 \left(\frac{\sin\left(\frac{9\pi n}{14}\right)}{(\pi n)^2} - \frac{\sin\left(\frac{4\pi n}{7}\right)}{(\pi n)^2} \right) \right] \sin\left(\frac{\pi n x}{14}\right) \right)$$

$$S_4(x) = \begin{cases} -\frac{11}{2}x + \frac{115}{2}, & 9 < x < 11 \\ 0, & x \in [0; 28] \setminus (9; 11) \end{cases}$$

Разложение

$$S_4(x) \approx \frac{5}{28} + \sum_{n=1}^{\infty} \left(\left[-\frac{3\sin\left(\frac{11\pi n}{14}\right)}{\pi n} - \frac{8\sin\left(\frac{9\pi n}{14}\right)}{\pi n} - 77 \left(\frac{\cos\left(\frac{11\pi n}{14}\right)}{(\pi n)^2} - \frac{\cos\left(\frac{9\pi n}{14}\right)}{(\pi n)^2} \right) \right] \cos\left(\frac{\pi n x}{14}\right) + \left[\frac{3\cos\left(\frac{11\pi n}{14}\right)}{\pi n} + \frac{8\cos\left(\frac{9\pi n}{14}\right)}{\pi n} - 77 \left(\frac{\sin\left(\frac{11\pi n}{14}\right)}{(\pi n)^2} - \frac{\sin\left(\frac{9\pi n}{14}\right)}{(\pi n)^2} \right) \right] \sin\left(\frac{\pi n x}{14}\right) \right)$$

$$S_5(x) = \begin{cases} 3(x - 12), & 11 < x < 12 \\ 0, & x \in [0; 28] \setminus (11; 12) \end{cases}$$

Разложение

$$S_5(x) \approx -\frac{3}{56} + \sum_{n=1}^{\infty} \left(\left[\frac{3\sin\left(\frac{11\pi n}{14}\right)}{\pi n} + 42 \left(\frac{\cos\left(\frac{6\pi n}{7}\right)}{(\pi n)^2} - \frac{\cos\left(\frac{11\pi n}{14}\right)}{(\pi n)^2} \right) \right] \cos\left(\frac{\pi n x}{14}\right) + \left[-\frac{3\cos\left(\frac{11\pi n}{14}\right)}{\pi n} + 42 \left(\frac{\sin\left(\frac{6\pi n}{7}\right)}{(\pi n)^2} - \frac{\sin\left(\frac{11\pi n}{14}\right)}{(\pi n)^2} \right) \right] \sin\left(\frac{\pi n x}{14}\right) \right)$$

$$S_6(x) = 0$$

$$S_7(x) = \begin{cases} 4 \sin\left(\frac{\pi(x-16)}{12}\right), & 16 < x < 28 \\ 0, & x \in [0; 28] \setminus (16; 28) \end{cases}$$

Разложение

$$S_7(x) \approx \frac{48}{14\pi} + \sum_{n=1}^{\infty} \left(\left[\frac{168 \left(\cos\left(\frac{8\pi n}{7}\right) + 1 \right)}{\pi(49 - 36n^2)} \right] \cos\left(\frac{\pi n x}{14}\right) + \left[\frac{168 \sin\left(\frac{3\pi n}{7}\right)}{\pi(49 - 36n^2)} \right] \sin\left(\frac{\pi n x}{14}\right) \right)$$

Итоговое разложение

$$f(x) = \frac{1}{2} + \frac{33}{7\pi} + \sum_{n=1}^{\infty} \left(\left[\frac{252 \left(\cos\left(\frac{3\pi n}{7}\right) + 1 \right)}{\pi(196 - 36n^2)} + \frac{168 \left(\cos\left(\frac{8\pi n}{7}\right) + 1 \right)}{\pi(49 - 36n^2)} - 140 \frac{\cos\left(\frac{4\pi n}{7}\right)}{(\pi n)^2} + 14 \frac{\cos\left(\frac{3\pi n}{7}\right)}{(\pi n)^2} + 203 \frac{\cos\left(\frac{9\pi n}{14}\right)}{(\pi n)^2} - 119 \frac{\cos\left(\frac{11\pi n}{14}\right)}{(\pi n)^2} + 42 \frac{\cos\left(\frac{6\pi n}{7}\right)}{(\pi n)^2} \right] \cos\left(\frac{\pi n x}{14}\right) + \left[\frac{1}{\pi n} + \frac{252 \sin\left(\frac{3\pi n}{7}\right)}{\pi(196 - 36n^2)} + \frac{168 \sin\left(\frac{3\pi n}{7}\right)}{\pi(49 - 36n^2)} - 140 \frac{\sin\left(\frac{4\pi n}{7}\right)}{(\pi n)^2} + 14 \frac{\sin\left(\frac{3\pi n}{7}\right)}{(\pi n)^2} + 203 \frac{\sin\left(\frac{9\pi n}{14}\right)}{(\pi n)^2} - 119 \frac{\sin\left(\frac{11\pi n}{14}\right)}{(\pi n)^2} + 42 \frac{\sin\left(\frac{6\pi n}{7}\right)}{(\pi n)^2} \right] \sin\left(\frac{\pi n x}{14}\right) \right)$$

Второй исследуемый

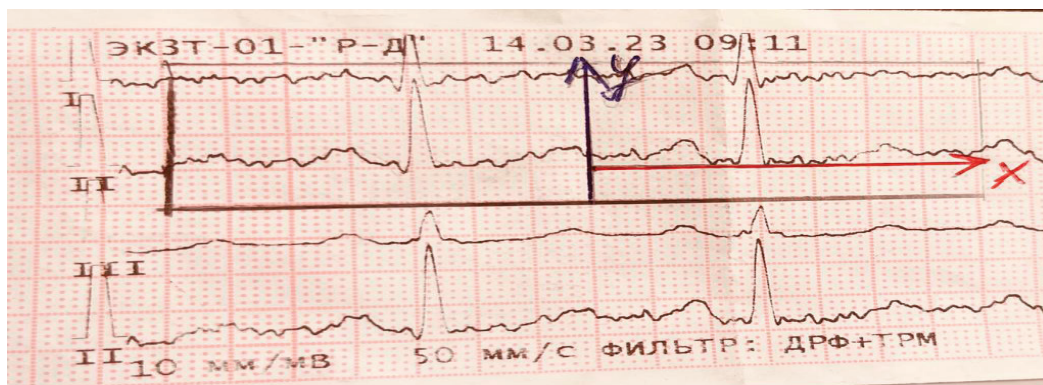


Рис. 2. Электрокардиограмма второго исследуемого

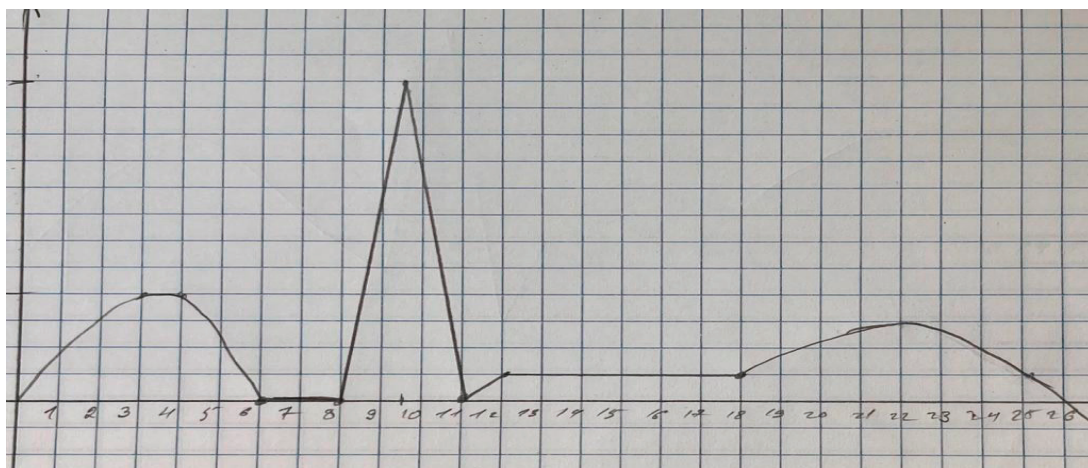


График 2 — описывает отрезок ЭКГ для исследования (достроен)

Функции, описывающие ЭКГ

$$f(x) = \begin{cases} 4 \sin\left(\frac{\pi x}{6}\right), 0 < x < 6 & (1) \\ 0, 6 < x < 8 & (2) \\ 13(x - 8), 8 < x < 9 & (3) \\ -\frac{13}{2}(x - 11), 9 < x < 11 & (4) \\ x - 11, 11 < x < 12 & (5) \\ 1, 12 < x < 18 & (6) \\ 1 + 2 \sin\left(\frac{\pi(x - 18)}{7}\right), 18 < x < 25 & (7) \end{cases}$$

Полагаем, что каждая компонента периодическая с периодом $2l = 25$.

$$f(x) = \sum_{i=1}^7 S_i(x),$$

$$S_1(x) = \begin{cases} 4 \sin\left(\frac{\pi x}{6}\right), 0 < x < 6 \\ 0, x \in [0; 25] \setminus (0; 6) \end{cases}, S_3(x) = \begin{cases} 13(x - 8), 8 < x < 9 \\ 0, x \in [0; 25] \setminus (8; 9) \end{cases}, \dots$$

Разложение $f(x)$ состоит из суммы разложений каждой компоненты (1)-(7).

Разложим в ряд Фурье каждую компоненту по очереди и составим сумму.

Функция $S_i(x), S_i(x + 25) = S_i(x)$

$$S_1(x) = \begin{cases} 4 \sin\left(\frac{\pi x}{6}\right), 0 < x < 6 \\ 0, x \in [0; 25] \setminus (0; 6) \end{cases}$$

Разложение

$$S_1(x) \approx \frac{48}{25\pi} + \sum_{n=1}^{\infty} \left(\left[\frac{300 \left(\cos\left(\frac{12\pi n}{25}\right) + 1 \right)}{\pi \left(\frac{625}{4} - 36n^2 \right)} \right] \cos\left(\frac{2\pi n x}{25}\right) + \left[\frac{300 \sin\left(\frac{12\pi n}{25}\right)}{\pi \left(\frac{625}{4} - 36n^2 \right)} \right] \sin\left(\frac{2\pi n x}{25}\right) \right)$$

$$S_2(x) = 0$$

Разложение

$$S_0(x) = 0$$

$$S_3(x) = \begin{cases} 13(x - 8), 8 < x < 9 \\ 0, x \in [0; 25] \setminus (8; 9) \end{cases}$$

Разложение

$$S_3(x) \approx \frac{13}{50} + \sum_{n=1}^{\infty} \left(\left[\frac{13 \sin\left(\frac{18\pi n}{25}\right)}{\pi n} + \frac{650 \left(\cos\left(\frac{18\pi n}{25}\right) - \cos\left(\frac{16\pi n}{25}\right) \right)}{(2\pi n)^2} \right] \cos\left(\frac{2\pi n x}{25}\right) + \left[-\frac{13 \cos\left(\frac{18\pi n}{25}\right)}{\pi n} + \frac{650 \left(\sin\left(\frac{18\pi n}{25}\right) - \sin\left(\frac{16\pi n}{25}\right) \right)}{(2\pi n)^2} \right] \sin\left(\frac{2\pi n x}{25}\right) \right)$$

$$S_4(x) = \begin{cases} -\frac{13}{2}(x - 11), 9 < x < 11 \\ 0, x \in [0; 25] \setminus (9; 11) \end{cases}$$

Разложение

$$S_4(x) \approx \frac{13}{25} + \sum_{n=1}^{\infty} \left(\left[-\frac{13 \sin\left(\frac{18\pi n}{25}\right)}{\pi n} - \frac{325 \left(\cos\left(\frac{22\pi n}{25}\right) - \cos\left(\frac{18\pi n}{25}\right) \right)}{(2\pi n)^2} \right] \cos\left(\frac{2\pi n x}{25}\right) + \left[\frac{13 \cos\left(\frac{18\pi n}{25}\right)}{\pi n} - \frac{325 \left(\sin\left(\frac{22\pi n}{25}\right) - \sin\left(\frac{18\pi n}{25}\right) \right)}{(2\pi n)^2} \right] \sin\left(\frac{2\pi n x}{25}\right) \right)$$

$$S_5(x) = \begin{cases} x - 11, 11 < x < 12 \\ 0, x \in [0; 25] \setminus (11; 12) \end{cases}$$

Разложение

$$S_5(x) \approx \frac{1}{50} + \sum_{n=1}^{\infty} \left(\left[\frac{\sin\left(\frac{24\pi n}{25}\right)}{\pi n} + \frac{50\left(\cos\left(\frac{24\pi n}{25}\right) - \cos\left(\frac{22\pi n}{25}\right)\right)}{(2\pi n)^2} \right] \cos\left(\frac{2\pi n x}{25}\right) + \left[-\frac{\cos\left(\frac{24\pi n}{25}\right)}{\pi n} + \frac{50\left(\sin\left(\frac{24\pi n}{25}\right) - \sin\left(\frac{22\pi n}{25}\right)\right)}{(2\pi n)^2} \right] \sin\left(\frac{2\pi n x}{25}\right) \right)$$

$$S_6(x) = \begin{cases} 1, & 12 < x < 18 \\ 0, & x \in [0; 25] \setminus (12; 18) \end{cases}$$

Разложение

$$S_6(x) \approx \frac{6}{25} + \sum_{n=1}^{\infty} \left(\left[\frac{\sin\left(\frac{36\pi n}{25}\right)}{\pi n} - \frac{\sin\left(\frac{24\pi n}{25}\right)}{\pi n} \right] \cos\left(\frac{2\pi n x}{25}\right) + \left[-\frac{\cos\left(\frac{36\pi n}{25}\right)}{\pi n} + \frac{\cos\left(\frac{24\pi n}{25}\right)}{\pi n} \right] \sin\left(\frac{2\pi n x}{25}\right) \right)$$

$$S_7(x) = \begin{cases} 1 + 2 \sin\left(\frac{\pi(x-18)}{7}\right), & 18 < x < 25 \\ 0, & x \in [0; 25] \setminus (18; 25) \end{cases}$$

Разложение

$$S_7(x) \approx \frac{7}{25} + \frac{28}{25\pi} + \sum_{n=1}^{\infty} \left(\left[-\frac{\sin\left(\frac{36\pi n}{25}\right)}{\pi n} + \frac{175\left(\cos\left(\frac{36\pi n}{25}\right) + 1\right)}{\pi\left(\frac{625}{4} - 49n^2\right)} \right] \cos\left(\frac{2\pi n x}{25}\right) + \left[\frac{\left(\cos\left(\frac{36\pi n}{25}\right) - 1\right)}{\pi n} + \frac{175 \sin\left(\frac{36\pi n}{25}\right)}{\pi\left(\frac{625}{4} - 49n^2\right)} \right] \sin\left(\frac{2\pi n x}{25}\right) \right)$$

Итоговое разложение

$$f(x) = \frac{33\pi + 76}{25\pi} + \sum_{n=1}^{\infty} \left(\left[\frac{300\left(\cos\left(\frac{12\pi n}{25}\right) + 1\right)}{\pi\left(\frac{625}{4} - 36n^2\right)} + \frac{175\left(\cos\left(\frac{36\pi n}{25}\right) + 1\right)}{\pi\left(\frac{625}{4} - 49n^2\right)} + \frac{975 \cos\left(\frac{18\pi n}{25}\right) - 650 \cos\left(\frac{16\pi n}{25}\right) - 375 \cos\left(\frac{22\pi n}{25}\right) + 50 \cos\left(\frac{24\pi n}{25}\right)}{(2\pi n)^2} \right] \cos\left(\frac{2\pi n x}{25}\right) + \left[\frac{300 \sin\left(\frac{12\pi n}{25}\right)}{\pi\left(\frac{625}{4} - 36n^2\right)} + \frac{175 \sin\left(\frac{36\pi n}{25}\right)}{\pi\left(\frac{625}{4} - 49n^2\right)} + \frac{975 \sin\left(\frac{18\pi n}{25}\right) - 375 \sin\left(\frac{22\pi n}{25}\right) - 650 \sin\left(\frac{16\pi n}{25}\right) + 50 \sin\left(\frac{24\pi n}{25}\right)}{(2\pi n)^2} - \frac{1}{\pi n} \right] \sin\left(\frac{2\pi n x}{25}\right) \right)$$

В представленной работе мы осветили лишь небольшую область применения математики в кардиологии.

Проблема математических описаний физиологических функций организма — вторая по значимости проблема после проблемы ДНК человека. В будущем возможны определение математических зависимостей процессов свойственных другим органам человека, и медики с помощью уравнений смогут прогнозировать и лечить практически любое заболевание.

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов невозможен, один автор.

Литература:

1. Латыпова Н. В., Тучинский Л. И. Ряды Фурье 2011; 74–78.
2. Будак Б. М., Фомин С. В. Кратные интегралы и ряды. — М.: Физматлит, 2002. — 512 с.

3. Козлов В.И. Анатомия сердечно-сосудистой системы: учебное пособие для студентов медицинских вузов / В.И. Козлов.— М.: Практическая медицина, 2013.— 192 с.
4. Козлов В.И., Гурова О.А. Анатомия человека. Краткий курс. М.: Практическая медицина, 2009.

Об изоморфизме групп $Pin(0,1)$ и $Pin(1,0)$

Рябов Кирилл Сергеевич, студент магистратуры

Научный руководитель: Казаков Алексей Олегович, доктор физико-математических наук, профессор
Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», Нижегородский филиал

В статье автор исследует изоморфизм групп $Pin(0,1)$ и $Pin(1,0)$. Приводится строгое математическое доказательство с использованием информации об алгебре Клиффорда, а также конгруэнтность с циклическими группами Z_2 и Z_4 . Приводится вся теоретическая база данного доказательства. В ходе работы было выявлено, что изоморфизм отсутствует.

Ключевые слова: изоморфизм, спинорная группа, алгебра Клиффорда.

Задача поиска изоморфизма в группах важна, потому что она позволяет установить эквивалентность между различными структурами и изучать их свойства на основе общих черт. Изоморфизм групп отражает их структурное сходство, что помогает упростить изучение и анализ свойств групп, а также облегчает решение задач и доказательство теорем.

Изоморфизм — это понятие в математике, обозначающее отношение между двумя объектами или системами, сохраняющее основные свойства и отношения между элементами этих объектов. Изоморфизм устанавливает соответствие между элементами двух систем таким образом, что каждому элементу первой системы соответствует единственный элемент второй системы, и наоборот.

Группой будем называть совокупность элементов, связанных между собой некоторой бинарной операцией, удовлетворяющей условиям ассоциативности и имеющей нейтральный элемент.

Группы $Pin(n,m)$ будем называть спинорными группа алгебры Клиффорда $Cl^R(m, n)$ заданной сигнатуры (m, n) .

Алгебра Клиффорда — это унитарная ассоциативная алгебра, порождённая векторным пространством квадратичной формы. Она представляет собой обобщение действительных, комплексных чисел и кватернионов. Алгебра Клиффорда тесно связана с теорией квадратичных форм и ортогональных преобразований и имеет важные приложения в различных областях, таких как геометрия, теоретическая физика и цифровая обработка изображений.

Рассмотрим доказательство с использованием конгруэнтных отношений.

$$Pin(0,1) = \{e, -e, e^1, -e^1\}.$$

Получается, что данная группа находится в конгруэнтных отношениях с $Z_2 \times Z_2$, где x — прямое произведение.

$$Pin(1,0) = \{e, -e, e^1, -e^1\} \simeq \{1, -1, i, -i\} = Z_4.$$

Единицей в данном случае будем называть пару чисел $(1,1)$.

В случае $Z_2 \times Z_2$ единица имеет порядок 2, а случае Z_4 единица имеет уже порядок 4. Из этого можно сделать вывод, что изоморфизм между данными группами отсутствует.

Теперь приведем доказательство построенное на базе алгебры Клиффорда.

Алгебра Клиффорда $Cl_{(1,0)}$ имеет генератор e_1 и соотношение $e_1 e_1 = e$.

Алгебра Клиффорда $Cl_{(0,1)}$ имеет генератор e_1 и соотношение $e_1 e_1 = -e$.

Получаем следующее:

$$Pin(1,0) = \{T \in \Gamma^\pm(1,0) | T^{-1}T = \pm e\} = \{\pm e, \pm e_1\},$$

$$Pin(0,1) = \{T \in \Gamma^\pm(0,1) | T^{-1}T = \pm e\} = \{\pm e, \pm e_1\}.$$

Будем использовать доказательство от противного. Предположим, что изоморфизм есть, тогда выполняется соотношение: $f: Pin(1,0) \rightarrow Pin(0,1)$.

Рассмотрим $g = f^{-1}$, который должен удовлетворять соотношению:

$$g(e_1)g(e_1) = g(e_1 e_1) = g(-e) \neq g(e) = e$$

Но так как для любого элемента $x \in Pin(1,0)$ должно выполняться $f(x)f(x) = f(xx) = e$, а такого $g(e_1)$ не существует. Поэтому эти группы не изоморфны.

В ходе данной работы было выявлено, что группы $\text{Pin}(0,1)$ и $\text{Pin}(1,0)$ не изоморфны. Было приведено два различных доказательства этого факта. Отсутствие изоморфизма свидетельствует о том, что две системы или объекты не обладают полной структурной и функциональной эквивалентностью. Это указывает на различия в их организации и принципах работы, что может способствовать более глубокому пониманию их специфических характеристик и созданию более эффективных методов решения проблем, учитывающих индивидуальные особенности каждой системы или объекта.

Результаты данной научной работы могут найти применение в геометрии, физике и компьютерном зрении.

В дальнейшем имеет смысл рассмотреть матричный способ доказательства отсутствия изоморфизма данных групп. Так же возможно рассмотрение групп другой размерности, порожденные алгебрами Клиффорда другой сигнатуры.

Литература:

1. Lounesto P., Clifford Algebras and Spinors, Cambridge Univ. Press (1997, 2001).
2. Рашевский П. К., Теория спиноров, УМН, 10:2(64), 3–110 (1955).
3. Румер Ю. Б., Спинорный анализ, М.-Л.: ОНТИ, (1936).
4. M. F. Atiyah, R. Bott, A. Shapiro, Clifford modules, Topology 3, pp. 3–38 (1964).
5. D. Hestenes, G. Sobczyk, Clifford Algebra to Geometric Calculus — A Unified Language for Mathematical Physics, Reidel Publishing Company (1984).
6. Marchuk N. G., Shirokov D. S., Unitary spaces on Clifford algebras, Advances in Applied Clifford Algebras, Volume 18, Number 2, pp. 237–254, (2008).
7. Широков Д. С., Классификация элементов алгебр Клиффорда по кватернионным типам, Доклады академии наук, т. 427, 6, с.758–760 (2009).
8. Shirokov D. S., Quaternion typification of Clifford algebra elements, Advances in Applied Clifford Algebras, Online First (2011), arXiv:0806.4299v2 [math-ph].
9. Shirokov D. S., Development of the method of quaternion typification of clifford algebra elements, Advances in Applied Clifford Algebras, Online First (2011), arXiv:0903.3494v1 [math-ph].

ХИМИЯ

Current methods of cotton fabric binding with nanomaterials and antibiotics for antimicrobial properties

Hajili Murad Shakir, doctoral student
Baku State University (Azerbaijan)

The pursuit of advanced functional textiles has led to significant interest in the application of nanotechnology to enhance the intrinsic properties of cotton fabrics. This article reviews recent advancements in the incorporation of various nanomaterials, specifically metal and metal oxide nanoparticles, to bestow cotton fabrics with durable antimicrobial properties. Nanomaterials such as silver, copper oxide, and zinc oxide are highlighted for their efficacy against a broad spectrum of bacteria, including both Gram-positive and Gram-negative strains. Diverse methods of nanoparticle binding to cotton, including impregnation, pad-dry-cure, in-situ synthesis, electrospinning, and chemical modification, are discussed, each presenting its advantages and limitations. Studies illustrating the successful application of nanoparticles for medical textiles, notably in antibacterial treatments and biosensing, are also examined. The environmental and safety considerations associated with the use of such nanoparticles in textiles are critically analyzed, underscoring the need for sustainable practices. This review synthesizes the current literature on nanoparticle-treated cotton fabrics and envisages future directions in medical textiles, which aim not only to prevent bacterial infections but also to monitor patient health conditions, thereby promising a significant impact on smart healthcare solutions.

Introduction to Textile Industry and Cotton Fabric

The textile industry has played a vital role in human civilization for centuries, providing us with essential materials such as clothing and fabrics. The textile industry is one of the few sectors with a significant global demand. It plays a crucial role in the world economy through its contributions to industrial development, export revenue, and employment opportunities. According to a chapter titled «Textile Fiber Manufacturing/Processing and the Environment» in the book «Sustainable Growth and Development in a Regional Economy», it is estimated that the textile and clothing industry is one of the largest industrial sectors globally [1].

Textile materials commonly used in daily life create an ideal environment for microorganisms, particularly bacteria, to thrive due to their extensive surface area and capacity to retain moisture. The presence of harmful bacteria not only compromises the integrity of the textiles but also results in unpleasant odors and poses a significant risk to public health. [2] Pathogenic bacteria found on fabric surfaces can lead to skin allergies and irritation upon direct contact with human skin, as well as more serious conditions like heart problems and pneumonia in certain instances. [3]

Cotton, the most abundant natural fiber derived from plants, is considered a fundamental material for both clothing and industrial uses. Comprising 88–95% cellulose along with small amounts of pectin, wax, minerals, and some impurities, cotton possesses outstanding characteristics like strength, softness, absorbency, dyeing ability, comfort and air permeability that make it crucial in the textile industry. The cellulose in cotton is made up of 1–4 β -D-glucan with

particular 1,4-glycosidic linkages containing non-reducing and reducing end groups. [4].

Due to the reasons described above, various methods have been developed to enhance the antimicrobial properties of cotton fabric by binding it with nanomaterials and antibiotics.

Introduction to Nanotechnology in Cotton Fabric Enhancement

Nanotechnology has emerged to be a significant field in various applications for manipulating science at the nano-regime to develop and produce products with exclusive properties [5]. In brief, nanotechnology can be defined as the science and engineering of designing, synthesizing and characterizing of nanomaterials with exceptional functional properties, compared to their bulk counterparts [6]. Further, nanotechnology is not only emerging in single scientific discipline but also significant in interdisciplinary science, such as chemistry, physics, materials science and biology. Thus, synthesized nanomaterials are highly beneficial in various fields, including energy storage, medicine, electronics, and textiles [7].

To meet the growing demand for cotton and improve its quality, research has focused on enhancing its properties using nanotechnology [8]. Nanotechnology is the manipulation and control of materials on a molecular and atomic level, resulting in unique properties and applications. These materials are engineered at the nanoscale, typically between 1 and 100 nanometers, allowing for precise control over their size, shape, and composition to achieve desired functionalities [9].

In recent years, the use of nanomaterials and antibiotics to create antimicrobial properties in cotton fabric has gained significant attention. This innovative approach involves the binding of nanomaterials such as silver oxide or copper oxide nanoparticles and antibiotics onto cotton fabric, thereby providing it with antimicrobial properties. Several studies have examined different methods of binding nanomaterials and antibiotics to cotton fabric to achieve effective antimicrobial properties.

One method commonly used is the use of aqueous suspensions of metal/metal oxide nanoparticles. These metal oxide nanoparticles have easy access to various parts of the cotton plant through its transportation system, resulting in improved growth and production of cotton fiber. For instance, a study conducted by researchers (source 1) demonstrated that the distribution and accumulation of metal oxide nanoparticles in cotton plants significantly influenced various plant growth-promoting factors, leading to improved cotton yields. Most commonly used metal oxides in these applications are silver, zinc, and copper oxide nanoparticles [10]. These metals are used due to their excellent antimicrobial properties.

The Role of Silver Nanoparticles in Cotton Fabric Binding

Silver nanoparticles have become a popular choice for enhancing the antimicrobial properties of cotton fabric. There are around fifty methods reported in the literature for binding silver nanoparticles to cotton fabric to create antimicrobial properties.

The structure of silver nanoparticles allows for effective interaction with bacteria, leading to their inhibition and even destruction. The mechanism of action of silver nanoparticles involves the release of silver ions, which have a toxic effect on bacterial cells by interfering with their vital functions and disrupting their cell membranes. [11] The release of silver ions from the silver nanoparticles creates a hostile environment for bacteria on the surface of the cotton fabric, preventing their growth and proliferation [10].

Szczepanowicz and colleagues synthesized silver nanoparticles using a chemical method involving hydrazine, formalin, and ascorbic acid. The resulting nanoparticles were found to be approximately 20 nm in size and exhibited significant antibacterial properties against both gram-positive and gram-negative bacteria [12].

Thi and colleagues conducted research on the antibacterial properties of silver nanoparticles produced with sodium citrate as a reducing agent. They assessed its effectiveness in combating bacteria in shrimp pond wastewater, finding that nanoscale silver particles exhibit significant bactericidal effects against *E. coli*. [13]

Guzmán et al. also examined the antibacterial properties of nano-sized silver against *E. coli*, *P. aeruginosa* and methicillin-resistant *S. aureus*. They investigated the impact of different concentrations of silver precursor, stabilizing agent, and reducing agent on the effectiveness of silver nanoparticles against microbes. The results from the antibacterial tests indicated that smaller sized silver nanoparticles (9 and 11 nm) had a greater size-dependent ability to kill bacteria. [14]

Titanium Oxide Application for Antimicrobial Cotton Textiles

Titanium dioxide is a widely recognized substance, particularly in industrial use, because of its notable durability and unique optical

and electrical characteristics. These properties typically manifest in various forms like rutile, anatase, and brookite. Additionally, TiO₂ has found numerous uses across environmental preservation, civil engineering, healthcare, farming, food production as well as the cosmetic industry [15].

TiO₂ nanoparticles have been applied in the textile industry for their antimicrobial, self-cleaning, UV-light protection, moth-proofing and flame retardancy properties (Derakhshan et al., 2018b). Recently, researchers developed TiO₂ nanoparticles using a two-step sol-gel and hydrothermal method to coat them onto cotton fabric surfaces. They then examined their effectiveness against common bacterial strains. The findings indicated that the TiO₂-treated cotton fabrics demonstrated strong antibacterial activity against both *E. coli* and *S. aureus* species. [16].

Perelshtein and colleagues illustrated significant antibacterial effects against *E. coli* and *S. aureus* by applying TiO₂ nanoparticles onto cotton fabric surfaces. In a separate investigation, Sarathi et al. synthesized TiO₂ nanoparticles using urea as a reaction medium and coated them on 100% cotton as well as 45/55% polyester/cotton fabrics. The treated fabrics were tested for potential antibacterial activity against gram-positive *S. aureus* and gram-negative *K. pneumoniae* bacteria, revealing that they displayed strong antibacterial properties with an efficacy of 85% and 64% for the pure cotton fabric, and an efficiency of 93% and 73% for the polyester/cotton blend fabric against *S. aureus* and *K. pneumoniae* respectively [17].

Prorokova et al. found that while TiO₂-treated polyester fabric showed no antimicrobial effects, using silver-doped TiO₂ nanoparticles with enhanced photocatalytic activity resulted in effective antimicrobial performance, successfully impeding the growth of microbes on the fabric. The study noted that incorporating silver as a dopant increased the photochemical activity of TiO₂, leading to its ability to inhibit microbial growth on polyester fabric. [18]

Copper Oxide Application for Antimicrobial Cotton Textiles

In addition to previously discussed materials, researchers have also explored the use of copper oxide nanoparticles for creating antimicrobial cotton textiles. Copper oxide nanoparticles have shown promising antimicrobial properties when incorporated into cotton fabric.

Copper oxide nanoparticles stand out as a highly functional transition metal oxide compared to other metal oxide nanoparticles due to their 2 eV band gap. They exhibit notable characteristics including strong electrochemical activity, a high specific surface area, suitable redox potential, and exceptional stability in solutions. [19]

Ahamed et al. produced CuO nanoparticles using the co-precipitation method and assessed their effectiveness in controlling various bacterial strains including *E. coli*, *P. aeruginosa*, *K. pneumoniae*, *E. faecalis*, *Shigella flexneri*, *S. typhimurium*, *Proteus vulgaris* and *S. aureus*. The findings indicated that the CuO nanoparticles displayed strong antibacterial properties against all tested pathogens; however, they were particularly toxic to *E. coli* and *E. faecalis* while showing lower toxicity towards *K. pneumoniae*. This study suggests that the synthesized CuO nanoparticles have the potential for wide-ranging antibacterial effects [20].

CuO nanoparticle surface coating on textile fabrics has seen a significant rise in usage to enhance the fabric's antibacterial proper-

ties, effectively reducing the transmission of diseases through contact with the fabrics. [21]

Hasan prepared nanoscale CuO using a chemical method and applied it to 100% woven cotton fabric through the pad-dry-cure technique. The findings demonstrated that the fabric treated with CuO nanoparticles displayed increased antibacterial properties against *E. coli* and *S. aureus*, unlike the fabric treated with bulk CuO which showed no activity. Moreover, after washing, the nanoparticle-treated fabrics maintained 86.28% effectiveness against *E. coli* and 94.05% effectiveness against *S. aureus* [22].

Zinc Oxide Application for Antimicrobial Cotton Textiles

Zinc oxide is a highly promising metal oxide that can be engineered into various nanostructures, including nanotubes, nanobelts, nanowires, and intricate formations. It exhibits distinct properties suitable for semiconductor applications in optics and can be developed as piezoelectric materials. The exceptional characteristics of ZnO nanoparticles find extensive use in diverse fields such as nano-electronics or nano-optical devices, cosmetics, energy storage, and nanosensors.

One notable application of ZnO nanoparticles is their use in enhancing the antimicrobial properties of cotton textiles [23]. A study conducted explored the application of ZnO nanoparticles on cotton fabrics for antimicrobial purposes. The researchers used a layer-by-layer molecular self-assembly technique to deposit ZnO nanoparticle-based multilayer films on cationized woven cotton fabrics. The cotton fabrics were pretreated with 2,3-epoxypropyltrimethylammonium chloride to create a cationic surface charge and improve the adhesion of the ZnO nanoparticles. The results showed that the ZnO-coated fabrics exhibited excellent antimicrobial activity against *Staphylococcus aureus* bacteria. Furthermore, the coated fabrics demonstrated enhanced protection against UV radiation, making them suitable for applications where both antimicrobial and UV-blocking properties are desired. [24]

Incorporating Antibiotics into Cotton Fabrics for Antimicrobial Properties

In addition to the use of metal oxide nanoparticles, another method for creating antimicrobial properties in cotton fabric is by incorporating antibiotics. Researchers have explored the use of antibiotics such as triclosan and gentamicin to enhance the antimicrobial properties of cotton fabrics. One study focused on the incorporation of triclosan, an antibacterial agent, into cotton fabric using a pad-dry-cure method. The results showed that the triclosan-treated cotton fabric had effective antimicrobial activity against *E. coli* and *S. aureus* bacteria. Another study investigated the incorporation of gentamicin, an antibiotic, into cotton fabric using a biodegradable polymer carrier system. The study found that the gentamicin-treated cotton fabric exhibited significant antimicrobial activity against both Gram-positive and Gram-negative bacteria, including *S. aureus* and *E. coli*. Furthermore, research has shown that the antimicrobial properties of cotton fabric can be enhanced by incorporating antibiotics such as triclosan and gentamicin. [25]

Review of Recent Studies on Antimicrobial Cotton Technologies

This review shows several most important methods found in the literature for binding silver nanoparticles to cotton fabric:

1. **Impregnation Method:** In this method, cotton fabric is treated with nano-silver colloid through impregnation [26]. This method works by immersing the cotton fabric in a solution containing silver oxide nanoparticles, allowing for the nanoparticles to penetrate and bind to the fabric fibers. The impregnation method has been widely used due to its simplicity and effectiveness in achieving antimicrobial properties. A study conducted by researchers (source 2) investigated the impregnation method and found that the silver-treated cotton fabric showed a high bacterial reduction rate of *Staphylococcus aureus* and *Escherichia coli* even after multiple home laundering conditions.

2. **Pad-Dry-Cure Method:** This method involves the padding of cotton fabric with a solution containing silver nanoparticles, followed by drying and curing to ensure the binding of the nanoparticles to the fabric. A study (source 5) examined the pad-dry-cure method and found that the silver oxide nanoparticles effectively bound to the cotton fabric, resulting in a strong antibacterial activity against a wide range of pathogens.

3. **In-situ Synthesis Method:** This method involves the direct synthesis of silver oxide nanoparticles on the surface of the cotton fabric. Researchers have developed techniques to synthesize silver oxide nanoparticles directly on the cotton fabric using a variety of methods, including chemical reduction and electrochemical deposition. These in-situ synthesis methods allow for precise control over the size and distribution of the nanoparticles on the fabric, resulting in enhanced antimicrobial properties.

4. **Electrospinning Method:** This method utilizes electrostatic forces to create nanofibers of cotton fabric infused with silver oxide nanoparticles. Electrospinning involves the use of a high voltage to create a charged jet of polymer solution or melt, which is then collected as fibers on a collector plate. During the electrospinning process, silver oxide nanoparticles can be incorporated into the polymer solution or melt, resulting in nanofibers with embedded silver oxide nanoparticles. Efficiency of this method can be improved by optimizing the electrospinning parameters, such as voltage and flow rate, to achieve a uniform distribution of nanoparticles within the cotton nanofibers.

5. **Chemical Modification Method:** This method involves the chemical treatment of cotton fabric with various compounds, such as quaternary ammonium salts or silane coupling agents, followed by the binding of silver oxide nanoparticles. One study (source 3) investigated the chemical treatment of cotton fibers with glycidyltrimethylammonium chloride and found that the treatment improved the binding of silver nanoparticles to the fabric and enhanced its antimicrobial properties against *Staphylococcus aureus* bacteria.

These examples demonstrate the various methods used to bind nanomaterials, such as silver nanoparticles, to cotton fabric in order to enhance its antimicrobial properties. By utilizing these methods, researchers have been able to create cotton fabrics with strong antibacterial activity against a wide range of pathogens.

Conclusion

The advent of nanotechnology has transformed the outlook on materials utilized in various industries, and it has garnered considerable attention in the textile industry for creating smart textiles. The antimicrobial properties, particularly the ability to combat bacteria, of nanoparticles are increasingly important for preventing bacterial proliferation on fabric surfaces and safeguarding them from bacterial-related harm. Techniques such as surface modification and fabric finishing prove advantageous for effectively applying antibacterial nanoparticles onto fabric surfaces, ultimately reducing their release

into the environment while maintaining long-term antibacterial effectiveness. Recently, there is widespread consideration for incorporating antibacterial nanoparticles into medical textiles, gloves, bandages, and socks to minimize bacterial growth. Additionally, biosensing nanoparticles can also be integrated into fabrics using similar methods employed with embedding antibacterial nanoparticles to monitor disease conditions — a valuable feature for patients. Smart textiles equipped with both antibacterial capabilities and disease monitoring potential are poised to make a significant impact in the future of medical textile industries by controlling bacteria-induced infections and overseeing patient health conditions.

References:

1. W. L. Filho et al., «An overview of the contribution of the textiles sector to climate change».
2. W. L. Filho et al., «An overview of the contribution of the textiles sector to climate change».
3. D. Morais, R. Guedes and M. Lopes, «Antimicrobial Approaches for Textiles: From Research to Market».
4. R. Shishoo, «Introduction: trends in the global textile industry».
5. M. Joshi and A. Bhattacharyya. «Nanotechnology — a new route to high-performance functional textiles». *Textile progress*. vol. 43. no. 3. pp. 155–233. Sep. 2011. 10.1080/00405167.2011.570027.
6. S. Gulati, M. Sachdeva and K. K. Bhasin, «Emerging applications of nanoparticles: Biomedical and environmental».
7. M. Yadav and S. Khan, «Nanotechnology: A New Scientific Outlook for Bioremediation of Dye Effluents».
8. R. S. Brar, A. Kumar, S. Kaur, S. Saha, A. Kumar and S. Kumar, «Impact of metal oxide nanoparticles on cotton (*Gossypium hirsutum* L.): a physiological perspective».
9. E. O. Ogunson, R. Muthuraj, E. Ojogbo, O. Valerio and T. H. Mekonnen, «Engineered nanomaterials for antimicrobial applications: A review».
10. Q. Xu et al., «Antibacterial cotton fabric with enhanced durability prepared using silver nanoparticles and carboxymethyl chitosan».
11. R. Dastjerdi and M. Montazer, «A review on the application of inorganic nano-structured materials in the modification of textiles: Focus on anti-microbial properties».
12. K. P. Szczepanowicz and J. Stefańska. «Preparation of silver nanoparticles via chemical reduction and their antimicrobial activity».
13. V. T. T. Ho and N. D. Thi. «Synthesis of Silver Nanoparticles via Chemical Reduction and its Anti-bacterial Activities in Wastewater of Shrimp Pond».
14. MGuzman. «Synthesis of Silver Nanoparticles by Chemical Reduction Method and Their Antibacterial Activity».
15. M. Pelaez et al., «A review on the visible light active titanium dioxide photocatalysts for environmental applications».
16. G. Zhang, D. Wang, J. Yan, Y. Xiao, W. Gu and C. Zang. «Study on the Photocatalytic and Antibacterial Properties of TiO₂ Nanoparticles-Coated Cotton Fabrics». *Multidisciplinary Digital Publishing Institute*. vol. 12. no. 12. pp. 2010–2010. Jun. 2019. 10.3390/ma12122010.
17. S. P and T. G. «Synthesis and characterization of titanium dioxide nano-particles and their applications to textiles for microbe resistance.». *Journal of Textile and Apparel, Technology and Management*.
18. T. Y. Kumeeva and N. P. Prorokova. «Antimicrobial Properties of Polyester Fabric Modified by Nanosized Titanium Dioxide». *Inorganic Materials: Applied Research* 9(2):250–256.
19. N. Verma and N. Kumar. «Synthesis and Biomedical Applications of Copper Oxide Nanoparticles: An Expanding Horizon». *American Chemical Society*. vol. 5. no. 3. pp. 1170–1188. Feb. 2019. 10.1021/acsbiomaterials.8b01092.
20. M. Ahamed, H. A. Alhadlaq, M. M. Khan, P. Karupiah and N. A. Al-Dhabi. «Synthesis, Characterization, and Antimicrobial Activity of Copper Oxide Nanoparticles». *Journal of nanomaterials*. vol. 2014. pp. 1–4. Jan. 2014. 10.1155/2014/637858.
21. L. E. Román, E. D. Gomez, J. Solís and M. Gómez. «Antibacterial Cotton Fabric Functionalized with Copper Oxide Nanoparticles». *Molecules/Molecules online/Molecules annual*. vol. 25. no. 24. pp. 5802–5802. Dec. 2020. 10.3390/molecules25245802.
22. R. Hasan, «Production of Antimicrobial Textiles by Using Copper Oxide Nanoparticles».
23. Ş. S. Uğur, M. Sarıışık, A. Aktaş, M. Ç. Uçar and E. Erden, «Modifying of Cotton Fabric Surface with Nano-ZnO Multilayer Films by Layer-by-Layer Deposition Method».
24. Ş. S. Uğur, M. Sarıışık, A. Aktaş, M. Ç. Uçar and E. Erden. «Modifying of Cotton Fabric Surface with Nano-ZnO Multilayer Films by Layer-by-Layer Deposition Method». *Nanoscale research letters*. vol. 5. no. 7. pp. 1204–1210. May. 2010. 10.1007/s11671-010-9627-9.
25. «Antibacterial cotton fabric with enhanced durability».
26. F. Zhang, X. Wu, Y. Chen and H. Lin, «Application of silver nanoparticles to cotton fabric as an antibacterial textile finish».

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Распределенные файловые системы: сравнительный анализ Google File System (GFS) и Hadoop Distributed File System (HDFS)

Дубровский Арсений Александрович, студент
Российский университет транспорта (МИИТ) (г. Москва)

В данной статье проводится исследование архитектур двух распределенных файловых систем (РФС) — Google File System (GFS) и Hadoop Distributed File System (HDFS). Автор анализирует структуру обеих систем, выделяя их ключевые особенности и уникальные характеристики.

Ключевые слова: РФС, GFS, HDFS, файловая система.

Распределенные файловые системы (РФС) играют важную роль в современных вычислительных средах, обеспечивая эффективное хранение и обработку огромных объемов данных. Две из самых известных и широко используемых РФС — Google File System (GFS) от Google и Hadoop Distributed File System (HDFS) от Apache, обладают рядом схожих черт, но имеют и свои особенности в архитектуре и применении.

Архитектура GFS

В структуре файловой системы Google File System (GFS) файлы организованы иерархически с использованием каталогов, как и в аналогичных файловых системах, и идентифицируются своим путем. Пользователи могут выполнять стандартные операции с файлами в GFS, такие как создание, удаление, открытие, закрытие, чтение и запись. Кроме того, GFS предоставляет возможность создавать резервные копии, или снимки, файлов или дерева каталогов с минимальными затратами.

Основными компонентами GFS являются мастер-сервер и чанк-серверы, где хранятся данные. Обычно кластер GFS состоит из одного главного мастер-сервера и нескольких чанк-серверов. Файлы в GFS разбиваются на небольшие фрагменты, называемые чанками, которые хранятся на чанк-серверах и реплицируются для обеспечения отказоустойчивости. Мастер-сервер отвечает за управление метаданными всей файловой системы, включая пространство имен, контроль доступа и информацию о чанках.

Клиенты взаимодействуют с мастер-сервером только для операций, связанных с метаданными, в то время как операции с данными выполняются напрямую с чанк-серверами. GFS не поддерживает POSIX API, что освобождает разработчиков от необходимости работать с уровнем VNode в Linux. Обычный размер чанка в GFS составляет 64 мегабайта, что обеспечивает эффективную работу с крупными файлами. Общая архитектура GFS представлена на рис. 1.

Исходя из вышеописанной архитектуры можно выделить преимущества такой системы:

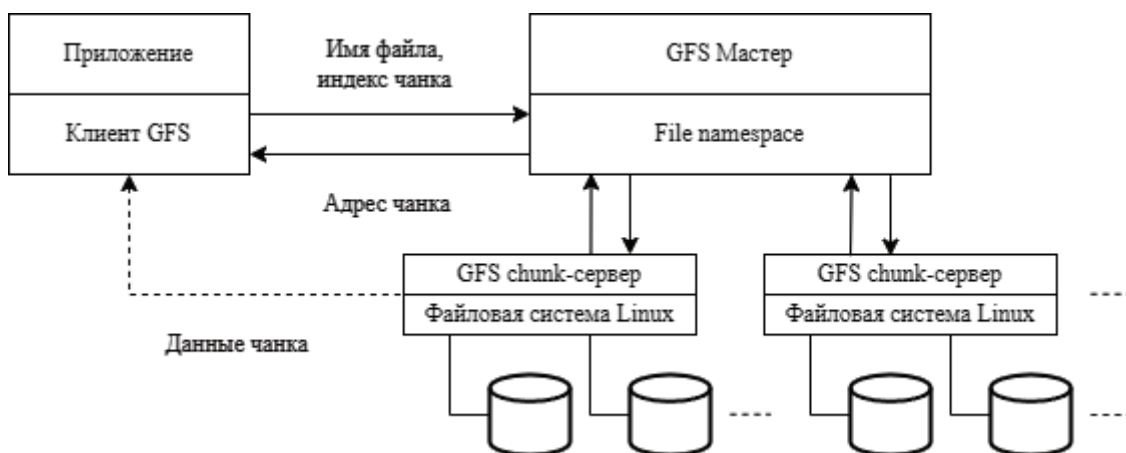


Рис. 1. Общая архитектура GFS

— Высокая доступность и отказоустойчивость, достигающаяся с помощью репликации

— Операции пакетной обработки, такие как запись в журнал операций и сбор мусора, способствуют увеличению пропускной способности.

— Простой и эффективная архитектура с одним мастером обеспечивает хорошую производительность для последовательного чтения большого количества данных.

Также в данной архитектуре присутствуют и минусы:

— При увеличении записей производительность системы может уменьшаться.

— Система ограничена количеством памяти на GFS Мастере.

— Маленькие файлы разбиваются на малое количество частей, что может привести к увеличению нагрузки на серверах, хранящих такие файлы.

Архитектура HDFS

Hadoop Distributed File System (HDFS) — распределенная файловая система, созданная для использования на оборудовании общего назначения. Она имеет много общих черт с другими распределенными файловыми системами, но имеет и значительные отличия. HDFS обеспечивает высокую отказоустойчивость и разработана для работы на недорогом оборудовании. Она обеспечивает высокую пропускную способность доступа к данным приложений и подходит для работы с большими объемами данных. HDFS в некоторых аспектах отличается от стандартов POSIX, чтобы обеспечить потоковый доступ к данным файловой системы.

HDFS имеет архитектуру типа master/slave. Кластер HDFS состоит из одного NameNode, мастер-сервера, который управляет пространством имен файловой системы и регулирует до-

ступ к файлам клиентов. Кроме того, есть несколько DataNode, обычно по одному на узел в кластере, которые управляют хранилищем, присоединенным к узлам, на которых они работают. HDFS предоставляет пространство имен файловой системы и позволяет хранить пользовательские данные в файлах. Внутренне файл разбивается на один или несколько блоков, и эти блоки хранятся в наборе DataNode. NameNode выполняет операции пространства имен файловой системы, такие как открытие, закрытие и переименование файлов и каталогов. Он также определяет сопоставление блоков с DataNode. DataNode отвечают за обслуживание запросов на чтение и запись от клиентов файловой системы. DataNode также выполняют создание, удаление и репликацию блоков по инструкции от NameNode. Проиллюстрируем данную архитектуру на рис. 2.

Преимущества HDFS:

— Большой размер блока по сравнению с другими файловыми системами.

— Принцип WORM (Write Once, Read Many) полностью освобождает систему от блокировок типа «запись-чтение».

— Запись в файл в одно время доступна только одному процессу, что исключает конфликты множественной записи.

— HDFS оптимизирована под потоковую передачу данных.

Недостатки HDFS:

— Сервер имён является центральной точкой всего кластера, и его отказ повлечёт собой системы целиком.

— Нельзя дописывать или оставлять открытыми для записи файлы в HDFS.

Вывод

HDFS упрощает модель записи, разрешая только одного писателя или добавление данных одновременно, что обес-

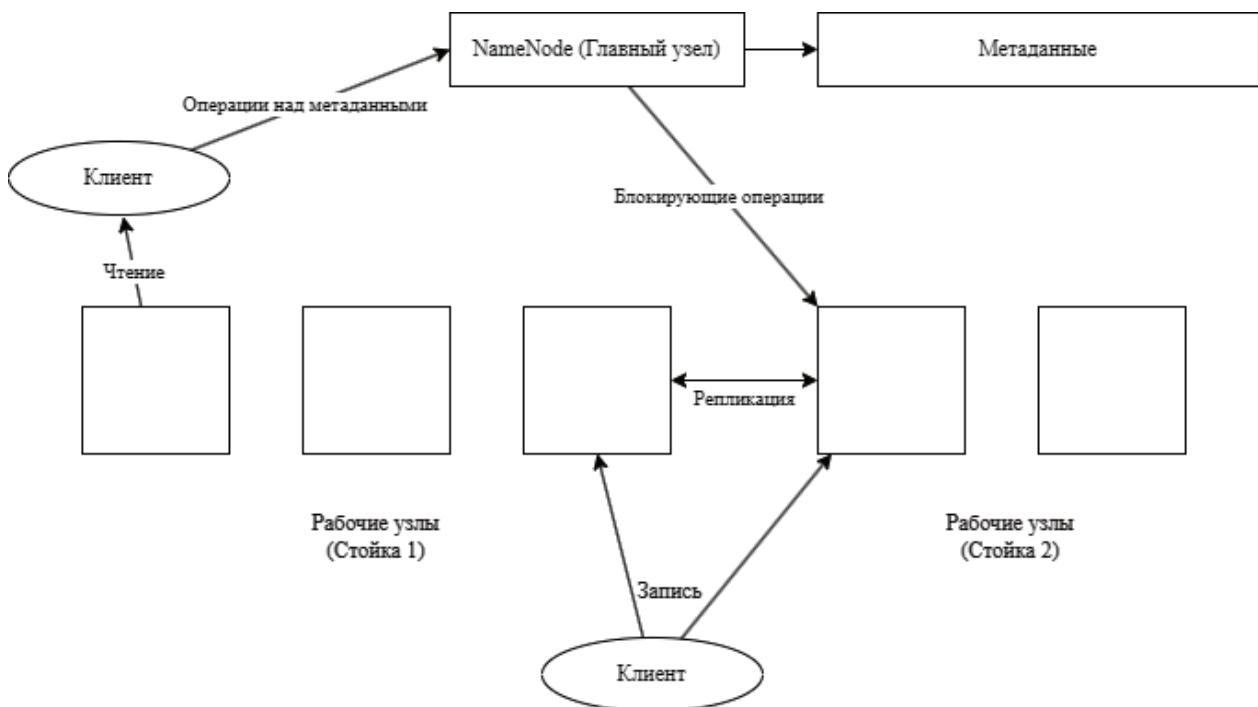


Рис. 2. Общая архитектура HDFS

печивает более простую систему управления согласованностью данных. С другой стороны, GFS позволяет нескольким клиентам писать или добавлять данные в один файл одновременно, что увеличивает сложность обеспечения согласованности данных, но может повысить параллелизм записи данных.

Однако следует отметить, что GFS использует механизм аренды для обеспечения последовательной согласованности при записи данных на несколько реплик. Этот механизм позво-

ляет определить порядок записи для каждой реплики и гарантирует согласованность данных в глобальном порядке.

В целом, HDFS и GFS являются мощными распределенными файловыми системами, которые оптимизированы для различных типов рабочих нагрузок. HDFS становится отраслевым стандартом для хранения больших объемов данных, в то время как GFS, с его поддержкой конкурентной записи, остается востребованным решением для приложений, требующих параллельной обработки данных.

Литература:

1. White, Tom. Hadoop: The Definitive Guide.— O’Reilly Media, 2015.
2. Kleppmann, Martin. Designing Data-Intensive Applications: The Big Ideas Behind Reliable, Scalable, and Maintainable Systems.— O’Reilly Media, 2017.

Математическая модель зависимости выхода аммиака от температуры и численный метод задачи моделирования с помощью программного продукта MathCAD

Ирисов Игорь Александрович, студент магистратуры

Научный руководитель: Хасанов Марат Камирович, кандидат физико-математических наук, доцент
Стерлитамакский филиал Уфимского государственного университета науки и технологий

В данной статье рассматриваются следующие расчеты: составление экспериментально-статистической модели на основе экспериментальных данных зависимости выхода аммиака от температуры и проверка её адекватности. Построение математической модели включает структурную и параметрическую идентификацию математической модели, которая проводится с использованием современных информационных технологий.

Ключевые слова: математическая модель, экспериментально-статистическая модель, численный метод задачи моделирования, эмпирическая модель, зависимость выхода аммиака от температуры.

Математическое описание технологического объекта на основе экспериментальных данных (эмпирическая модель) применяется в тех случаях, когда либо нет информации о механизме протекающих процессов, либо они плохо поддаются описанию с использованием физико-химических блочных моделей. В этом случае технологический объект (ТО) представляется в виде так называемого черного ящика (рис. 1) — кибернетической системы, в которой единственно доступной информацией являются её входные (X) и выходные (Y) переменные, где $X = [x_1, x_2, \dots, x_n]$ — вектор входных переменных, влияющих на состояние системы и её свойства, $Y = [y_1, y_2, \dots, y_n]$ — вектор выходных переменных, характеризующих состояние системы.

Далее выявляют входные и выходные параметры процесса. К ним относятся: переменные, изменение которых связано с характером протекания процесса (управляемые переменные); переменные, изменение которых непосредственно влияет на ход процесса, — их можно измерять, а также целенаправленно изменять (управляющие воздействия); переменные, изменение которых непосредственно влияет на ход процесса, — их целенаправленное изменение невозможно (возмущающие воздействия); переменные, изменение которых косвенно связано с характером протекания процесса (промежуточные переменные). Затем определяют связи между указанными переменными и граничные условия протекания процесса.

Математическая модель процесса включает: основные переменные процесса, связи между основными переменными в статике, ограничения на процесс, критерий оптимальности, функции оптимальности, связи между основными переменными в динамике.

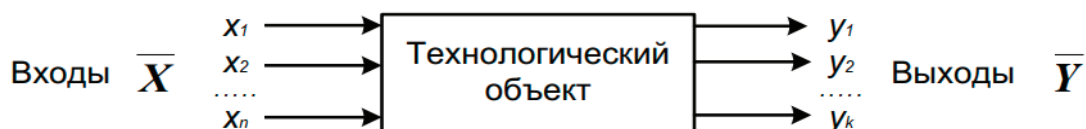


Рис. 1. Изображение технологического объекта в виде «черного ящика»

В данной работе будут использованы опытные данные (табл. 1):

Таблица 1. Зависимость выхода аммиака от температуры

Температура, град	Выход аммиака, %
723	35,5
748	31,0
773	26,2
873	23,84
973	7,28
1020	4,89

Применительно к рассматриваемому процессу его основным показателем является выход целевого продукта (аммиака), который зависит от ряда переменных параметров (в данном расчёте от температуры).

В общем виде эмпирические модели строятся для каждой отдельной выходной переменной из всех y_i ($i = 1, 2, \dots, n$) в зависимости от всех входных переменных x_i ($i = 1, 2, \dots, n$), т.е.

$$y = f(x_1, x_2, \dots, x_n, \alpha), \quad (1)$$

где $\alpha = [\alpha_0, \alpha_1, \dots, \alpha_m]$ — $(m+1)$ коэффициентов эмпирической модели.

Конкретный вид функциональной зависимости (f) и значения коэффициентов α определяются из опытных данных, т.е. эмпирически.

Так как результаты опытных измерений являются случайными величинами, то для их обработки используется один из наиболее распространённых методов математической статистики — метод **регрессионного** и **корреляционного** анализа.

Для построения эмпирической статистической модели на выборке экспериментальных данных решаем три основные задачи:

- определяем конкретный вид функции (1), т.е. решаем задачу **структурной идентификации**;
- определяем выборочные (эмпирические) коэффициенты регрессии α , т.е. решаем задачу **параметрической идентификации**;
- проводим **статистический (регрессионный) анализ** полученных результатов с целью оценки погрешностей полученной модели.

Составление программы для построения экспериментально-статистической модели и анализ результатов моделирования

MathCad включает ряд функций для вычисления регрессии. Обычно эти функции создают кривую или поверхность определённого типа, которая минимизирует ошибку между собой и имеющимися данными.

Функции отличаются, прежде всего, типом кривой или поверхности, которую они используют, чтобы аппроксимировать данные.

Самый простой и наиболее часто используемый вид регрессии — линейная.

В программе MathCad реализована также регрессия одним полиномом, отрезками нескольких полиномов и двумерная регрессия массива данных.

Исходные экспериментальные данные:

Температура, С (аргумент)

$$T := (723 \ 748 \ 773 \ 873 \ 973 \ 1020)^T$$

Процент выхода аммиака, % (экспериментальные данные)

$$w := (35.5 \ 31.0 \ 26.2 \ 12.84 \ 7.28 \ 4.89)^T$$

Структурная идентификация (выбор уравнения)

Для выбора уравнения с целью описания зависимости $w=f(T)$ на основе экспериментальных данных построим график (рисунок 2)

Видно, что зависимость $w=f(T)$ имеет экспоненциальный характер. В соответствии с теорией зависимость выхода аммиака от температуры описывается уравнением:

$$w = w_0 \cdot \exp(-E/(R \cdot T)), \quad (2)$$

где w_0 — предэкспоненциальный множитель; E — энергия активации, Дж/моль; $R = 8,314$ Дж/(моль*С) — универсальная газовая постоянная; T — температура, С.

Опишем экспериментальные данные с использованием этого уравнения.

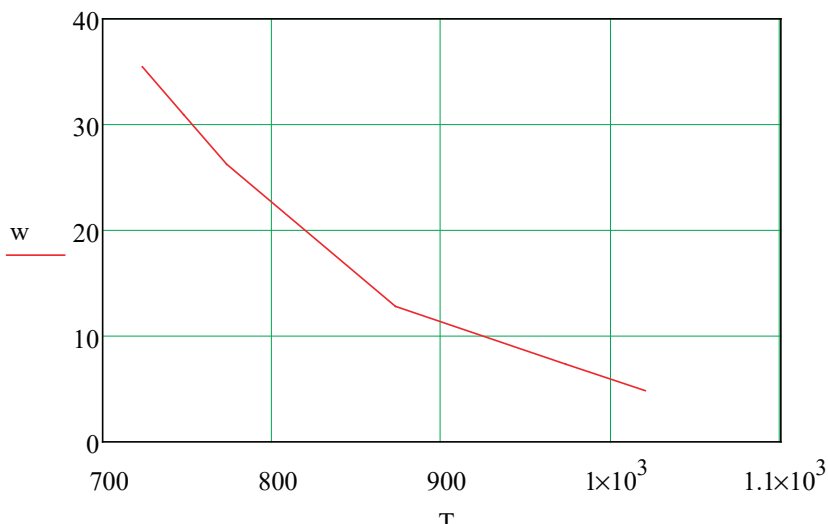


Рис. 2. График зависимости $w=f(T)$ на основе экспериментальных данных

Параметрическая идентификация (определение коэффициентов)

Для расчёта коэффициентов уравнения приведём его к линейному виду. Для этого проинтегрируем уравнение. В результате получим:

$$\ln(w) = \ln(w_0) - E \cdot 1 / (R \cdot T), \tag{3}$$

Если обозначить $y_e = \ln(w)$, $x = 1/T$, $b = \ln(w_0)$, $a = -E/R$, то получим линейное уравнение:

$$y_e = b + a \cdot x \tag{4}$$

$$y_e := \ln(w)$$

$$x := \frac{1}{T}$$

$$R := 8.314$$

Для расчёта коэффициентов линейного уравнения воспользуемся функциями MathCad.

$$b := \text{intercept}(x, y_e) \quad b = -3.077$$

$$a := \text{slope}(x, y_e) \quad a = 4.863 \times 10^3$$

$y_r := b + a \cdot x$ — расчётное уравнение.

Определение значимости коэффициентов регрессии

Абсолютная величина коэффициентов значительно отличается от нуля, поэтому можно утверждать, что оба коэффициента значимы.

Анализ уравнения (4) и определение коэффициентов уравнения (2)

Построим графики по экспериментальным и расчётным значениям для линейной модели.

$$1000 \cdot x = \begin{pmatrix} 1.383 \\ 1.337 \\ 1.294 \\ 1.145 \\ 1.028 \\ 0.98 \end{pmatrix} \quad y_e = \begin{pmatrix} 3.57 \\ 3.434 \\ 3.266 \\ 2.553 \\ 1.985 \\ 1.587 \end{pmatrix} \quad y_r = \begin{pmatrix} 3.649 \\ 3.425 \\ 3.214 \\ 2.494 \\ 1.921 \\ 1.691 \end{pmatrix}$$

Коэффициент корреляции: $\text{corr}(x, y_e) = 0.996$

Вывод: Значение коэффициента корреляции и данные графика свидетельствуют о линейной зависимости между x и y_e .

Рассчитываем коэффициенты уравнения (2):

$$E := -R \cdot a \quad E = -4.043 \times 10^4$$

$$w_0 := e^b \quad w_0 = 0.046$$

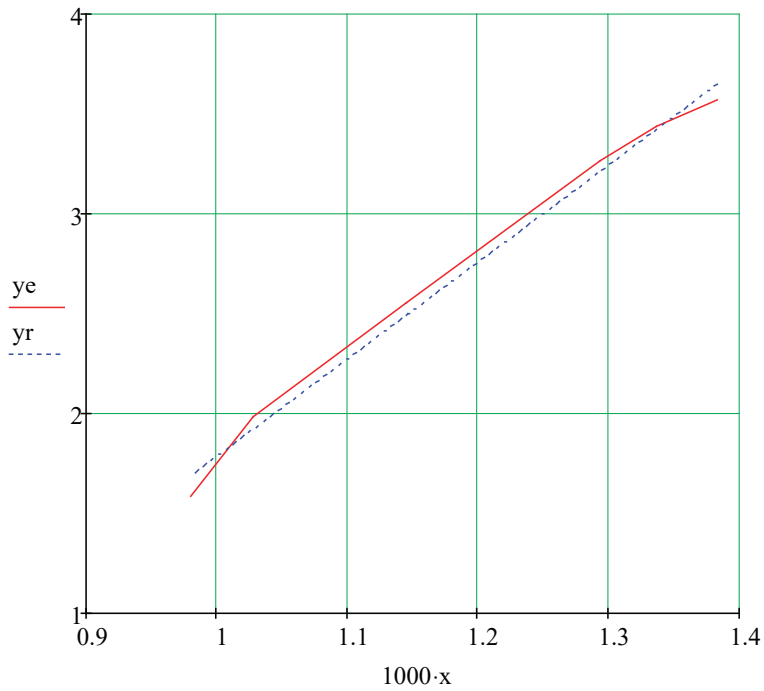


Рис. 3. График Аррениуса

Расчётное уравнение — $wt(T) := w_0 \cdot e^{\frac{-E}{R \cdot T}}$

Построим графики по экспериментальным и расчётным значениям для данной модели (рис. 4).

$$T^T = (723 \ 748 \ 773 \ 873 \ 973 \ 1.02 \times 10^3)$$

$$w = \begin{pmatrix} 35.5 \\ 31 \\ 26.2 \\ 12.84 \\ 7.28 \\ 4.89 \end{pmatrix} \quad wt(T) = \begin{pmatrix} 38.453 \\ 30.711 \\ 24.887 \\ 12.106 \\ 6.829 \\ 5.424 \end{pmatrix}$$

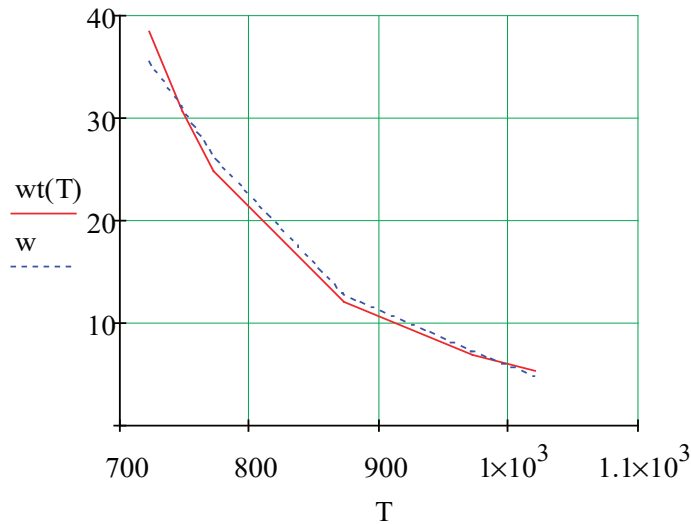


Рис. 4. Зависимость процента выхода аммиака от температуры

Проверка адекватности модели

Так как отсутствуют параллельные опыты при проведении экспериментальных исследований, то для количественной оценки адекватности модели (уравнения регрессии) необходимо определить отношение дисперсии среднего (SScp) к дисперсии адекватности (SSad) и сравнить с табличными значениями критерия Фишера.

Рассчитываем среднее экспериментальных значений процентов выхода аммиака.

$$wsr := \frac{\sum_{i=0}^{last(w)} w_i}{last(w) + 1} \quad wsr = 19.618$$

Рассчитаем дисперсию экспериментальных значений процента выхода аммиака относительно среднего значения

$$SSsr := \frac{\sum_{i=0}^{last(w)} (w_i - wsr)^2}{last(w)} \quad SSsr = 168.038$$

Рассчитаем дисперсию расчётных и экспериментальных значений процента выхода аммиака (дисперсию адекватности)

$$SSad := \frac{\sum_{i=0}^{last(w)} ((w_i - wt(T)_i))^2}{last(w)} \quad SSad = 2.311$$

Рассчитаем критерий Фишера:

$$Fp := \frac{SSsr}{SSad} \quad Fp = 72.703$$

Табличное значение критерия Фишера при $\alpha=0,05$; $f1=1$; $f2=3$;

$F_{таб} = 10,13$

Так как $Fp > F_{таб}$, модель можно считать адекватной.

Литература:

1. Кафаров В. В. Методы кибернетики в химии и химической технологии: 4-е изд., перераб., доп. Учебник для вузов.— М.: Химия, 1985.— 448 с.
2. Плис А. И., Сливина Н. А. MathCad 2000. Математический практикум.— М.: Финансы и статистика, 2003.— 482 с.
3. Самарский А. А., Гулин А. В. Численные методы.— М.: Наука, 1989.— 432 с.

Современные подходы и технологии в модулях технического зрения для распознавания лиц в системах контроля доступа

Клюев Данил Евгеньевич, студент магистратуры

Научный руководитель: Пелевин Владимир Николаевич, кандидат педагогических наук, доцент
Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б. Н. Ельцина (г. Екатеринбург)

Системы технического зрения для распознавания лиц представляют собой область активных исследований и разработок, обусловленную широким спектром прикладных задач от обеспечения безопасности до целей маркетинга. Несмотря на значительный прогресс в области машинного обучения и компьютерного зрения, существующие технологии все еще сталкиваются с рядом технических проблем, таких как изменчивость условий освещения, изменения во внешности и требования к быстрдействию. В данной статье рассматриваются ключевые технические методы и алгоритмы, используемые в системах распознавания лиц, а также анализируются основные проблемы, с которыми эти системы сталкиваются на сегодняшний день.

Ключевые слова: GAN, CNN, SVM, машинное обучение.

Распознавание лиц с помощью технического зрения играет важную роль во множестве сфер, включая биометрические системы контроля доступа, видеонаблюдение и персонализированную рекламу. За последние десятилетия разработки в области сверточных нейронных сетей (CNN), машинного обучения и искусственного интеллекта существенно повысили эффективность и доступность этих технологий. Однако, несмотря на успешное применение, существует целый ряд проблем, снижающих точность и надежность систем распознавания лиц.

Методы и алгоритмы

Сверточные нейронные сети (CNN) являются передовыми технологиями в области распознавания образов, включая распознавание лиц, моделируя способы обработки информации, характерные для живых организмов. Вот несколько примеров применения CNN в распознавании лиц [1].

Модель VGG-Face, основанная на архитектуре VGG-16, была адаптирована специально для задач распознавания лиц. Благодаря обучению на обширном наборе данных, VGG-Face обеспечивает высокое качество распознавания, способно различать тонкие детали даже в сложных условиях.

Семейство ResNet моделей использует принцип «остаточного обучения», который позволяет строить глубокие нейронные сети. Продвинутое алгоритмы ResNet значительно повышают эффективность обучения и точность распознавания лиц в сетях с большим количеством слоев.

Архитектура DenseNet улучшает передачу информации и градиентов внутри сети, что ведет к повышенной точности при использовании меньшего количества параметров. В задачах распознавания лиц DenseNet точно идентифицирует мелкие, но значимые черты лица, что делает его предпочтительной моделью для определенных приложений.

CNN подтверждают свое лидерство в технологиях распознавания лиц благодаря своей точности и адаптивности.

Технология GAN, или генеративно-состязательные сети, является передовым инструментом в области машинного обучения, который используется для создания высококачественных, реалистичных изображений лиц. Эти изображения могут значительно улучшить качество и эффективность про-

цессов обучения нейронных сетей, избегая при этом необходимости в расширении существующих датасетов за счет включения дополнительных данных.

Применение технологии GAN особенно ценно благодаря ряду уникальных возможностей. Во-первых, GAN способны генерировать новые изображения лиц, каждое из которых обладает индивидуальными характеристиками. Это могут быть особенности внешности, которые редко встречаются в стандартных датасетах, но которые необходимы для формирования более устойчивых и точных моделей нейронных сетей.

Во-вторых, GAN обладают способностью генерировать лица в различных условиях освещения, с разнообразными эмоциональными выражениями и в широком диапазоне возрастов. Такая способность делает системы распознавания лиц более адаптивными к разнообразным ситуациям и условиям, что существенно улучшает их универсальность и надежность в реальных приложениях.

Дополнительно, использование GAN в тренировке нейронных сетей позволяет уменьшить переобучение, так как модели учатся работать с изображениями, которые значительно различаются, но в то же время реалистичны. Это способствует обучению более генерализованных моделей, что является ключевым фактором для успешного внедрения систем распознавания лиц в различные сектора, от безопасности до маркетинга.

В целом, GAN представляют собой мощный инструмент, который открывает новые перспективы для развития искусственного интеллекта путем создания более сложных и адаптируемых систем.

Сверточные нейронные сети (CNN) и генеративно-состязательные сети (GAN) действительно представляют собой передовые технологии в области распознавания и анализа лиц, благодаря их способности эффективно обрабатывать и анализировать изображения на глубоком уровне. Эти методы способствуют развитию сферы кибербезопасности, персонализированной рекламы и многих других, где точное и быстрое распознавание лиц играет ключевую роль. Однако, несмотря на внушительные успехи в нейронных сетях, классические методы машинного обучения, такие как опорные векторные машины (SVM) и адаптивный бустинг, не теряют своей значимости в ряде прикладных областей [2].

Опорные векторные машины (SVM) особенно полезны при необходимости решения бинарных классификационных задач, когда надо четко разделить два класса объектов. В контексте распознавания лиц, такой подход необходим, например, при проверке подлинности личности в банковских системах или в системах контроля доступа, где требуется надежно определить, принадлежит ли образец лица зарегистрированному пользователю или нет. SVM хорошо справляются с этой задачей благодаря своей способности максимизировать разделительную границу между классами, что делает классификатор особенно устойчивым к ошибкам.

Адаптивный бустинг, с другой стороны, представляет собой технику, которая координирует работу множества слабых моделей предсказания для создания более мощной обобщенной предсказательной модели. Этот метод особенно полезен в условиях, когда встречается большая вариативность в данных и требуется анализировать множество переменных, что часто встречается в биометрических идентификационных системах с различными типами входных данных и атрибутов. Адаптивный бустинг эффективен в управлении этими сложностями, поскольку последовательно настраивает слабые модели на основе ошибок предыдущих моделей, что позволяет значительно улучшить качество классификации, даже если индивидуальные предсказатели не идеальны.

Таким образом, хотя инновационные подходы в области машинного обучения, такие как CNN и GAN, открывают новые возможности для развития технологий распознавания лиц, проверенные временем классические методы, такие как SVM и адаптивный бустинг, продолжают играть ключевую роль в решении конкретных задач, где требуется надежность и точность. Эти методы вместе формируют разнообразный инструментарий, который может быть адаптирован для широкого спектра применений в различных областях.

Проблемы распознавания лиц

Качество освещения играет ключевую роль в процессе распознавания лиц, поскольку плохое или неравномерное освещение может существенно снизить точность систем. Для преодоления этих трудностей применяются технологии высокого динамического диапазона (HDR), которые способствуют улучшению качества изображения за счёт более точного воспроизведения светлых и тёмных участков сцены. Кроме того, развитие алгоритмов коррекции освещения позволяет адаптировать и модифицировать изображения таким образом, чтобы минимизировать влияние неидеальных условий освещения на процесс распознавания [3].

Изменения во внешности человека, такие как влияние времени (изменение возрастных черт), стиль одежды, наличие различных аксессуаров (очки, шапки, маски и т.д.), представляют значительные препятствия для алгоритмов распознавания лиц. Решением этой проблемы может стать использование адаптивных алгоритмов, которые способны к гибкому распознаванию лиц, несмотря на указанные изменения. Интеграция

таких алгоритмов требует постоянного обновления и обучения с использованием актуальных и разнообразных данных для поддержания высокой точности распознавания.

Сложной задачей для систем распознавания лиц является также необходимость обработки большого объема запросов в реальном времени. Это требует использования значительных вычислительных ресурсов и тщательной оптимизации программного обеспечения для минимизации задержек и обеспечения быстрой обработки данных.

Наконец, непрерывающаяся работа по повышению точности распознавания и снижению числа ошибок является приоритетной целью, так как эти факторы напрямую влияют на доверие и удобство пользования пользователями. Системы, которые могут надежно и точно идентифицировать личности в различных условиях, становятся ключевыми для широкого диапазона приложений, от банковской безопасности до персонализированных пользовательских сервисов.

Технологии распознавания лиц продолжают становиться всё более интегрированными в повседневную жизнь, охватывая области безопасности, маркетинга и личных технологий. Однако, несмотря на значительные достижения, в этой сфере все еще существуют значительные вызовы, решение которых необходимо для дальнейшего продвижения и повышения принятия этих технологий обществом.

Улучшение алгоритмов машинного обучения играет центральную роль в этом процессе. С помощью более продвинутых алгоритмов возможно достижение более высокой точности распознавания даже в условиях низкого качества изображений и изменений во внешности людей. Это, в свою очередь, может снизить количество ложных срабатываний и улучшить пользовательский опыт.

Кроме того, управление данными имеет решающее значение для обучения эффективных распознавательных систем. Системы должны иметь доступ к разнообразным, обширным и актуализированным наборам данных для обучения, что требует строгих мер по обеспечению приватности и безопасности этих данных.

Значительное внимание также требуется уделять оптимизации системной инфраструктуры. Улучшение производительности обработки данных в реальном времени может значительно повысить привлекательность этих систем для коммерческого использования, особенно в таких сферах, как видеонаблюдение и интерактивные сервисы.

В заключение, хотя перед технологиями распознавания лиц стоит много сложных задач, систематическое решение этих проблем через инновации в области машинного обучения, управления данными и оптимизации систем может значительно ускорить развитие и расширение области применения этих технологий. Таким образом, мы можем не только повысить эффективность и надежность этих систем, но и расширить их потенциал для создания более безопасного и удобного мира.

Литература:

1. Особенности работы сверточных нейронных сетей / В. О. Скрипачев. — Текст: электронный // CyberLeninka: [сайт]. — URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/osobennosti-raboty-svertochnyh-neyronnyh-setey> (дата обращения: 26.04.2024).

2. Бабаев, А.М. Обзор классических методов машинного обучения в контексте решения задач классификации / А.М. Бабаев.— Текст: электронный // CyberLeninka: [сайт].— URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/obzor-klassicheskikh-metodov-mashinnogo-obucheniya-v-kontekste-resheniya-zadach-klassifikatsii> (дата обращения: 26.04.2024).
3. Яровенко, В.В. Отдельные проблемы применения системы распознавания лиц а правоохранительной деятельности / В.В. Яровенко.— Текст: электронный // CyberLeninka: [сайт].— URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/otdelnye-problemy-primeneniya-sistemy-raspoznvaniya-lits-v-pravoohranitelnoy-deyatelnosti> (дата обращения: 26.04.2024).

Влияние окружающей среды на эффективность систем технического зрения в контексте контроля доступа

Клюев Данил Евгеньевич, студент магистратуры

Научный руководитель: Пелевин Владимир Николаевич, кандидат педагогических наук, доцент
Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б. Н. Ельцина (г. Екатеринбург)

Системы технического зрения для распознавания лиц активно разрабатываются и исследуются, благодаря их широкому спектру применений в различных областях, от безопасности до маркетинга. Несмотря на значительные достижения в области машинного обучения и компьютерного зрения, существующие решения по-прежнему сталкиваются с техническими вызовами, такими как разнообразие условий освещения, изменения во внешности и требования к скорости обработки. Данная статья представляет собой обзор основных технических методов и алгоритмов, применяемых в системах распознавания лиц, и оценивает текущие проблемы и ограничения, с которыми сталкиваются эти технологии.

Ключевые слова: техническое зрение, визуальная информация, машинное обучение.

Исследуя воздействие внешних факторов на системы технического зрения, мы сталкиваемся с разнообразием условий, которые могут серьезно повлиять на их эффективность и надежность работы. Это заставляет нас искать и разрабатывать методы и технологии, способные минимизировать негативные последствия и обеспечить стабильную функциональность систем.

Одним из ключевых факторов, существенно влияющих на качество работы систем технического зрения, является освещение. Изменчивый уровень освещённости может значительно исказить получаемые системой изображения. Слишком яркий свет или его недостаток приводят к потере деталей, делая изображения неприемлемыми для анализа. Решением здесь служат разработанные технологии адаптивного освещения, которые не только реагируют на колебания света, но и оптимизируют параметры съемки, тем самым обеспечивая сохранение высокого уровня качества изображений.

Погодные условия также являются значительным вызовом для систем технического зрения, особенно во внешнем применении. Явления такие как дождь, снег и туман значительно снижают видимость и создают помехи в работе систем [1]. Применение защитных объективов и кожухов помогает минимизировать контакт оптических элементов с водой и грязью, а использование специализированных алгоритмов предварительной обработки изображений позволяет улучшать видимость, корректируя искажения, вызванные атмосферными осадками или туманом.

Динамичный и постоянно изменяющийся мир представляет собой ещё одно испытание для систем технического зрения, особенно когда задачей является распознавание и слежение за

объектами на насыщенных фонах изображений. Быстрые перемещения объектов и изменчивость сцен могут стать источником ошибок в распознавании и трекинге. В ответ на это были разработаны адаптивные алгоритмы обнаружения и отслеживания, которые повышают точность идентификации объектов и позволяют системе адекватно реагировать на сложные динамические изменения в окружающей среде.

В рамках современных исследований по обработке изображений, повышение контраста занимает одно из ключевых мест, так как это напрямую влияет на качество восприятия визуальной информации. Повышение контраста особенно важно в условиях ограниченного или недостаточного освещения, как, например, в ночное время. Эффективное разделение фоновых и объектных элементов на изображении улучшает визуальное различение объектов, что особенно важно при съемке в теневых и слабо освещенных условиях. Детализация контуров и тонов позволяет лучше выделить нужные объекты, способствуя тем самым повышению общего качества изображения.

Шум на изображении является одной из основных проблем, снижающих качество визуальной информации. Использование специализированных фильтров, таких как медианные или Гауссовские, является эффективным методом борьбы с визуальными искажениями, особенно привнесенными неблагоприятными погодными условиями или техническими ограничениями камеры [2]. Эти фильтры сглаживают визуальные дефекты при сохранении важных деталей, что делает обработку данных более точной и полезной для дальнейшего анализа и использования.

Визуальная информация также может страдать от динамических искажений, вызванных быстрым перемещением объ-

ектов или вибрациями камеры. Методы стабилизации изображений и коррекция динамических искажений играют важную роль в поддержании целостности и качества получаемых данных. Современные алгоритмы, адаптивно регулирующие параметры камеры или применяющие постобработку для снижения размытия и оптических артефактов, помогают улучшить общее качество изображений. Эта коррекция позволяет обеспечивать более точное определение объектов и их характеристик, даже в условиях, когда стандартная съемка не дает желаемых результатов.

Искусственный интеллект и машинное обучение особенно ценны в тех случаях, когда системы могут обучаться прямо в процессе своей эксплуатации. Это включает в себя анализ данных, получаемых непосредственно из окружения, где система функционирует. Такой подход обеспечивает более быструю и точную адаптацию к изменениям, что особенно важно для систем технического зрения. Например, системы видеонаблюдения могут автоматически корректировать настройки изображения или оптимизировать алгоритмы распознавания на основе типов активности и особенностей среды. Это улучшает надежность работы систем в условиях изменчивости освещения и погоды, поскольку каждое событие, каждый сбор данных улучшает модель.

Глубокие нейронные сети значительно продвигают возможности системы технического зрения, позволяя не только точно распознавать образы, но и активно работать с некачественными или искаженными данными. Применение конволюционных нейронных сетей (CNN) позволяет системам исправлять дефекты изображения, вызванные плохим освещением или погодными условиями, тем самым улучшая качество визуальной информации перед её анализом. Эта способность к самокоррекции повышает общую точность систем и увеличивает доверие пользователей.

Используя данные из прошлого опыта, ИИ способен предсказывать возможные нестандартные ситуации и соответственно корректировать свои действия для предотвращения ошибок. Например, если система мониторинга обнаруживает появление необычных погодных условий, ИИ может заранее скорректировать параметры съемки для обеспечения более четкого изображения. Это свойство самообучения и адаптации делает ИИ незаменимым инструментом в реакции на динамические изменения среды. Это делает систему надежнее

и эффективным средством предотвращения потенциальных сбоев или ошибочных действий в сложных и критических ситуациях.

Адаптация обучения ИИ и машинного обучения под условия реального времени становится критичной для обеспечения высокой производительности, надежности и аккуратности современных технологических систем. Вложения в подобные технологии и методики обучения обещают значительное улучшение показателей эффективности и безопасности в мире, где технологии постоянно эволюционируют и требуют к себе повышенного внимания.

Заключение

Системы технического зрения, применяемые в области контроля доступа и многих других приложениях, регулярно сталкиваются с вызовами, обусловленными внешними факторами. Эти вызовы исходят не только от погодных условий, таких как туман, осадки или экстремальные температуры, но и от технических ограничений оборудования, включая флуктуации в качестве изображения из-за недостаточной освещенности или шумов, вызванных высоким уровнем ISO.

Таким образом, разработка и интеграция адаптивных систем, устойчивых к изменениям в окружающей среде, остаются в центре внимания учёных и инженеров по всему миру. Это необходимо не только для поддержания актуальности технологий в изменчивых условиях эксплуатации, но и для повышения безопасности, точности и надёжности систем контроля доступа.

Вызывают интерес исследования в области машинного обучения и искусственного интеллекта, которые обеспечивают возможность создания самообучающихся и самоадаптирующихся систем, способных динамически реагировать на изменения во внешней среде. Эти технологии представляют большие перспективы для развития более умных, надёжных и эффективных систем технического зрения.

Роль инновационных подходов в улучшении устойчивости систем видеонаблюдения и контроля доступа к капризам природы и недостаткам технического оборудования не может быть недооценена. Непрерывные и интенсивные исследования в этой области неразрывно связаны с улучшением качества и расширением возможностей применения систем на основе технического зрения в самых разнообразных областях.

Литература:

1. Гончаров, А. В. Влияние освещенности на качество распознавания фронтальных лиц / А. В. Гончаров. — Текст: электронный // CyberLeninka: [сайт]. — URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-osveschennosti-na-kachestvo-raspoznavaniya-frontalnyh-lits> (дата обращения: 26.04.2024).
2. Дергачев, В. В. Методы анализа и структурированного распознавания лиц в естественных условиях / В. В. Дергачев. — Текст: электронный // CyberLeninka: [сайт]. — URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/metody-analiza-i-strukturirovannogo-raspoznavaniya-lits-v-estestvennyh-usloviyah> (дата обращения: 26.04.2024).

Интеграция информационных систем как необходимая составляющая качественной медицинской помощи в онкологической службе

Кожамбердин Кайрат Ерболатович, студент магистратуры

Казахский национальный медицинский университет имени С. Д. Асфендиярова (г. Алматы, Казахстан)

Научный руководитель: Тулегенова Роза Абиловна, кандидат экономических наук, ассоциированный профессор

Университет имени Сулеймана Демиреля (г. Каскелен, Казахстан)

Современные медицинские информационные системы по-прежнему остаются серьезным вызовом для систем здравоохранения всего мира.

Компьютерные технологии и разрабатываемые на их основе программы и информационные системы являются универсальным инструментом, используемым в биомедицинских исследованиях и практическом здравоохранении для формирования структурированных массивных данных, их анализа и принятия решений на основе алгоритмов обработки в соответствии со стандартами оказания медицинской помощи и клиническими протоколами диагностики и лечения.

Информационно-аналитическая система учета онкологических больных в Казахстане, электронный регистр онкологических больных (ЭРОБ), базируется на сложившихся принципах: обязательной регистрации каждого онкологического больного и каждой выявленной злокачественной опухоли в онкологических диспансерах, амбулаторно-поликлиническом звене ПМСП по месту постоянной регистрации пациентов и пожизненное диспансерное наблюдение за онкологическими больными.

Комплексная медицинская информационная система (КМИС) предназначена для автоматизации медицинских организаций (МО). Цель системы — повышение качества и доступности медицинской помощи за счет автоматизации работы медицинских сотрудников по всем направлениям деятельности МО, функционирования электронной медицинской карты (ЭМК), организации эффективного информационного взаимодействия между всеми участниками лечебно-диагностического процесса (МО). КМИС позволяет сократить и полностью исключить рутинные операции по оформлению медицинской документации, повысить качество и информативность медицинских документов. Основное технологическое решение, способное достичь внедрение электронного документооборота с возможностью групповой работы над различными медицинскими документами — электронной амбулаторной картой (в поликлинике), электронной историей болезни в стационаре.

Так, в Казахстане ежегодно выявляется более 37 тысяч новых случаев онкологических заболеваний. При этом, несмотря на снижение уровня смертности за 20 лет на 33%, онкология ежегодно уносит свыше 13 тысяч жизней людей трудоспособного возраста.

Основная причина таких показателей заключается в позднем выявлении заболевания. Можно иметь самое новейшее оборудование и лекарственные средства, оснащенные современным оборудованием медицинские организации, высококвалифицированных специалистов, которые могут выявлять болезнь на самых ранних стадиях, но сопровождение всех процессов МО улучшит интегрированные медицинские системы ЭРОБ и КМИС.

В исследовании были проанкетированы медицинские работники (врачи, средний медицинский персонал), в количестве 200 медицинских работников, работающих в медицинских организациях Карагандинской области. Анкета в Google Forms состояла из 17 вопросов, которые ориентированы на выявление социально-демографического портрета респондентов, на выявление мнений о работе с информационными системами.

По результатам анкетирования: по возрасту респонденты преобладают 50–59 лет — 30% (60), Женщины — 75% (150), По квалификации респонденты Врачи — 70% (140), Нет ученой и академической степени — 30% (60), Стаж работы медицинских работников Свыше 25 лет — 35% (70).

Медицинские работники работают в информационной системе больницы (ЭРОБ) — 90% (180), Не удовлетворены работой в информационной системы больницы (ЭРОБ) — 65% (130).

Устраивает работа в информационной системе больницы (ЭРОБ): — 65% (130), и информационная система больницы (ЭРОБ) совершенствует и улучшает рабочий процесс — 95% (190).

Недочеты ИС ЭРОБ:

1. Нет информации о проведенном лечении в других не онкологических стационарах (например нейрохирургии, гематологии, детских центров): 85% (170);
2. Не поступает информация из Республиканских клиник (Национальный научный онкологический центр, Национальный Научный Центр Материнства и Детства РК, КазНИИОР, другие НИИ и НЦ): 75% (150);
3. Отсутствие матрицы по видам лечения соответственно нозологиям, нет других шаблонов, ответы медицинских работников: 75% (150);
4. В финансовую часть входит формирование счет-реестра на оплату. В зависимости от программы финансирования проводится сверка производственного блока с финансовым (формируются списки): 75% (150);
5. Нет интеграции ЭРОБ с другими республиканскими программами — ЭРДБ (электронный регистр диспансерных больных), ЭРСБ (электронный регистр стационарных больных), КМИС (казахстанская медицинская информационная система), ЛИС (лабораторная информационная система): 80% (160).

Респондентов скорость интернета на рабочем месте устраивает каждого второго: Да — 50% (100), Нет — 50% (100).

Удовлетворены оснащённостью компьютерной техникой рабочего места: 70% (140),

Ответы на вопрос: «Дать предложения для совершенствования и улучшения работы в информационных системах больницы» представлены на рисунке 1.



Рис. 1. Ответы на вопрос «Дать предложения для совершенствования и улучшения работы в информационных системах больницы»

Вместе с тем, представлен аналитический ответ за истекший период прошлого года КГП на ПХВ «Многопрофильная больница № 3 города Караганды» Управления здравоохранения Карагандинской области, которая оказывает специализированную медицинскую помощь жителям Карагандинской области с подробным представлением информации штатной численности медицинских работников, их квалификации, оснащенности медицинским оборудованием, анализом заболеваемости и смертности, годовым бюджетом по всем спецификам, которая представлена в таблицах 1, 2.

В данной работе описана интеграция этих двух информационных систем обобщения и SWOT-анализ по выявлению слабых и сильных сторон, возможностей и угроз различных процессов данного функционала, который представлен в таблице 3.

В результате была разработана структурная модель функционал-блоков, в которой описаны 13 функционал-блоков, представленных на рисунке 2.

Модель функционал-блоков

Автоматизированный перенос данных между блоками без потери целостности данных

- I. Функционал-блок ведения электронной медицинской карты.
- II. Функционал-блок ведения электронного регистра онкологических больных (ЭРОБ).
- III. Функционал-блок маршрутизации пациентов.
- IV. Функционал-блок организационно-методической работы.
- V. Функционал-блок формирования паспорта здоровья онкологического пациента.
- VI. Функционал-блок онкологических скринингов
- VII. Функционал-блок проведения консультаций по телемедицине.
- VIII. Функционал-блок учета и контроля за проведением химиотерапевтического лечения.
- IX. Функционал-блок контрольных уведомлений информационной системы.
- X. Функционал-блок оказания паллиативной помощи.
- XI. Функционал-блок СПП и ВК Службы поддержки пациента и внутреннего аудита.

XII. Функционал-блок интеграционного сервиса информационных систем ЭРОБ и КМИС.

XIII. Функционал-блок аналитической отчетности онкологической службы.

«Стратегический баланс» при интеграции двух информационных систем ЭРОБ и КМИС — ничего не грозит. Возможностей больше, чем угроз. Однако последние могут оказаться более значимыми, и это необходимо учитывать. Даже единственная угроза способна привести к успешному результату.

Эффективность:

1. Улучшение показателей онкологической службы
2. Отсутствие обоснованных жалоб
3. Повышение эффективности управления за счет интегрированных медицинских информационных систем
4. Создание цифровой схемы интегрированных медицинских информационных систем

Возможности:

1. Системность охвата, мониторинг и всеобъемлющий контроль.
2. Управление потоками маршрутизации пациента.
3. Учет, контроль использования, планирование и использование химиопрепаратов.

Преимущества:

1. Прозрачность при использовании
2. Информационное пространство единое для онкологической службы
3. Простота и доступность использования пользователями
4. Интеграция информационных систем со всеми существующими информационными системами

Условия реализации модели функционал блоков:

1. Казактелеком
- Оснащение компьютерным оборудованием ИТ технологиями:
 1. РЦЭЗ
 2. Медицинские организации

На основании проведенного исследования текущего состояния и перспектив развития онкологической службы сделаны следующие выводы:

1. Интеграция информационных систем ЭРОБ и КМИС акцентирована на сборе аналитической информации с целью принятия управленческих решений;

Таблица 1. Показатели заболеваемости злокачественными новообразованиями за 2023 год по Карагандинской области

№	Город, район	2022 г.		2023 г.	
		Абс.	%000	Абс.	%000
1	г.Балхаш	179	229,7	213	274,9
2	г.Жезказган	278	300,1	-	-
3	г.Караганда	1967	382,3	1962	377,4
4	г.Каражал	12	159,1	-	-
5	п.Жайрем	17	171,7	-	-
6	г.Приозерск	21	187,9	30	269,4
7	г.Сарань	141	322,0	173	395,2
8	г.Сатпаев	112	163,4	-	-
9	г.Темиртау	518	291,6	497	280,4
10	г.Шахтинск	203	347,4	159	272,8
11	г.Абай	121	366,8	125	435,7
	по городам	3569	325,9	3159	344,7
12	Абайский район	78	298,7	91	302,2
13	Актогайский район	21	130,7	25	156,5
14	Б-Жырауский район	129	240,4	130	245,1
15	Ж-Аркинский район	48	154,1	-	-
16	Каркаралинский район	54	174,3	35	115,0
17	Нуринский район	40	178,2	40	181,2
18	Осакаровский район	76	250,5	86	287,7
19	Улытауский район	18	159,7	-	-
20	Шетский район	65	170,7	61	163,2
	по районам	529	203,4	468	213,8
	по области	4098	302,4	3627	319,5

Таблица 2. Финансирование КГП на ПХВ «Многопрофильная больница № 3 города Караганды» на 2023 год

1. Планируемое
2. Фактическое (по статьям), выделить средства, отпускаемые на химиотерапию.

Показатель	№ стр.	Кассовый доход	Кассовый расход
1. Всего доходов:		12 863 824,98	
В том числе:			
-Капитальн расходы МБ		538 799,89	
-Доходы по платным услугам		402 257,97	
-Доходы по прочим		96 366,3	
- Поступление денег по госзаказу	10	10 959 836,60	
Остаток на начало периода 01.01.2023		866 564,22	
Расходы по госзаказу	20		10 088 660,35
Расходы, на осущ которых гр-прав			
Всего зар плата			2 716 245,45
заработная плата	30		2 080 428,76
доп ден. выплаты	40		635 816,69
Команд расходы	50		20 214,63
Социальный налог	100		169 934,83
Социальное отчисление			68 895,04
Прочие налоги			86 785,3
Приобретение материалов	140		4 308 119,53
в т.ч. продукты			
медикаменты стационарное лечение			1 392 843,12
медикаменты стационар химия()			2 792 644,47
прочие товары (гсм. мягкий и т.д.)	150		122 631,94
Приобретение ОС	160		1 727 085,45
Вода	170		14 952,31
Э/энергия	180		69 514 ,58
Отопление	190		27 306,72
Услуги связи	200		3 482,28
Текущий ремонт ОС	220		79 734,4
Прочие расходы всего	260		796 389,83
В т.ч прочие расходы			406 534,97
-повышение квалификации			27 534,44
-отчисление от чист дохода			75 109,18
-конвертация валют			2 052,34
-мобильн бригада			28 846,04
- ЛПУ за услуги КТ и МРТ			256 312,86
Безвозмездно АЛО РБ			
Медикаменты амбулаторная химия		2 144 810,00	2 144 810,00

Таблица 3. SWOT-анализ интеграции информационной системы ЭРОБ онкологической службы с Казахстанской медицинской информационной системой КМИС

Внутренние факторы	Внешние факторы
1	2
Сильные стороны	Возможности
Сбор информации онкологических больных; Анализ информации; Статистическая оценка заболеваний; База данных единого информационного пространства для врачей онкологов и их пациентов; Возможность внесения информации по истории обследований, лечения и реабилитации пациента; Обеспечение лекарственными препаратами лиц, страдающих онкологическими заболеваниями; Диагноз заболевания (состояние), включая его код по МКБ-10; Наличие профильного предприятия: Республиканский Центр Электронного Здравоохранения; Нормативно-правовая база по внедрению e-здравоохранения, стратегия и концепция; Имеются ИТ-компании, их опыт разработки ИС здравоохранения, специализирующиеся на разработку медицинских информационных систем; Развитие телемедицины в медицинских организациях сельской местности, их широкое применение.	Повышение качества и доступности оказания специализированных медицинских услуг; Возможность проведения оценки качества оказания специализированной медицинской помощи; Статистический расчет продолжительности жизни пациента; Представляется возможным получить специализированную, квалифицированную, высокотехнологичную медицинскую помощь в нескольких медицинских организациях, включая КазНИИОнР, и все данные доступны лечащему врачу в электронном виде; Системность охвата, мониторинг и всеобъемлющий контроль; Управление потоками маршрутизации пациента; Учет, контроль использования, планирование и использования химиопрепаратов; Прозрачность при использовании; Информационное пространство единое для онкологической службы; Простота и доступность использования пользователям; Организация центров онкологической помощи на амбулаторно-поликлиническом уровне; Интеграция информационных систем со всеми существующими информационными системами; Привлечение инвестиций в здравоохранение и развитие ГЧП.

Слабые стороны	Угрозы
Нет нормативно-правовой базы правил заполнения и регистрации для интеграции ЭРОБ и КМИС; Эпидемиологические исследования злокачественных новообразований; Наличие инвалидности; Информация о результатах диспансерного наблюдения; Назначенные и выписанные лекарственные препараты на уровне ПМСП; Недостаточная техническая оснащенность компании; Плохой с низкой скоростью интернет; Дефицит финансирования; Изменения состояния здоровья; Запуск множества ИС и веб-приложений без должной интеграции.	Ухудшение показателей заболеваемости и смертности онкологических заболеваний; Не выполнение стандарта оказания онкологической помощи и протоколов диагностики и лечения; Уменьшение финансирования, оптимизации бюджетных расходов; Эмоциональное выгорание врачей и средних медицинских работников онкологической службы; Дефицит квалифицированных ИТ-специалистов, проектных менеджеров, высокая текучесть кадров; Количество участников на рынке ИТ, услуг e-здравоохранения недостаточное.
Примечание: составлено автором на основании источника [1,2,3,4]	

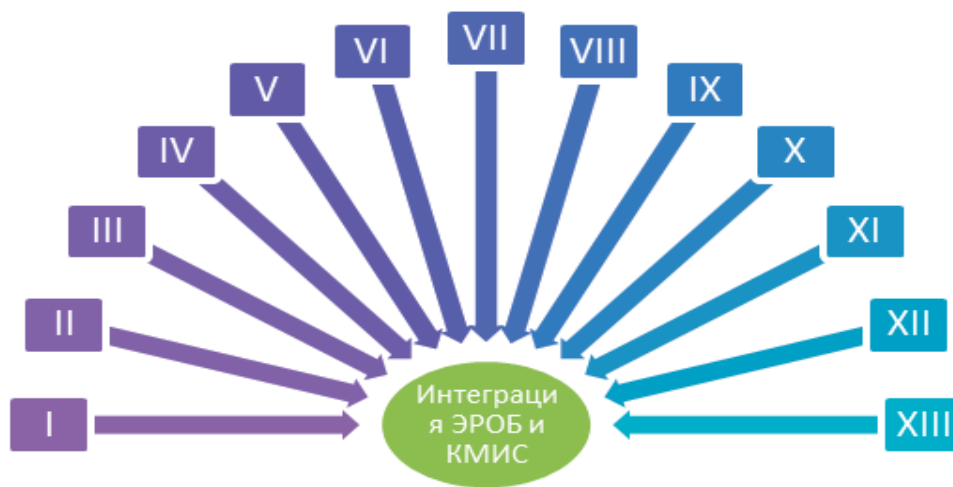


Рис. 2. Модель функционал-блоков интеграции информационных систем ЭРОБ и КМИС

2. Функциональность, многогранность, автоматизация информационной системы позволяет врачам системы здравоохранения оказывать безопасные, качественные, современные и доступные медицинские услуги;

3. Ведение в электронном формате медицинской документации упрощает работу с документацией по обследованию, диагностике, лечению, проводимому с пациентом.

В исследовании предложено создание единого цифрового формата в сфере здравоохранения.

Интеграция двух информационных систем КМИС и ЭРОБ — хранилища большого объема данных в режиме реального времени, можно объединить в формулы, это позволит произвести статистический расчет любого показателя (интенсивный, стандартизованный) по произвольному срезу хранилища данных.

Таким образом, в результате интеграция двух информационных систем в работе онкологической службы окажет значительный вклад в решение стратегической задачи по снижению смертности от онкологических заболеваний.

Литература:

1. Закроева А.Г. Стратегия ведения пациентов с основными хроническими неинфекционными заболеваниями и их факторами риска (системный анализ проблемы и обоснование биопсихосоциального подхода). Автореф. Дисс. ... д.м.н. 2015, 48с.

2. Mills K. T., Bundy J.D., Kelly T.N. et al. Global Disparities of Hypertension Prevalence and Control: A Systematic Analysis of Population-Based Studies From 90 Countries. *Circulation*. 2016;134(6):441–450. doi:10.1161/115.018912.
3. Gupta A., Ravalija V., Mishra D. et al. Assessment of knowledge, attitude, and behavior about the disease process and physiotherapy management in patients with chronic obstructive pulmonary disease: A qualitative study. *J Educ Health Promot*. 2019;8:15. Published 2019 Jan 29. doi:10.4103/jehp.jehp_209_18.
4. Бельшев Д. В., Гулиев Я. И., Комаров А. Н., Мартюшев-Поклад А. В., Михеев А. Е., Пантелеев С. Н., Романов А. И. Стационар-замещающие технологии в цифровой экосистеме управления здоровьем. // *Врач и информационные технологии*. 2019 (4):13–20.

Разработка веб-сервиса для интерактивного создания чат-ботов

Пасечник Артем Игоревич, студент

Научный руководитель: Попов Александр Александрович, кандидат военных наук, профессор
Национальный исследовательский университет «Московский институт электронной техники» (г. Зеленоград)

В статье рассмотрены роль и проблемы совершенствования веб-сервисов на основе создания и внедрения интерактивного конструктора чат-ботов, позволяющего существенно повысить качество и эффективность взаимодействия пользователей, не владеющих профессиональными навыками программирования. Предложен методологический подход к решению существующей проблемы.

Ключевые слова: веб-сервис, чат-бот, разработка чат-ботов.

В настоящее время мессенджеры продолжают оставаться одним из самых популярных способов общения пользователей в сети Интернет. Свидетельством этому является то, что их аудитория постоянно возрастает, привлекая все большее внимание пользователей разных возрастов и профессий. Сегодня особенно актуальным является мессенджер Telegram, который благодаря своей кроссплатформенности, богатому функционалу, акцентированному вниманию на вопросы безопасности и конфиденциальности, завоевал значительную долю рынка.

Поэтому компании и разработчики программных продуктов все чаще рассматривают Telegram как ключевую платформу для взаимодействия с аудиторией и предоставления услуг. Согласно исследованию TGSTAT, данным мессенджером ежемесячно пользуются более 75 миллионов человек, при этом его аудитория за два года удвоилась. Важно также отметить, что 40% пользователей предпочитают работу с чат-ботами [1].

Чат-боты становятся все более востребованными в различных областях сферы услуг, в том числе и таких, как электронная коммерция, обслуживание клиентов, образование, здравоохранение и многих других. Они позволяют автоматизировать рутинные задачи, повысить эффективность взаимодействия компаний с клиентами и существенно снизить операционные расходы организаций.

Однако процесс создания таких чат-ботов достаточно проблематичен. Часто он требует значительных затрат ресурсов и специализированных знаний в области программирования. Это создает непреодолимые барьеры для многих компаний и разработчиков, которые весьма заинтересованы во внедрении чат-ботов, но, как правило, не обладают необходимыми навыками и ресурсами [2].

Тем не менее, в современном мире цифровых технологий спрос на интерактивные коммуникационные системы не-

уклонно возрастает [3]. Чат-боты, программные приложения, позволяющими вести диалог с пользователем, становятся все более популярным инструментом для решения различных задач, например, таких, как предоставление информации, обслуживание клиентов, автоматизация процессов и многое другое.

Одним из подходов является разработка чат-ботов в интерактивных веб-сервисах. Такие сервисы предоставляют пользователям интуитивно понятный интерфейс, который позволяет им проектировать диалоги, настраивать логику взаимодействия и определять поведение бота без необходимости глубокого программирования.

Целью разработки веб-сервиса на основе интерактивной реализации чат-ботов является расширение его возможностей и существенное упрощение процессов создания и внедрения чат-ботов для решения различных задач и использования приложений.

В конечном итоге, разработка веб-сервиса для интерактивного создания чат-ботов позволит упростить и ускорить процесс создания и внедрения чат-ботов для людей не имеющих специальных навыков программирования.

Для достижения цели разработки рассматриваемого веб-сервиса необходимо решить следующие ключевые задачи: исследование предметной области, сравнительный анализ существующих аналогов, выбор языка и среды программирования, разработка схемы данных, разработка алгоритмов, программная реализация, отладка и тестирование.

Веб-сервис должен состоять из трёх частей: визуального конструктора схемы работы чат-бота; интерпретатора схемы; модуля базы данных [4].

Визуальный конструктор схемы работы чат-бота должен включать два модуля:

1. Фронтенд модуль (Frontend module), который непосредственно отвечает за отображение и редактирование схемы ра-

боты чат-бота в браузере пользователя. Он предоставляет интерфейс для визуального конструирования и манипуляций со схемой;

2. API модуль (API module), который предоставляет методы и интерфейсы программирования приложений (API) для взаимодействия фронтенд модуля с базой данных. Он обеспечивает функциональность авторизации, управления схемами, каналами коммуникации, просмотра аналитических данных и другие операции, связанные с хранением и обработкой данных.

Интерпретатор схемы предполагает наличие двух модулей:

1. Модуль адаптер (Adapter module), который отвечает за обмен сообщениями и взаимодействие с различными каналами коммуникации, например, такими как Telegram, VK и другими. Он обеспечивает интеграцию чат-бота с этими каналами для обмена сообщениями с пользователями;

2. Модуль интерпретатор (Interpreter module), отвечающий за перемещение пользователей по схеме работы чат-бота и выполнение логики, заложенной в конкретных блоках этой схемы. Он интерпретирует визуальную схему и определяет соответствующие действия и ответы для взаимодействия с пользователем.

Общим для этих частей веб-сервиса является модуль базы данных (Database module), который позволяет обеспечивать хранение и управление данными, необходимыми для работы веб-сервиса. Модуль базы данных используется как визуальным конструктором для хранения созданных схем и настроек, так и интерпретатором для получения информации о схемах при обработке взаимодействий с пользователями.

Литература:

1. Исследование аудитории TELEGRAM // TGStat URL: <https://tgstat.ru/research-2023> (дата обращения: 21.03.2024).
2. Интеллектуальные информационные системы и технологии: диалоговые интерфейсы: учеб.-метод. пособие / С. В. Рындина. — Пенза: Изд-во ПГУ, 2022—76 с.
3. Попов А. А. Особенности проектирования продукции с учётом методологии QFD // Инновационные подходы к решению технико-экономических проблем. Сборник трудов Международной конференции. — М.: НИУ «МИЭТ», 2023. С. 87–94.
4. С. Джанарсанам. Практическое руководство по разработке чат-интерфейсов: пер. с англ.: М. Райтман. — М.: ДМК Пресс, 2019—340 с.

Современные системы дескриптивной аналитики: BI и облачные решения

Савочкина Дарья Сергеевна, студент

Научный руководитель: Волкова Ольга Рудольфовна, кандидат технических наук, доцент
Московский государственный технологический университет «СТАНКИН»

Современные технологии дескриптивной аналитики играют ключевую роль в современном бизнесе, обеспечивая компаниям ценные инсайты на основе данных для принятия стратегических решений. В данной статье мы рассмотрим два важных аспекта этой области: системы бизнес-интеллекта (BI) и облачные решения.

Системы бизнес-интеллекта (BI)

Системы бизнес-интеллекта (BI) представляют собой программные платформы, разработанные для анализа, визуализации

Предлагаемый алгоритм создания чат-бота в веб-сервисе предусматривает реализацию следующих шагов:

1. Регистрацию пользователя: на первом этапе пользователь должен зарегистрироваться в системе для получения доступа к функциональности создания чат-бота;

2. Авторизацию в личном кабинете (ЛК): после успешной регистрации пользователь должен авторизоваться в личном кабинете, где ему будут доступны необходимые инструменты для создания и управления чат-ботом;

3. Создание/редактирование схемы: в личном кабинете пользователь может создать новую схему для чат-бота или отредактировать существующую схему. Схема определяет логику работы и поведение чат-бота в различных ситуациях;

4. Подключение каналов: после создания или редактирования схемы пользователь должен подключить каналы, через которые чат-бот будет взаимодействовать с пользователями. Это могут быть различные мессенджеры, социальные сети или другие платформы;

5. Завершение создания чат-бота: после выполнения всех предыдущих шагов чат-бот фактически считается созданным и готовым к использованию. Теперь пользователи смогут взаимодействовать с ботом через подключенные каналы в соответствии с заданной логикой и схемой.

Таким образом, благодаря наличию визуального конструктора и интуитивно понятного интерфейса пользователи смогут легко проектировать логику работы бота, настраивать взаимодействие с различными каналами коммуникации и вводить чат-боты в эксплуатацию.

и преобразования данных в ценные бизнес-инсайты. Они объединяют в себе инструменты для сбора данных из различных источников, их обработки и анализа, а также предоставления информации в удобной форме для принятия решений. [1]

Одной из ключевых особенностей современных систем BI является их способность работать с большими объемами данных, включая структурированные и неструктурированные данные. Такие системы предлагают широкий спектр функциональности, включая:

Отчетность и аналитика: Создание отчетов и дашбордов для мониторинга ключевых показателей производительности бизнеса.

Анализ данных: Проведение различных аналитических операций, таких как сегментация данных, прогнозирование и выявление трендов.

Визуализация данных: Представление данных в виде графиков, диаграмм и других визуальных элементов для лучшего понимания информации. [2]

Некоторые из популярных систем бизнес-интеллекта включают Power BI от Microsoft, Tableau, QlikView и другие.

Облачные решения

С развитием облачных технологий все больше компаний обращаются к облачным решениям для своих потребностей в аналитике данных. Облачные платформы предлагают множество преимуществ, включая гибкость, масштабируемость и доступность.

Одним из главных преимуществ облачных решений является возможность быстрого развертывания и масштабирования системы без необходимости вложения в собственную инфраструктуру. Кроме того, облачные платформы часто предоставляют интегрированные инструменты для аналитики данных, что делает их привлекательными для компаний различного размера.

Некоторые из популярных облачных платформ для аналитики данных включают Amazon Web Services (AWS) с их сервисами Amazon Redshift и Amazon QuickSight, Google Cloud Platform с BigQuery и Data Studio, а также Microsoft Azure с Azure SQL и Azure Analytics.

Интеграция с социальными медиа

Современные системы дескриптивной аналитики активно интегрируются с социальными медиа-платформами, такими как Facebook, Twitter, LinkedIn и другими. Это позволяет компаниям анализировать данные, связанные с их онлайн-присутствием, и извлекать ценные инсайты о своей аудитории, реакции на продукты или услуги, а также о конкурентной среде.

Примером такого анализа может служить мониторинг упоминаний бренда в социальных сетях, анализ тональности комментариев пользователей, оценка эффективности марке-

тинговых кампаний и т.д. Интеграция с социальными медиа-платформами позволяет компаниям получить более полное представление о своей аудитории и принять меры для улучшения взаимодействия с ней.

Использование нейронных сетей и анализа текста

С развитием технологий машинного обучения и искусственного интеллекта современные системы дескриптивной аналитики все чаще внедряют в себя возможности анализа текста с использованием нейронных сетей. Это позволяет компаниям анализировать текстовые данные, такие как отзывы пользователей, комментарии, отчеты и т.д., и выявлять в них скрытые паттерны и тенденции.

Примером такого анализа может служить автоматизированное выявление ключевых тем или проблем, обсуждаемых в текстах, классификация текстов по тематике или тональности, а также автоматическое формирование сводок или отчетов на основе текстовых данных. Использование нейронных сетей и анализа текста позволяет компаниям извлекать ценные инсайты из большого объема текстовых данных и принимать обоснованные решения на их основе.

Визуализация данных в 3D и виртуальной реальности

Одним из последних трендов в современных системах дескриптивной аналитики является визуализация данных в трехмерном пространстве и использование виртуальной реальности. Это позволяет пользователям исследовать данные в новом формате, получая более глубокое понимание информации и выявляя скрытые закономерности.

Примером такой визуализации может служить виртуальный дашборд, который позволяет пользователям перемещаться по трехмерному пространству данных, изменять их масштаб и перспективу, а также взаимодействовать с элементами данных с помощью жестов и управления. Это делает процесс анализа данных более интерактивным и увлекательным, а также позволяет выявлять новые связи и закономерности, которые могли бы быть упущены в двухмерной визуализации.

Современные системы дескриптивной аналитики продолжают развиваться, предоставляя компаниям новые возможности для анализа данных и принятия обоснованных решений. Интеграция с социальными медиа, использование нейронных сетей и анализа текста, а также визуализация данных в 3D и виртуальной реальности открывают новые горизонты для аналитики данных и позволяют компаниям извлекать больше ценности из своих данных.

Литература:

1. Kimball, R., & Ross, M. (2013). The Data Warehouse Toolkit: The Definitive Guide to Dimensional Modeling. Wiley.
2. Inmon, W. H., & Hackathorn, R. D. (2001). Using the data warehouse. Wiley.

Эволюция визуализации данных: тенденции и перспективы

Савочкина Дарья Сергеевна, студент

Научный руководитель: Волкова Ольга Рудольфовна, кандидат технических наук, доцент
Московский государственный технологический университет «СТАНКИН»

В современном информационном обществе огромное количество данных генерируется ежедневно, требуя эффективных методов и инструментов для их анализа и визуализации. Одним из ключевых аспектов этого процесса является визуализация многомерных данных, которая позволяет лучше понять сложные взаимосвязи и закономерности между различными переменными. В данной статье мы рассмотрим технологии визуализации информации и данных и представим прототип модуля визуализации многомерных данных, разработанный для систем аналитики. [1]

Технологии визуализации информации и данных

С развитием технологий в области визуализации данных появились новые инструменты и методы, позволяющие эффективно представлять и анализировать информацию. Среди них:

Интерактивные дашборды и отчеты: позволяют пользователям взаимодействовать с данными, изменять параметры визуализации и проводить анализ в реальном времени.

Графики и диаграммы: включают в себя различные типы графиков, такие как столбчатые, круговые, линейные и т.д., которые используются для визуализации различных видов данных.

Тепловые карты и географические карты: используются для визуализации пространственных данных, таких как распределение по регионам или географические тенденции.

Диаграммы рассеяния и облака точек: позволяют визуализировать взаимосвязи между двумя или более переменными и выявлять корреляции или аномалии.

Визуализация в 3D и виртуальной реальности: позволяет пользователям исследовать данные в трехмерном пространстве и взаимодействовать с ними с использованием виртуальной реальности.

Разработка прототипа модуля визуализации многомерных данных

Для демонстрации возможностей визуализации многомерных данных был разработан прототип модуля, интегрируемого в системы аналитики. Прототип предоставляет следующие функциональные возможности: [2]

Многомерные графики: позволяют визуализировать данные с большим количеством переменных, используя методы снижения размерности, такие как PCA (Principal Component Analysis) или t-SNE (t-Distributed Stochastic Neighbor Embedding).

Интерактивный выбор переменных: Пользователи могут выбирать интересующие их переменные для визуализации и анализа, а также изменять параметры визуализации, такие как тип графика или цветовая схема.

Выделение кластеров и группировка данных: Прототип автоматически выделяет кластеры или группы данных, помогая пользователям выявить скрытые закономерности или структуры в данных.

Интерактивный анализ: Пользователи могут взаимодействовать с визуализацией, выделять интересующие области данных, просматривать детали или добавлять дополнительные переменные для анализа.

Исследование и разработка технологий визуализации информации и данных играют важную роль в современных системах аналитики. Прототип модуля визуализации многомерных данных, представленный в данной статье, демонстрирует возможности эффективной визуализации сложных данных и анализа их взаимосвязей. Дальнейшее развитие и инновации в этой области будут способствовать улучшению процессов анализа данных и принятия обоснованных решений в различных сферах деятельности.

Развитие технологий визуализации данных: Тенденции и перспективы

С каждым годом технологии визуализации данных продолжают эволюционировать, отвечая на запросы рынка и требования пользователей. Различные компании и исследовательские группы активно работают над новыми методами и инструментами, чтобы улучшить способы представления информации и данных. В этой части мы рассмотрим некоторые из последних тенденций в развитии технологий визуализации данных и их перспективы.

1. Визуализация временных рядов

С увеличением объема временных данных появляется растущая потребность в эффективных инструментах визуализации временных рядов. Новые методы визуализации, такие как временные графики с разделением по уровням детализации и интерактивными элементами для управления временными интервалами, помогают пользователям лучше понимать и анализировать динамику данных во времени.

2. Использование графов для анализа связей

Графовые модели становятся все более популярными для анализа связей и отношений между различными элементами данных. Современные методы визуализации графов позволяют отображать сложные сети и графы с большим количеством узлов и ребер, а также выявлять важные структуры и паттерны в данных. [3]

3. Визуализация больших данных

С постоянным ростом объема данных возникает потребность в эффективных методах визуализации больших данных. Новые технологии, такие как методы снижения размерности данных и параллельная визуализация, позволяют анализи-

ровать и визуализировать данные с миллионами записей или более, делая процесс более эффективным и масштабируемым.

4. Интерактивные и адаптивные визуализации

Интерактивные и адаптивные методы визуализации становятся все более популярными, позволяя пользователям взаимодействовать с данными и изменять параметры визуализации в реальном времени. Это улучшает процесс анализа данных, делая его более гибким и интуитивно понятным для пользователей.

Литература:

1. Tufte, E. R. (2001). *The Visual Display of Quantitative Information*. Graphics Press.
2. Few, S. (2009). *Now You See It: Simple Visualization Techniques for Quantitative Analysis*. Analytics Press.
3. Healy, K. (2018). *Data Visualization: A Practical Introduction*. Princeton University Press.

Исследование и разработка технологий визуализации данных играют важную роль в современном информационном обществе. Новые методы и инструменты помогают пользователям лучше понимать данные, выявлять скрытые паттерны и тенденции, а также принимать обоснованные решения на основе анализа информации. Перспективы развития технологий визуализации данных обещают еще более увлекательные и продвинутые способы работы с информацией.

Роль цифровизации в современном бизнесе

Теури Кудратуллах, студент

Научный руководитель: Волкова Ольга Рудольфовна, кандидат технических наук, доцент
Московский государственный технологический университет «СТАНКИН»

Цифровизация в современном бизнесе уже не является просто трендом, а стала необходимостью для компаний, стремящихся удерживать конкурентное преимущество и адаптироваться к быстро меняющимся рыночным условиям. Применение цифровых технологий позволяет не только существенно упростить и ускорить многие процессы, но и открывает новые возможности для инноваций и улучшения качества обслуживания клиентов.

Внедрение цифровых инноваций обеспечивает компаниям возможность сокращать операционные затраты за счет автоматизации трудоемких процессов, повышать точность аналитических данных и улучшать принятие решений на основе актуальной информации. Это позволяет не только быстрее реагировать на изменения в спросе и предпочтениях потребителей, но и предвидеть будущие тренды, что является значительным конкурентным преимуществом в любой отрасли.

Основные аспекты цифровизации

1. Автоматизация и эффективность

Автоматизация процессов в бизнесе обеспечивает постоянное развитие компании, повышение конкурентоспособности и увеличение дохода, облегчает анализ данных, планирование и управление:

Автоматизация процессов проводится на трех уровнях деятельности компании:

- нижний (исполнительный) — для регулярно повторяющихся операций, конвейерное производство, поддержание параметров среды и режимов работы в заданном диапазоне;
- средний (тактический) — распределяет задачи между компонентами нижнего уровня, участвует в процессах планирования и управления ресурсами и данными;
- верхний (стратегический) — менеджмент предприятия, аналитика и прогнозирование [1].

Пример повышения эффективности через автоматизацию процессов:

Программное обеспечение **DataMobile** позволяет автоматизировать рабочие процессы в торговле, на складе и производстве. ПО устанавливается на ТСД и мобильные устройства и работает со штрихкодами и RFID-метками. Когда сотрудники сканируют коды маркировки, происходит обмен данными между терминалом и учетной системой предприятия. Благодаря этому можно быстро ставить и выполнять задачи и автоматизировать следующие процессы:

- Складской учет (приемку, перемещение, отгрузку, контроль остатков). Доступен учет по серийным номерам продукции.
- Инвентаризации — можно проводить с рекордной скоростью, не останавливая работу магазина или склада. В ручном режиме проверка и сверка товарных остатков занимает в среднем два дня, плюс у бухгалтера уходит еще полторы недели на подготовку документации. Но с ПО DataMobile сличительная ведомость формируется за один день.
- Организацию адресного хранения, благодаря чему всегда точно известно, где находится конкретная товарная позиция.
- Сбор и упаковку заказов. Можно быстро создавать упаковку, генерируя или считывая их номера, и таким образом мгновенно узнавать, что внутри, и работать с упаковочными листами.
- Мобильную переоценку и перемаркировку товаров. Достаточно отсканировать товар на полке в торговом зале, и про-

грамма DataMobile сама найдет несоответствие в цене и отправит команду на печать нового ценника на мобильный принтер [2].

2. Аналитика данных и принятие решений

В современном бизнесе аналитика данных стала центральным элементом стратегического планирования и принятия решений. Этот процесс включает сбор, анализ и интерпретацию больших объемов данных для выявления закономерностей, тенденций и потенциальных рыночных возможностей. Применение аналитики данных позволяет компаниям не только адаптироваться к изменяющимся условиям рынка, но и предвидеть эти изменения, что является значительным конкурентным преимуществом.

Преимущества аналитики данных:

1. Улучшенное принятие решений: С помощью аналитики данных компании могут принимать более обоснованные и точные решения, опираясь на фактические данные, а не только на интуицию или предположения. Это позволяет оптимизировать процессы, уменьшить затраты и увеличить доходы.

2. Персонализация предложений: Анализ данных покупателей помогает предприятиям создавать персонализированные предложения, которые точно соответствуют потребностям и предпочтениям клиентов. Это не только увеличивает вероятность покупки, но и способствует повышению удовлетворенности и лояльности клиентов.

3. Предсказательный анализ: Используя методы машинного обучения и статистический анализ, компании могут предсказывать будущие тенденции и поведение рынка. Это позволяет им быть на шаг впереди конкурентов, своевременно адаптируясь к предстоящим изменениям.

4. Оптимизация операций: Аналитика данных помогает выявлять неэффективные участки в производственных и бизнес-процессах, предлагая альтернативные решения для их улучшения. Это может включать автоматизацию определенных процессов, перераспределение ресурсов или изменение подходов к управлению запасами.

Аналитика данных стала неотъемлемой частью современного бизнеса, предоставляя компаниям мощный инструмент для улучшения своих операций и стратегий. Однако успешное внедрение и использование аналитики требует от компаний готовности к инвестициям в технологии, обучение персонала и создание надежных систем защиты информации.

Литература:

1. «Автоматизация производства и процессов на предприятии». [Электронный ресурс].— Режим доступа: <https://www.exposentr.ru/ru/articles-of-exhibitions/2016/avtomatizaciya-proizvodstva/>. Дата обращения: [14.04.2024]
2. «Автоматизация бизнеса: как повысить эффективность работы компании». [Электронный ресурс].— Режим доступа: <https://scanport.ru/blog/avtomatizaciya-biznesa-kak-povysit-effektivnost-raboty-kompanii/>. Дата обращения: [14.04.2024].
3. «Различие между искусственным интеллектом и машинным обучением». [Электронный ресурс].— Режим доступа: <https://aws.amazon.com/ru/compare/the-difference-between-artificial-intelligence-and-machine-learning/>. Дата обращения: [14.04.2024].

3. Технологические инновации в цифровизации

Цифровизация в современном бизнесе тесно связана с рядом технологических инноваций, которые преобразуют традиционные подходы к управлению, производству и обслуживанию клиентов

Искусственный интеллект (ИИ) и машинное обучение (ML):

— Автоматизация рутинных задач: ИИ помогает автоматизировать стандартные процессы, такие как обслуживание клиентов через чат-боты, что позволяет персоналу сосредоточиться на более сложных и творческих задачах.

— Предсказательный анализ: ML используется для анализа больших объемов данных и выявления закономерностей, что позволяет предсказывать тренды, поведение клиентов и потенциальные сбои в работе оборудования.

— Персонализация продуктов и услуг: Используя данные о поведении и предпочтениях клиентов, компании могут создавать наиболее точно нацеленные предложения, увеличивая тем самым эффективность маркетинговых кампаний и удовлетворенность клиентов [3].

Облачные технологии:

— Гибкость и масштабируемость: Облачные решения позволяют бизнесу легко масштабировать ресурсы в зависимости от текущих нужд, оптимизируя таким образом расходы и повышая эффективность операций.

— Снижение затрат: Перенос данных и приложений в облако уменьшает необходимость в дорогостоящем оборудовании и обслуживании, а также снижает эксплуатационные расходы.

— Улучшенное взаимодействие и сотрудничество: Облако обеспечивает централизованное хранение данных и удобный доступ к ним для всех сотрудников независимо от их местоположения, что улучшает коммуникацию и совместную работу в команде [4].

Мобильные технологии и приложения:

— Улучшенный доступ к услугам: Мобильные приложения обеспечивают клиентам доступ к продуктам и услугам компании 24/7 откуда угодно, что значительно повышает уровень клиентского сервиса.

— Оперативное взаимодействие с клиентами: Мобильные технологии позволяют компаниям мгновенно обмениваться информацией с клиентами, отправлять уведомления о скидках, специальных предложениях и важных событиях.

— Сбор данных в реальном времени: Использование мобильных приложений для взаимодействия с клиентами позволяет компаниям собирать ценные данные о потребительских предпочтениях и поведении в реальном времени [5].

4. «Облачные технологии». [Электронный ресурс].— Режим доступа: <https://practicum.yandex.ru/blog/oblachnye-tehnologii/>. Дата обращения: [14.04.2024].
5. «Мобильные технологии и их влияние на повседневную жизнь». [Электронный ресурс].— Режим доступа: <https://dzen.ru/a/ZTcVWicjdNJIaNP5>. Дата обращения: [14.04.2024]

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Влияние применения геосинтетических материалов при строительстве автомобильных дорог на безопасность дорожного движения

Аксенова Виктория Сергеевна, студент магистратуры
Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет

В данной статье рассмотрены характеристики, преимущества и недостатки в использовании геосинтетических материалов при строительстве автомобильных дорог, связь применения геосинтетических материалов с безопасностью дорожного движения. Объектом исследования является безопасность дорожного движения на автомобильных дорогах. Предметом исследования является использование геосинтетических материалов в строительстве автомобильных дорог для повышения безопасности дорожного движения. Представлена описательная информация о различных геосинтетических материалах, описаны их преимущества и влияние на безопасность дорожного движения.

Ключевые слова: безопасность дорожного движения, геосинтетические материалы, срок службы конструкции, эксплуатация автомобильной дороги.

The impact of the use of geosynthetic materials in the construction of highways on road safety

Aksenova Viktoriya Sergeevna, student master's degree
Saint-Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering (St. Petersburg)

This article discusses the characteristics, advantages and disadvantages of using geosynthetic materials in the construction of highways, the relationship between the use of geosynthetic materials and road safety. The object of the study is road safety on highways. The subject of the study is the use of geosynthetic materials in the construction of highways to improve road safety. Descriptive information about various geosynthetic materials is presented, their advantages and impact on road safety are described.

Keywords: road safety, geosynthetic materials, service life of the structure, operation of the highway.

Дорожно-транспортные происшествия совершаются в результате неблагоприятного сочетания нескольких факторов, тесно связанных один с другим. Неудовлетворительная ровность и низкие сцепные качества проезжей части способствует возникновению ДТП всех видов.

В настоящее время качество дорожного асфальтобетонного покрытия зачастую не является соответствующим заявленным требованиям. Важнейшим показателем транспортно-эксплуатационного состояния является ровность дорожного покрытия по причине существенного влияния на скорость движения, безопасность движения и комфорт.

Со степенью повышения нагрузки на дорожное полотно и увеличения скорости движения дорожная одежда изнашивается и ухудшается. Изменение ровности дорожного полотна происходит за счет прочности дорожной одежды и общего размера движения в течение его срока службы. Под воздействием дорожного движения, атмосферных и климатических факторов общая долговечность дорожного покрытия в процессе эксплуа-

тации снижается, а его ровность ухудшается. При каждом приложении транспортной нагрузки прогиб дорожного покрытия практически упругий, но при этом возникают очень небольшие постоянные деформации. В процессе многократного нагружения проездами автомобилей происходит накопление необратимых деформаций. Нормальная скорость движения по дороге не гарантируется ниже уровня ровности, которому соответствует предельное состояние.

Геосинтетические материалы относятся к классу строительных материалов, хотя бы один из составляющих которых изготовлен из синтетического или естественного полимера в виде полотна, ленты или трехмерной структуры, которая используется в контакте с грунтом и другими строительными материалами.

Основная цель использования геосинтетических материалов — обеспечение надежной эксплуатации дороги или отдельных ее частей в сложных условиях строительства и эксплуатации, а также при наличии технических или экономических

преимуществ над традиционными решениями. Использование дополнительных слоев геосинтетических материалов позволяет увеличить эксплуатационную надежность и срок эксплуатации дорожной конструкции или отдельно взятого ее элемента, упростить технологию производства, качество работ, сократить время строительства, снизить материалоемкость дорожного сооружения и объем земляных работ.

Геотекстиль имеет высокую прочность, и это позволяет применять его после эксплуатации и дальнейшего демонтажа дороги временного характера.

Геосинтетические материалы изготавливаются из полимеров. Эти полимеры способны воспринимать растягивающие напряжения. Предназначение геосинтетических материалов состоит в изменении естественных свойств грунтов. Чаще всего изменения затрагивают фильтрационные свойства почвы, что подразумевает снижение коэффициента фильтрации слишком рыхлого грунта, а также улучшение прочностных характеристик, например, за счет армирования георешетками повышается прочность слабых грунтов.

Инженерные и химические особенности геосинтетических материалов зависят от свойств используемых полимеров, что определяет их устойчивость к воздействию влаги и мороза, сопротивление коррозии, небольшой вес, а также высокую прочность на растяжение. Полимеры, используемые при производстве геосинтетических материалов, обладают особыми химическими и физическими свойствами, такими как устойчивость к воздействию воды, мороза и коррозии, малый вес и высокая прочность на растяжение. Несмотря на некоторые недостатки таких полимеров, такие как быстрое старение под действием ультрафиолетового излучения, падение прочности при высоких температурах и горючесть, эти недостатки компенсируются особенностями использования геосинтетических материалов. Когда геосинтетические материалы применяются в конструкциях, в основном состоящих из грунтов или сыпучих горных пород, они защищают полимерные материалы от неблагоприятного воздействия света и температуры.

Использование геосинтетических материалов в дорожном строительстве способствует:

- гарантировать устойчивость и безопасность эксплуатации дорожного покрытия либо отдельных его участков;
- повысить долговечность конструкции земляного полотна и дорожной одежды (срок пользования может достигать до 100 лет);
- снизить трудо- и энергозатраты при возведении дорожных конструкций;
- упростить технологию производства работ;
- повысить качество работ и культуру производства;
- сократить сроки строительства.

Применение геосинтетических материалов для дорожного строительства позволяет уменьшить срок ремонтов в 2–3 раза, а также сократить расход строительных материалов за счет сочетанию универсальности, долговечности и устойчивости.

Основные функции геосинтетических материалов при дорожном строительстве:

- армирование (геосетки, георешетки) — материал перераспределяет весовые нагрузки, улучшает сопротивления

сдвигу зернистых материалов, тем самым усиливая дорожное полотно;

- фильтрация (геокомпозиаты, геотекстиль) — композиты и текстиль позволяют просачиваться воде без перемещения в основание дорожного полотна и удерживать грунтовые частицы;

- дренаж (геокомпозиаты, георешетки) — укладывается для сбора и отвода жидкости за пределы конструкции;

- усиление прочности слоев асфальтобетона (геосетки, георешетки) — перераспределение растягивающих нагрузок, механических воздействий;

- предотвращение и контроль эрозии грунта (геоматы, геоячейки) — материал замедляет размывание, пучение и прочие деформации грунта вследствие климатических воздействий;

- упрочнение слабого грунта (геокомпозиаты, геотекстиль) — усиление несущих способностей грунтового основания;

- разделение слоев полотна (геокомпозиаты, геотекстиль) — предотвращение слеживания слоев дорожного пирога;

- гидроизоляция (геомембраны, геокомпозиции) — уменьшает приток жидких сред к земляному полотну;

- защита от механических повреждений (геосетки, геоматы, геотекстиль).

При строительстве дорог обычно используют щебень. По прошествии времени на дороге на слабом основании могут образовываться колеи. Применение геотекстиля способствует решению этих проблем, так как препятствует перемешиванию щебенчатой засыпки с основанием и сохраняет первоначальную толщину засыпки, что в сочетании со значительным модулем упругости геотекстиля позволяет значительно повысить несущую способность такой конструкции, обеспечить повышенную степень уплотнения на этапе строительства посредством предотвращения вдавливания щебня в мягкую подоснову, снизить вызванное воздействием мороза разрушение дорог.

Также дорожный геотекстиль может использоваться для восстановления дорожного покрытия с его дальнейшим армированием после осуществления ремонтных работ эстакад и трасс. Этот геосинтетический материал равномерно перераспределяет нагрузки, не давая смешиваться фракциям различных материалов, что исключает возможность провала и деформации покрытия под большегрузными машинами.

Наиболее эффективным по технологическим нормам считается использование геополотна плотностью более 200 г/м². С помощью применения материала можно избежать проблем, связанных с колеями, провалами и выбоинами, добиться увеличения общего эксплуатационного периода покрытия.

Наиболее часто используемыми видами геосинтетических материалов в дорожном строительстве являются геосетки, геотекстиль, георешетки, геоматы, геокомпозиаты, геокамеры и геомембраны.

Геосетки используют в армировании грунта, укреплении откосов и искусственных дорожных сооружений. Материал укладывается между землей и щебнем. Верхний слой дорожного покрытия при этом становится более стойким к проседанию.

Нагрузка равномерно распределяется по всему дорожному полотну, которое дольше сохраняет цельность. Применение геосеток в дорожном строительстве способствует усилению верхнего слоя дороги, что позволяет предотвратить появление трещин, колеи, ям и других дефектов на асфальтовом и цементобетонном покрытии. Геосетки препятствуют осыпанию грунтовых дорог, а также применяются при наложении нового асфальта на старое бетонное покрытие дороги и армирует швы при ее ремонте. Геосетки изготавливают из различных материалов, отличаются друг от друга нагрузками, которые способны выдерживать.

Наряду с геосеткой в дорожном строительстве используются геотекстиль и георешетка, также укладываемые между грунтом и гравием. Материалы не дают щебню проникать в почвенный слой, тем самым способствуя укреплению дороги и сокращению расхода строительного материала. Геотекстиль помимо прочего продлевает срок службы объекта благодаря гидроизоляции и дренирующей функции. Он не позволяет воде размывать основание дорожного полотна, препятствует разрушению асфальта — быстрому появлению трещин, выбоин.

Георешетки, представляющие собой объемное полимерное полотно с сотовой формой, в настоящее время активно используются при ремонте и прокладывании магистралей в сложных геологических условиях — на слабых и глинистых почвах,

участках, подверженных размыванию. Георешетка наполняется гравием, песчаной смесью, щебнем в смеси с бетоном. Такая основа дорожного покрытия надежно защищает его от разрушения, возникновению провалов и других дефектов.

Таким образом, применение геосинтетических материалов в дорожном строительстве удешевляет его и значительно упрочняет. Применение геосинтетических материалов экономически эффективнее таких традиционных технологий, как строительство бетонных подпорных стен, замена грунтов при строительстве на слабых основаниях, что является большим преимуществом. Применение геотекстиля значительно увеличивает несущую способность автомобильной дороги; обеспечивает повышенную степень уплотнения на этапе строительства; снижает разрушение дорог, вызываемое воздействием мороза; предупреждает колееобразование.

С применением геосинтетических материалов снижается стоимость технического обслуживания и увеличивается срок работоспособности конструктива.

Геосинтетические материалы используются во всех отраслях строительства и обладают перспективностью в дальнейшем использовании.

Их применение улучшает и строительство, и его эксплуатацию. Срок службы конструкции с применением геосинтетических материалов увеличивается.

Литература:

1. ГОСТ Р 50275–92 Материалы геотекстильные. Метод отбора проб.
2. ГОСТ Р 55028–2012 Дороги автомобильные общего пользования. Материалы геосинтетические для дорожного строительства. Классификация, термины и определения
3. ГОСТ Р 56338–2015 Дороги автомобильные общего пользования. Материалы геосинтетические для армирования нижних слоев основания дорожной одежды. Технические требования
4. ОДМ 218.4.004–2009 Руководство по устранению и профилактике возникновения участков концентрации ДТП при эксплуатации автомобильных дорог
5. ОДМ 218.5.003–2010 Рекомендации по применению геосинтетических материалов при строительстве и ремонте автомобильных дорог
6. Федеральный закон «О безопасности дорожного движения» от 10.12.1995 N196-ФЗ // Консультант Плюс. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_8585/
7. Стратегия безопасности дорожного движения в Российской Федерации на 2018–2024 годы. Утверждена Распоряжением Правительства Российской Федерации от 8 января 2018 г. № 1-п. <https://tg.ru/2018/01/24/strategiya-site-dok.html> (дата обращения 01.02.2018).

Система определения «свой — чужой» для беспилотных летательных аппаратов

Волков Андрей Иванович, студент;

Петров Виктор Петрович, студент

Научный руководитель: Беляев Николай Николаевич, кандидат юридических наук, доцент

Академия Федеральной службы охраны Российской Федерации (г. Орел)

С начала ведения первых войн огонь по своим был проблемной чертой боевых действий и имел место в истории практически всех армий мира, независимо от эпохи и уровня техники. Русское выражение «своя своих не познаша и своих побиваша» известно с XIV века, когда жители осажденного города Хлынова (Киров) нанесли потери союзникам-устюжанам, шедшим к ним на помощь, приняв их ночью за врагов. Не мало примеров, когда неправильное определение степени опасности воздушных судов может привести к тяжелым последствиям. Это и необоснованное уничтожение летательных аппаратов военного и гражданского назна-

чения, и пролет самолетов с террористами-смертниками на борту без воздействия сил Военно-космических сил. Такие примеры наглядно подтверждают необходимость достоверной идентификации воздушных объектов, в частности беспилотных летательных аппаратов (БПЛА), с целью правильной оценки их опасности и принятия адекватных мер. Выявление потенциально опасных летательных аппаратов, способных причинить ущерб национальной безопасности страны и ее экономическим интересам или угрожающих жизни людей является основной задачей Вооружённых сил Российской Федерации (ВС РФ). Как защищаться от «дружественного огня» в боевых действиях БПЛА?

Ключевые слова: беспилотные летательные аппараты, дружественный огонь, идентификация, опасность.

Дружественный огонь — это опасная ситуация, когда войска несут потери от ударов своих или союзников. Попасть под такой огонь очень вероятно в боевых операциях с участием большого числа участников. Особенно это прослеживается в ограниченном пространстве, когда теряется или не устанавливается информационный контакт между сражающимися боком-бок. Потери от «дружественного огня» всегда сопровождали и будут сопровождать военные конфликты, тем более что в последнее время в моду вошли международные коалиции войск. Вероятность взаимонепонимания всегда ниже, в случае участия войск множества стран. А также в настоящее время боевые действия ведутся не только в дневное время, но и ночное. Именно поэтому возникает острая необходимость применения технических средств для решения этой проблемы.

В древние времена для решения этой проблемы использовали рисунки на щитах. Уникальные изображения на щитах, позволяющие идентифицировать войска, носили франки, саксы и северяне. Наиболее очевидным и узнаваемым способом выделиться на полях была геральдика. Геральдика — система социальной идентификации в европейском обществе 12–18 веков посредством визуальных признаков. Далее получило свое развитие применение формы и специальных знаков. Это могут

быть специальные форменные элементы, плакаты, нашивки, жетоны или другие обозначения, которые носят военнослужащие на себе для идентификации. Также широкое распространение получило использование кодов и паролей, которые также используются в настоящее время.

Сложность идентификации беспилотников в процессе контроля воздушного пространства обуславливается рядом факторов. Есть так называемая единая система государственного радиолокационного опознавания «Пароль», но в среднем только 10–11% воздушных судов опознаются по ответным сигналам. Рост интенсивности полетов в воздушном пространстве так же увеличилось, что влечет за собой проблемы, связанные недостаточным уровнем оснащения радиотехнических подразделений и радиолокационных позиций.

Новая система распознавания БПЛА появилась в России, она называется «свой — чужой». Она позволяет отличить российские беспилотники от летательных аппаратов противника. Малогабаритное устройство можно будет интегрировать в широкую линейку боевых дронов. Такие приборы, но большего размера, применяются в авиации, чтобы отличать свои самолеты и вертолеты от вражеской техники. Эксперты отмечают, что эта разработка защитит российские БПЛА от «дружественного огня».



Рис. 1. Принцип работы системы «свой — чужой» [1]

Малогабаритный приемопередатчик системы «свой — чужой» в автоматическом режиме маркирует дружественные дроны. При облучении беспилотника радиолокационной станцией приемопередатчик посылает зашифрованный сигнал, который позволит нашим самолетам, БПЛА или зенитным комплексам идентифицировать летательный аппарат в качестве своего. В состав приемопередатчика входит российская система опознаватель «Пароль», которые применяются в военной авиации, но имеют значительно большие габариты. Система позволит российским системам ПВО, а также самолетам и вертолетам опознать свои БПЛА на расстоянии до 100 км и на высоте до 5 км. Аппарат весит 150 г и потребляет минимум электроэнергии, что обеспечит возможность использования с различными беспилотниками. Оборудование было разработано и прошла испытания в холдинге «Росэлектроника». Предприятие заявило о готовности к серийному производству [5].

Для такого модуля необходимо использовать средства защиты от несанкционированного вмешательства. Существуют три основных способа вмешательства в работу беспилотника. Первый из них это механическое влияние, можно сбить БПЛА. Второй способ — использование устройств, которые подавляют любые радиоканалы, путем генерации на заданной частоте очень мощного подавляющего сигнала. Третий способ состоит в перехвате и подмене передаваемых/принимаемых пакетов данных. Рассмотрим более подробно последний способ. Известны случаи, когда БПЛА удавалось посадить путем подмены одного сигнала другим [6]. Например, описаны случаи, когда подменой пакетов данных в канале связи удалось «угнать» БПЛА или изменить его задачи [7]. С помощью более мощного источника управляемого сигнала. Защита канала управления — это актуальная задача. Если противнику удастся перехватить сигнал, излучаемый из нашего модуля приемопередатчика, то это дает ему возможность использовать данную информацию в своих целях. К примеру, выдавать «свои» БПЛА за «наших». Тогда воздушные суда будут определять его за «своего», что может привести сбою работы системы «свой — чужой». Именно для этого необходимо использовать криптографические средства защиты канала связи. Что позволит обеспечить защиту канала, даже в том случае, когда противник перехватит зашифрованный сигнал. Для дешифровки сигнала потребуются огромные ресурсы и времени. Если учесть возможность смены ключа через определенное время, то вероятность дешифровки будет сводиться к нулю.

Ранее данную проблему пытались решить, сообщая зенитчикам квадраты, где будут работать наши дроны. Вдоль линии боевого соприкосновения работают тысячи БПЛА с каждой стороны, и определить их принадлежность практически невозможно. Так как наша ПВО была не в состоянии различать «своих» от «чужих», то она сбивает всех подряд. Это необходимо, чтобы не пропустить атаку противника, не допустить разведдеятельности и корректировки артиллерии с дронов. До

этого момента в работе отечественных БПЛА эта функция не была реализована. После внедрения данной системы на БПЛА ситуация изменится в пользу ВС РФ и вероятность «дружественного огня» сведется к минимуму. Это позволит увеличить выживаемость российских дронов и уменьшит расход боеприпасов у зенитчиков.

С помощью беспилотника решаются множество задач: разведка, коррекция огня артиллерии и авиации, нанесение ударов с использованием ручных гранат, бомб и самодельных боеприпасов. БПЛА способна нести на себе не только вооружение и специальное оборудование. Самым используемым является камера, с помощью которой ведется видеосъемка. Далее видео транслируется оператору БПЛА, который в свою очередь, к примеру, ведет корректировку огня артиллерии. Они могут летать на большие расстояния, длительное время и иметь доступ к местам, недоступным для обычных летательных аппаратов. Все перечисленные возможности БПЛА показывают необходимость их применения в боевых действиях. Важность использования БПЛА в конфликтах доказала спецоперация на Украине. Российские подразделения, как и противник, активно используют дроны с первых дней спецоперации. Немало случаев, когда нашим дронам удавалось снимать работу БПЛА противника и сбивать их тараном. Наибольшее распространение над линией боевого соприкосновения и в ближнем тылу активно используются БПЛА-камикадзе — FPV-дроны. Как правило, это небольшие аппараты, начиненные взрывчаткой. Отечественные дроны «Герань-2» используются в качестве высокоточного оружия большой дальности, нанося удары по объектам в глубоком тылу. Вот почему необходимо обеспечить правильную работу дронов и систем ПВО.

Идентификация воздушных объектов является основным инструментом контроля воздушного пространства. Она дает возможность классификации воздушных судов по степеням опасности.

Можно отметить, что проблема разграничения своих БПЛА от дронов противника до конца не решена. Потребуется решить ряд проблемных вопросов нормативно-правового, организационного, системного и технического характера. Необходимо уточнить планы оснащения радиотехнических подразделений различными источниками информации, таких как система «свой — чужой», о воздушных объектах и обеспечение их комплексного использования в интересах. Решение указанных выше проблем позволит существенно повысить качество контроля воздушного пространства в условиях непрерывного роста интенсивности воздушного движения и усиления мер противодействия реальным и потенциальным угрозам из воздушно-космической сферы. В конечном итоге это будет способствовать обеспечению необходимого уровня безопасности авиационной деятельности Российской Федерации и национальной безопасности в целом.

Литература:

1. Степовой Б., Леонова О. В СВО среди чужих: российские БПЛА получают новую систему распознавания URL: <https://iz.ru/1614699/bogdan-stepovoi-iuliia-leonova/v-svo-sredi-chuzhikh-rossiiskie-bpla-poluchat-novuiu-sistemu-raspoznavaniia> (дата обращения: 15.03.2024).

2. Дилигенская А. Н. Идентификация объектов управления / Самара, 2009. 136 с.
3. Алексеев А. Системы боевой идентификации коалиционных сил. Идет ли процесс? (Часть 1) URL: <https://topwar.ru/52108-sistemy-boevoy-identifikacii-koalicionnyh-sil-idet-li-process.html?ysclid=lu5tkjg1hj118524719>
4. Навроцкий Д. А. Система защиты радиоканалов БПЛА от несанкционированного вмешательства// Национальная ассоциация ученых. 2015. № 8. С. 95–98.
5. <https://rostec.ru/media/pressrelease/rostekh-sozdal-miniatyurnuyu-sistemu-svoy-chuzhoy-dlya-identifikatsii-bespilotnikov/>
6. <https://dzen.ru/a/Zd3sLsPOzI-fVFp>
7. <https://tegra.ph/Ugnat-dron-Metody-perehvata-upravleniya-kopterami-06-24-2>

Обеспечение и анализ безопасности дорожного движения в Республике Казахстан

Набиев Ерболат Маратулы, студент магистратуры

Научный руководитель: Токмурзина-Коберняк Наталья Анатольевна, кандидат технических наук, доцент
Казахский национальный исследовательский технический университет имени К. И. Сатпаева (Satbayev University) (г. Алматы, Казахстан)

В связи с ростом числа автомобилей на дорогах, увеличение грузопассажирских потоков и внедрение высокоавтоматизированных транспортных средств, возникает необходимость в разработки и совершенствования технологий, направленных на обеспечение безопасности дорожного движения. Также, следует отметить, что с развитием информационных технологий появилась возможность отслеживать движения водителей, изучать их поведение в потоке и оценивать их физические характеристики во время управления транспортным средством.

В статье представлены результаты исследования манеры вождения и психофизиологических особенностей водителей для целей разработки методик обучения, тестирования и создания систем, направленных на повышение безопасности дорожного движения. Основные аспекты анализа включают в себя время реакции, уровень усталости, склонность к риску и другие факторы.

В наше время учитывая широкое распространение систем помощи водителям и различные категории водителей, включая молодежь и пожилых людей, акцент делается на исследовании влияния этих изменений в поведении на общую картину безопасности дорожного движения. Целью является создание системы, которая будет собирать и анализировать данные, основываясь на оценке поведенческих характеристик водителя, влияющих на безопасность дорожного движения.

Результаты данного исследования могут способствовать разработке эффективных стратегий управления транспортными потоками и повышению уровня безопасности на дорогах путем учета человеческого фактора в его различных аспектах.

Ключевые слова: дорожное движение, дорожно-транспортные происшествия, транспорт, оценка безопасности, транспортный поток, машины.

Ensuring and analyzing road safety in the republic of Kazakhstan

Due to the increasing number of vehicles on the roads, growing traffic flows, and the introduction of highly automated transport vehicles, there is a need to develop and improve technologies aimed at ensuring road safety. Additionally, with the advancement of information technologies, it has become possible to track drivers' movements, study their behavior in traffic, and assess their physical characteristics while operating a vehicle.

This article presents the results of research on driving behavior and psychophysiological characteristics of drivers for the purpose of developing training methods, testing, and creating systems aimed at improving road safety. Key aspects of the analysis include reaction time, fatigue level, risk propensity, and other factors.

In today's world, considering the widespread use of driver assistance systems and various categories of drivers, including youth and elderly people, the focus is on studying the impact of these behavioral changes on the overall picture of road safety. The goal is to create a system that will collect and analyze data based on the assessment of driver behavioral characteristics affecting road safety.

The results of this study can contribute to the development of effective traffic management strategies and increase the level of road safety by considering the human factor in its various aspects.

Keywords: traffic, road accidents, transport, safety assessment, traffic flow, cars.

Актуальность

Транспортная инфраструктура является основой для существования и развития современных городов и мегаполисов.

Эта система включает в себя улично-дорожные сети, объекты обслуживания транспорта, а также станции и вокзалы. Обеспечение эффективной работы и развитие такой инфраструктуры требуют комплексного планирования и управления, осо-

бенно в контексте безопасности [1], организации дорожного движения и планирования маршрутов. Одним из актуальных направлений исследования является анализ структуры транспортного потока на улично-дорожной сети.

Структуру транспортного потока можно описать с учетом различных типов транспортных средств, их загрузки, а также режимов движения. В соответствии с классификацией В.Ф. Бабкова [2] — [3], можно выделить следующие виды движения транспортных средств:

- Свободный поток: характеризуется редким движением автомобилей, где движение одного автомобиля не влияет на другие, и каждое транспортное средство может двигаться с комфортной скоростью.
- Частично-связный поток: в потоке наблюдаются небольшие группы автомобилей, следующих друг за другом, при этом скорость определяется лидером группы, и возможны обгоны и переходы в свободный поток.
- Связный поток: характеризуется большими группами автомобилей, где скорость зависит от лидера группы, и обгоны становятся сложными, так как после обгона автомобиль попадает в новую группу.
- Насыщенный поток: транспортные средства движутся друг за другом, обгоны практически невозможны, что часто приводит к образованию заторов.

В современных городах и мегаполисах особенно важно изучение связанных и насыщенных потоков, которые имеют высокую плотность транспортного движения и требуют особого внимания. При анализе и прогнозировании состояния улично-дорожной сети выделяются основные параметры транспортного потока:

- Интенсивность движения на отдельных участках сети.
- Объем перевозок в общественном транспорте.
- Средние скорости движения транспортных средств.
- Плотность потока, выраженная в количестве транспортных средств на определенном участке дороги.
- Временные задержки в движении и другие характеристики.

При моделировании транспортных потоков необходимо учитывать множество переменных с различными интервалами изменений, таких как пропускная способность дороги, состояние дорожного полотна, реакции водителей и работа высокоавтоматизированных транспортных средств. Анализ этих факторов позволяет сделать вывод о следующих свойствах транспортных потоков:

- Стохастичность: Обусловлена человеческим фактором. Поведение транспортных средств на дороге нельзя предсказать абсолютно точно, и возможно только приближенное прогнозирование с определенной вероятностью. Для описания такого поведения необходимо использовать вероятностные методы, так как оно не подчиняется строгим законам механики твердого тела.
- Нестационарность: Происходит из-за изменений в погодных условиях, состоянии дорожного потока, времени суток и времени года. Эти факторы могут значительно влиять на характеристики транспортных потоков, такие как скорость движения и плотность, что делает моделирование более сложным из-за постоянных изменений в системе.

Таким образом, учет стохастичности и нестационарности является важным аспектом моделирования транспортных потоков, поскольку он позволяет учесть изменчивость в поведении участников дорожного движения и условиях окружающей среды.

Материалы и методы

Постоянное наблюдение за дорожной обстановкой играет ключевую роль в обеспечении безопасности на дорогах. Это наблюдение может осуществляться различными способами: от мониторинга общего транспортного потока до отслеживания отдельных транспортных средств и поведения их водителей. Важно отметить, что понятие «водитель» включает не только человека, но и компьютер в случае высокоавтоматизированных транспортных средств.

Эксперименты на реальных дорогах, проводимые с использованием активного и пассивного мониторинга, представляют собой значимый инструмент для сбора данных и анализа дорожной обстановки (рисунки 1–2). Активный мониторинг предусматривает установку смартфона в каждое транспортное средство. Смартфон записывает и передает на сервер данные о перемещении ТС: координаты, скорость, высоту над уровнем моря и другие параметры. Пассивный мониторинг предусматривает установку мобильных устройств с камерами на перекрестках УДС города, либо использование стационарных камер и микроволновых радаров. Видео — поток с камер анализируется, выделяются транспортные средства отслеживаются направление их движения и скорости. Примеры сбора данных с помощью активного и пассивного мониторингов могут быть проиллюстрированы на рисунке ниже.

Технологии сбора и анализа данных о поведении водителей, влияющих на безопасность на дороге, включают в себя различные методы и инструменты для сбора, обработки и анализа информации о дорожных событиях, действиях водителей и условиях на дороге.

1. **Дорожные камеры и видеонаблюдение:** Установленные на дорогах камеры могут записывать видео событий на дороге, таких как нарушения правил дорожного движения, аварии и другие происшествия.

2. **Датчики и сенсоры на дорогах:** Датчики движения, скорости, освещенности и другие сенсоры могут собирать данные о трафике, погодных условиях и других параметрах, влияющих на безопасность.

3. **Телематические системы в транспортных средствах:** Технологии, такие как системы GPS и системы связи, могут собирать данные о местоположении, скорости и маневрах транспортных средств.

4. **Методы машинного обучения и анализа данных:** Применение алгоритмов машинного обучения и анализа данных для обработки больших объемов информации, выявления паттернов и трендов в поведении водителей и выявления потенциально опасных ситуаций на дороге.

5. **Системы распознавания номерных знаков и лиц:** Технологии распознавания номерных знаков и лиц могут исполь-

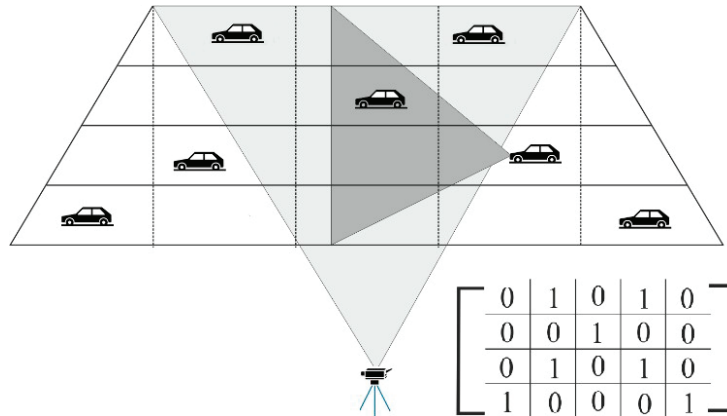


Рис. 1. Активный и пассивный методы мониторинга

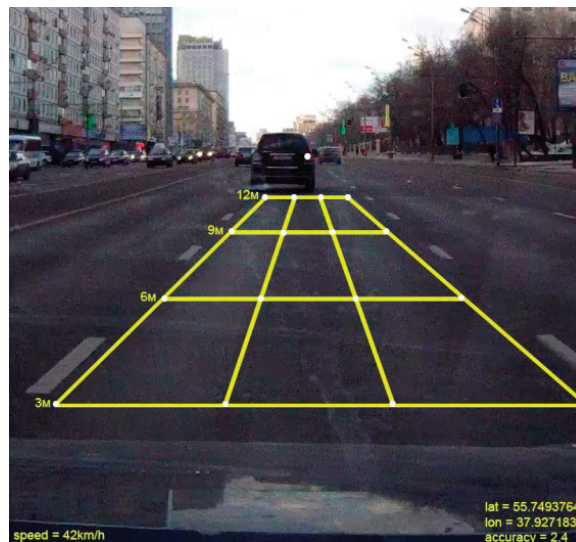


Рис. 2. Активный и пассивный методы мониторинга

зоваться для идентификации нарушителей и контроля доступа на дорогах.

6. Анализ данных социальных сетей и общественных источников: Мониторинг и анализ публичных данных из социальных сетей, новостных и других источников для выявления информации о дорожных событиях и реакции общественности на них.

7. Системы предупреждения и автоматического управления: Разработка и внедрение систем предупреждения водителей о возможных опасностях на дороге и автоматического управления транспортными средствами для предотвращения аварийных ситуаций.

Рассмотрим фрагмент многополосной магистрали с заданным числом полос K (рисунок 3). Разбиваем данный участок на M сегментов. Задается количество транспортных средств на магистрали m . В каждом сегменте может находиться только одно транспортное средство. Для каждой полосы задается плотность потока $ri(k)$ где i обозначает тип водителей, а k — полосу. Это показывает сколько транспортных средств определенного типа проходит по каждой полосе. Для каждого типа водителя вводится время реакции водителя Δti , интенсивность попыток

индивидуального маневра i -го транспортного средства li , количеством автомобилей.

Количество автомобилей, принадлежащих к определенному типу, обозначается как ai . Вероятность перестроения для транспортного средства обозначается как pi .

Предположим, что два типа частиц движутся на участке с K полосами. Частицы характеризуются двумя типами поведения водителей:

1. Продолжение движения по той же полосе (1 тип).
2. Стремление сменить полосу (2 тип).

Участок разбит на m отрезков, каждый из которых содержит l ячеек. Размер каждой ячейки на отрезке m обозначается как dm , где $m = 1, \dots, M$. Ячейка характеризуется координатами (x, y) , где x — номер полосы, а y — номер точки на полосе.

Для m -го отрезка и k -й полосы содержатся ячейки с координатами (i, y) , где y принимает значения от $(i, y) = (j - 1)l + 1, \dots, jl$

Частицы первого типа движутся по одной из полос и не стремятся сменить полосу, соответствующие автомобилям, которые не планируют менять полосу. Частицы второго типа стремятся перейти к концу участка на полосу 1, соответствуя

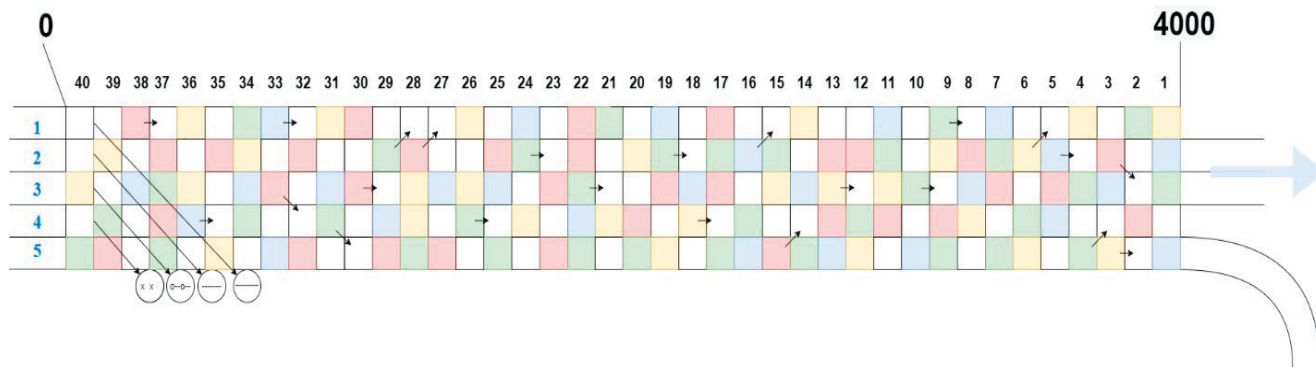


Рис. 3. Фрагмент многополосной магистрали, разбитой на сегменты

автомобилям, которые планируют свернуть на другую дорогу в конце участка.

Значение d_m соответствует динамическому габариту автомобиля.

Правила движения для каждого типа частиц:

1. Частицы первого типа (не стремящиеся сменить полосу):

- Если частица первого типа находится на полосе x , она остается на этой полосе во время движения по участку.
- В течение кванта времени частица первого типа, находящаяся на полосе k и отрезке m , с вероятностью λ_1 , $m\Delta t$ стремится переместиться на одну ячейку в направлении движения. Попытка реализуется, если ячейка впереди свободна.

2. Частицы второго типа (стремящиеся сменить полосу):

- Если частица второго типа находится в ячейке (k, j) , где $k < L$, и ячейка $(k-1, j)$ (ячейка на полосе справа от рассматриваемой частицы) свободна, то частица переходит в ячейку $(k+1, j)$ с вероятностью $\lambda_1 m \Delta t$.
- Если частица второго типа находится на полосе k и ячейка справа от нее занята, частица не переходит в другую ячейку.

Плотности потоков на первом отрезке и каждой полосе заданы.

Результаты и обсуждения

На рисунке 4 предоставлена информация по количеству дорожно-транспортным происшествиям (далее — ДТП) за 2023 год в Республике Казахстан. Как мы можем увидеть по г. Алматы наибольшее количество ДТП связано с тем, что в г. Алматы численность автотранспорта выше, чем в других регионах. Соответственно с многочисленностью автомобилей в городе Алматы образуются пробки и постоянные смены полос водителями, что влечет за собой ДТП, а также водитель автотранспортного средства утомляется и испытывает стресс, что негативно влияет на его реакцию и психическое состояние, а также эмоциональное состояние водителя. [4]

Основная причина дорожно-транспортных происшествий заключается в человеческом факторе, преимущественно в нарушениях правил дорожного движения, которые совершают все участники дорожного движения. Исследования, проводимые в Германии, указывают на то, что водители личных автомобилей чаще всего отвлекаются от управления транспортным средством, что увеличивает риск дорожно-транспортных происшествий.

Распределение количества ДТП по областям

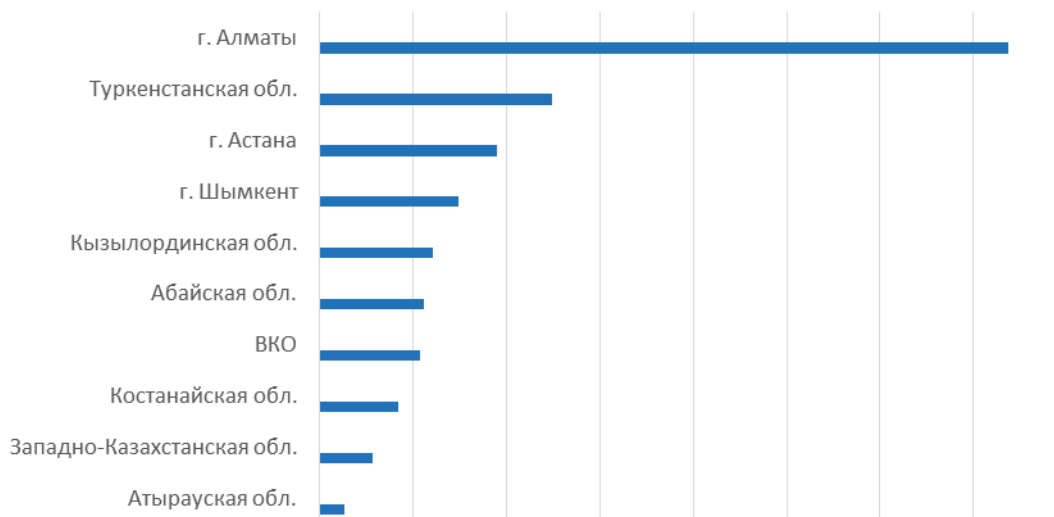


Рис. 4. Количество ДТП по областям РК

Для составления ежегодного отчета о состоянии безопасности на дорогах в Германии проводятся наблюдения в различных регионах страны, различное время суток и типы автомобильных дорог. Данные о ситуации на дорогах собираются в 8 регионах в разное время суток и дни недели, а также группируются по возрастным категориям, полу водителей и видам дорог.

При анализе данных получены следующие результаты: около 30% водителей используют смартфоны, из которых 20% пишут сообщения, игнорируя дорогу, и 10% разговаривают по телефону без использования функции «свободные руки» [5]. Кроме того, примерно 50% случаев отвлечения от управления транспортным средством происходят при курении, приеме пищи или напитков. Систематизация подобных данных может помочь разработать методику наблюдения за поведением водителей и далее выработать рекомендации по предотвращению дорожно-транспортных происшествий, вызванных действиями водителей.

Выводы

В ходе исследования было проведено:

1. Изучение традиционных моделей транспортных потоков и выявление тех, которые учитывают человеческий фактор.
2. Влияния перестроений транспортных средств на скорости многополосного потока.
3. Разработка технологий сбора и анализа данных о поведении водителей, влияющих на безопасность на дороге.
4. Проверка и оценка полученных результатов исследования воздействия человеческого фактора на безопасность дорожного движения.

Далее были разработаны математические модели дифференцирования транспортного потока на основе детерминированно-стохастической модели. Эти модели позволяют предсказывать поведение водителя на дороге с учетом его пси-

хофизиологических характеристик. Основой исследования послужил детерминированно-стохастический подход, который обеспечивает гибкую настройку математической модели, учитывая не только основные характеристики транспортного потока, но и дополнительные параметры, такие как вероятность передвижения на дороге в зависимости от стиля вождения, физиологические характеристики и дорожная обстановка.

Проведено сравнительное исследование двух методов наблюдения за состоянием автотранспортного потока: активного и пассивного. При активном методе наблюдения возможно детальное анализирование отдельных транспортных средств с последующей корректировкой их поведения в потоке при наличии единой информационной системы «коллективного разума». В то время как при пассивном методе происходит оценка транспортного потока и его основных характеристик, таких как скорость и дистанция между автомобилями. С использованием данных, полученных при пассивном мониторинге, была выявлена зависимость между скоростью движения и расстоянием между транспортными средствами, которая зависит от типа водителя.

Также был проведен сравнительный анализ влияния человеческого фактора на безопасность дорожного движения. Установлено, что время реакции водителя представляет собой комплексный параметр, включающий в себя физиологические, психофизиологические и психологические характеристики, а также эмоциональное состояние водителя.

В исследовании предложена детерминированно-стохастическая модель, которая гибко настраивается и корректируется в зависимости от многофакторной оценки времени реакции водителя и типа транспортного средства. Эта модель, используя экспериментальные данные и отражая основные характеристики транспортного потока, описывает поведение транспортных потоков в современном мире. До настоящего времени технологии геймификации не применялись в автотранспортной отрасли.

Литература:

1. Бабков, В. Ф. Проектирование автомобильных дорог. Часть 1 / В. Ф. Бабков, О. В. Андреев. — М.: Транспорт, 1987. [1]
2. Бабков, В. Ф. Дорожные условия и безопасность дорожного движения / В. Ф. Бабков. — М.: Транспорт, 1993. — 271 с. [2]
3. Бабков, В. Ф. Дорожные условия и безопасность дорожного движения / В. Ф. Бабков. — М.: Транспорт, 1993. — 271 с. [3]
4. «Карта аварийности» — комитет по правовой статистике и специальным учетам генеральной прокуратуры Республики Казахстан. [4]
5. Hafikeit von Ablenkung bei Autofahren Berichte der Bundesanstalt for Strafenwesen // Mensch und Sicherheit, 2020, Heft M 297. [5]

АРХИТЕКТУРА, ДИЗАЙН И СТРОИТЕЛЬСТВО

Применение геосинтетических материалов при устройстве земляного полотна на слабых основаниях

Иванова Мария Вячеславовна, студент

Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет

На территории Российской Федерации распространены сложные грунты, в т.ч. слабые грунты. К примеру, болота занимают 10% территории страны, однако большая их часть не освоена в виду сложности и большой длительности строительного процесса, а также высоких материальных затрат на него. В статье описаны виды геосинтетических материалов, их функции, приведен порядок выбора геосинтетического материала. В зависимости от конструктивного элемента земляного полотна и роли геосинтетического материала в нём, описаны рекомендации по применению последнего и технико-экономическая целесообразность использования геосинтетического материала при устройстве земляного полотна на слабых основаниях.

Ключевые слова: геосинтетический материал, функции геосинтетических материалов, слабые грунты, геосетка, геотекстиль.

Application of geosynthetic materials in grading of subgrade on weak foundation

Ivanova Mariia Veacheslavovna, student

Saint-Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering (St. Petersburg)

Complex soils, including weak soils, are common in the Russian Federation. For example, swamps occupy 10% of the country, but most of them are not developed due to the complexity and long duration of the construction process, as well as the high cost of it. The article describes types of geosynthetics, their functions, provides an order of choice of geosynthetic material. Depending on the construction element of an earthen bed and the role of geosynthetic material in it there are described recommendations for the use of the latter and the technical and economic feasibility of using geosynthetic material when constructing an earthen bed on weak subgrade.

Keywords: geosynthetic material, functions of geosynthetic materials, weak soils, geogrid, geotextile.

Геосинтетический материал — материал из синтетических или природных полимеров, неорганических веществ, контактирующий с грунтом или другими средами, применяемый в дорожном строительстве. [1, с. 1]

Геосинтетические материалы применяются при возведении земляного полотна на слабом основании, сложенном органическими, органоминеральными или минеральными грунтами.

Выбор геосинтетического материала осуществляется в несколько этапов, с соблюдением определенного порядка:

1. Назначение конструктивного элемента земляного полотна, обоснование использования.

2. Назначение функций геосинтетического материала в конструктивном элементе. Обоснование технического и экономического эффекта от применения.

Геосинтетические материалы осуществляют такие функции, как:

- армирование;
- разделение;

- фильтрация;
- дренирование;
- борьба с эрозией;
- гидроизоляция;
- теплоизоляция.

3. Определение используемых строительных материалов. Выбор вида геосинтетического материала.

4. Определение комплекса показателей и характеристик, присущих району строительства, на основании инженерных изысканий. Выбор геосинтетического материала и сырья для его производства, устойчивого к природным условиям участка строительства.

5. Определение необходимых физико-механических свойств геосинтетического материала по результатам инженерных расчетов дорожных конструкций.

6. Оценка возможности использования геосинтетического материала после получения результатов исследования лаборатории на показатели, указанные в табл. 6.5–6.7 [2].

7. Учет поправочных коэффициентов запаса по табл. 6.11 [2].

Преимущество применения геосинтетических материалов при работах с грунтом на слабых основаниях заключается в их разделительной функции (защитный элемент). Геосинтетический материал укладывается на подготовленную поверхность слабого грунта, что позволяет избежать смешивания слабого грунта с уложенной поверх него отсыпкой, улучшить условия обратной засыпки и уплотнения отсыпки, снизить потери отсыпки и облегчить технологию строительства. Основная роль такого применения геосинтетических материалов заключается в сохранении срока службы дорожных конструкций и их физико-механических свойств. Защитный слой из геосинтетического материала может использоваться в качестве технического слоя, позволяющего строительной технике передвигаться по слабому грунту. Применение геосинтетических материалов возможно только при условии обеспечения устойчивости всей дорожной конструкции.

В частных случаях геосинтетический материал целесообразно применять в качестве защитных прослоек при возведении нижней части насыпи из местных грунтов.

Для создания защитных прослоек рекомендуется применять геосетки. При определенных условиях возможно применение нетканого иглопробивного геосинтетического материала толщиной более 3,5 мм, плотностью 350 г/м² и выше, отвечающего требованиям по водонепроницаемости.

В тех случаях, когда после выполненной оценки устойчивости всей дорожной конструкции на стадии строительства или после завершения осадки не обеспечена, геосинтетический материал применяют в качестве армирующей прослойки (функция — армирование). Она перераспределяет напряжения, возникающие в грунтовом массиве, компенсирует дефицит удерживающих сил, частично воспринимает растягивающие напряжения. Эффективность применения армирующих прослоек определяется механическими свойствами геосинтетического материала, прежде всего, расчетным значением длительной прочности.

Для создания армирующих прослоек рекомендуется применять высокопрочные геосинтетические материалы тканые геотекстильные или геосетки, как правило, на основе полиэфира и стекловолокна. [3]

Вертикальные дренарующие элементы (функция — дренарование) из геосинтетического материала применяют при обеспеченной устойчивости основания под нагрузкой от веса насыпи для ускорения консолидации грунтов слабого основания. Данное мероприятие представляет собой ленты из нетканого иглопробивного геотекстиля или более сложной многослойной структуры с рекомендованными характеристиками, указанными в разделе 8 [3]. Целесообразно вертикальные дрены применять в случаях, когда:

- мощность слабой толщи более 3 м на водоупоре и более 5 м на водопроницаемом основании;
- степень влажности слабых грунтов от 0,8 до 1,0, коэффициент фильтрации не меньше 10⁻⁵ м/сут.

При строительстве дорог низких категорий или временных дорог на слабых основаниях применяют комбинированный метод — защитно-армирующие прослойки. Целью их использования являются снижение неравномерности осадки и уменьшение толщины насыпного слоя низких насыпей. Защитно-армирующие прослойки также используются при выполнении реконструкционных работ по уширению земляного полотна на слабых основаниях. В зависимости от поставленных целей применяются геотекстильные материалы или георешетки.

Функции гидроизоляции, фильтрации, а также дренарования осуществляют прослойки из геосинтетических материалов, ограничивающие или предотвращающие увлажнение грунтов рабочего слоя земляного полотна. Особое внимание уделяют мероприятиям по регулированию водно-теплого режима земляного полотна:

- защитная прослойка из нетканого геосинтетического материала под капилляропрерывающим слоем из минеральных материалов;
- капилляропрерывающий слой из геокомпозитного материала в нижней части земляного полотна;
- обойма из обработанного вяжущим нетканого геосинтетического материала, обеспечивающая полную гидроизоляцию рабочего слоя;
- прослойка из обработанного вяжущим нетканого геосинтетического материала в нижней части земляного полотна, предотвращающая дополнительное увлажнение рабочего слоя.

Виды геосинтетических материалов, описанных выше и в ОДМ 218.2.046–2014 по выполняемым функциям приведены в табл. 1.

Таблица 1. Рекомендованные геосинтетические материалы в конструктивных элементах земляного полотна

Функции геосинтетических материалов	Конструктивный элемент земляного полотна	Вид геосинтетического материала
Армирование	Основание насыпи	Георешетка пластмассовая экструдированная
		Георешетка тканая
	Рабочий слой	Георешетка вязаная
		Георешетка пластмассовая скрепленная
	Тело насыпи	Геополотно тканое
		Геополотно вязаное
		Геосотовый материал пластмассовый скрепленный

Функции геосинтетических материалов	Конструктивный элемент земляного полотна	Вид геосинтетического материала
Разделение	Основание насыпи	Геополотно тканое
	Рабочий слой	Геополотно вязаное
		Тело насыпи
Фильтрация	Основание насыпи	Геополотно тканое
	Рабочий слой	Геополотно вязаное
		Тело насыпи
Дренаживание	Рабочий слой	Геополотно нетканое
	Тело насыпи	
	Основание насыпи	Геополотно нетканое
		Геооболочка тканая
		Геооболочка вязаная
Гидроизоляция	Основание насыпи	Геомембрана пластмассовая экструдированная
		Геомембрана композиционная
		Геомембрана битумная
		Глинмат

Основной целью применения геосинтетического материала при возведении земляного полотна на слабых основаниях является обеспечение надежного функционирования автомобильной дороги или отдельных ее элементов. Также достигается рациональное уменьшение объемов дорожно-строительных материалов, земляных работ, сокращение

сроков строительства, уменьшение сметной стоимости строительства. Таким образом, применение геосинтетических материалов при возведении земляного полотна на слабых основаниях не только полностью оправдывает себя, но и рекомендуется даже при малых мощностях толщи слабых грунтов.

Литература:

- ГОСТ Р 55028–2012 Национальный стандарт Российской Федерации. Дороги автомобильные общего пользования. Материалы геосинтетические для дорожного строительства. Классификация, термины и определения.
- ОДМ 218.2.046–2014 Рекомендации по выбору и контролю качества геосинтетических материалов, применяемых в дорожном строительстве
- ОДМ 218.5.003–2010 Рекомендации по применению геосинтетических материалов при строительстве и ремонте автомобильных дорог.
- ОДМ 218.3.120–2020 Методические рекомендации по расчету насыпей автомобильных дорог на слабых грунтах основания с применением геосинтетических материалов
- Сонин В.В. Обзор технологий усиления слабых оснований дорожных насыпей // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2016. № 5 [Электронный ресурс]. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/obzor-tehnologiy-usileniya-slabyh-osnovaniy-dorozhnyh-nasyupey> (дата обращения: 16.04.2024).
- Комилов С., Худайкулов Р., Эсиргапов А. Особенности усиления насыпи земляного полотна геосинтетическими материалами // Транспорт шелкового пути. 2021. № 1. [Электронный ресурс]. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/osobennosti-usileniya-nasypi-zemlyanogo-poltna-geosinteticheskimi-materialami> (дата обращения: 16.04.2024).

Сравнительный анализ способов определения ровности аэродромных покрытий методами короткошагового нивелирования и профилометрическим оборудованием

Мередов Ыхлас Гурбангелдиевич, студент
Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет

Неровность аэродромного покрытия в аэропорту является одной из самых больших проблем, с которыми сталкиваются самолеты во время взлета и посадки и руления. Неровности могут быть вызваны многими факторами, таких как деформация асфальтобетонного покрытия, разрушение бетонного покрытия, недостаточное уплотнение грунта и другие неровности поверхности покрытий.

Предотвращение неровностей поверхностей покрытий является важной задачей безопасности полетов. Устойчивые и гладкие поверхности аэродромного покрытия обеспечивают оптимальные условия для взлета и посадки, минимизируют износ шин самолетов и предотвращают несчастные случаи.

Ключевые слова: ровность, ИВПП, искусственная взлётно-посадочная полоса, эксплуатация аэропортов, аэродром, бетонные покрытия.

Comparative analysis of methods for determining the evenness of airfield surfaces using short-step leveling and profilometric equipment

Comparative analysis of methods for determining the evenness of airfield surfaces using short-step leveling and profilometric equipment. The unevenness of the airfield surface at the airport is one of the biggest problems faced by aircraft during takeoff and landing. Irregularities can be caused by many factors, such as deformation of the asphalt concrete pavement, destruction of concrete, insufficient soil compaction and other surface irregularities of the coatings.

The prevention of surface irregularities is an important safety issue. Stable and smooth airfield surfaces provide optimal conditions for takeoff and landing, minimize tire wear and prevent accidents.

Keywords: evenness, AR2, artificial runway, airport operation, airfield, concrete pavements.

С целью полного устранения перерывов в летной работе авиации и обеспечения круглогодичной бесперебойной эксплуатации аэродрома на летном поле устраивают искусственные покрытия (на взлетно-посадочных полосах, магистральных и соединительных рулежных дорожках, групповых и индивидуальных местах стоянок самолетов, перронах). В аэропортах высших классов общая площадь покрытий составляет около 500–800 тыс. м² и более (2–15% общей площади аэропорта), а стоимость покрытий достигает 20–25% стоимости аэропорта.

На аэродромах применяются два типа искусственных покрытий — жесткий и нежесткий.

К жестким относятся покрытия из монолитного предварительно напряженного бетона и железобетона, из сборных предварительно напряженных железобетонных плит, из монолитного железобетона, бетонные и армобетонные покрытия.

К покрытиям нежесткого типа относятся асфальтобетонные.

Одним из основных требований, предъявляемым к искусственным покрытиям, является ровность.

Неровность аэродромного покрытия в аэропорту является одной из самых больших проблем, с которыми сталкиваются самолеты во время взлета и посадки и руления.

Величина нагрузки на покрытие во многом зависит от состояния его поверхности. При движении самолетов в процессе руления, взлетов и посадок из-за местных естественных неровностей покрытий (выколов, выбоин, уступов в швах и т.п.) раз-

виваются колебания самолетов, поэтому фактические нагрузки на покрытие возрастают.

Для поддержания искусственных покрытий аэропортов в соответствии с требованиями ФАП 262 (Об утверждении Федеральных авиационных правил), с периодичностью в 5 лет производится сертификация аэродрома, включающий в себя проверку ровности искусственного покрытия.

Для измерения ровности существует несколько методов:

- с помощью приборов для нивелирования,
- с помощью профилометрических установок

Ниже подробно рассмотрены данные методы с их достоинствами и недостатками.

1. Для примера рассмотрим проведение работ по короткошаговому нивелированию продольных профилей ИВПП 08/26 длиной 3400 м Аэродрома Улан-Удэ (Мухино). Работы выполнены в июне 2023 года.

Целью работ является выполнение короткошагового нивелирования трех продольных профилей ИВПП с обработкой материалов нивелирования и составлением каталогов высотных отметок для расчета обобщенной характеристики ровности аэродромного покрытия «R», являющейся критерием оценки соответствия покрытия требованиям нормативных документов.

Для проведения работ использовался нивелир оптический с компенсатором В40А, регистрационный номер 67025–17. Заводской номер WS109821

Свидетельство о поверке № С-АКЗ-Р № 0006635 05.06.2023
 Оборудование прошло метрологическую аттестацию и допущено к применению в качестве рабочего средства измерений.

Высоты точек нивелирования были определены методом короткошаговой нивелирной съемки с шагом 0,5 м.

В результате выполненной нивелирной съемки получены значения высот 20403 точек, соответствующие трем продольным профилям ИВПП 08/26. По данным измерениям составляется каталог высотных отметок и продольные профили.

Схема установки нивелира, порядок разметки и нивелирования приведены на рисунке 1.

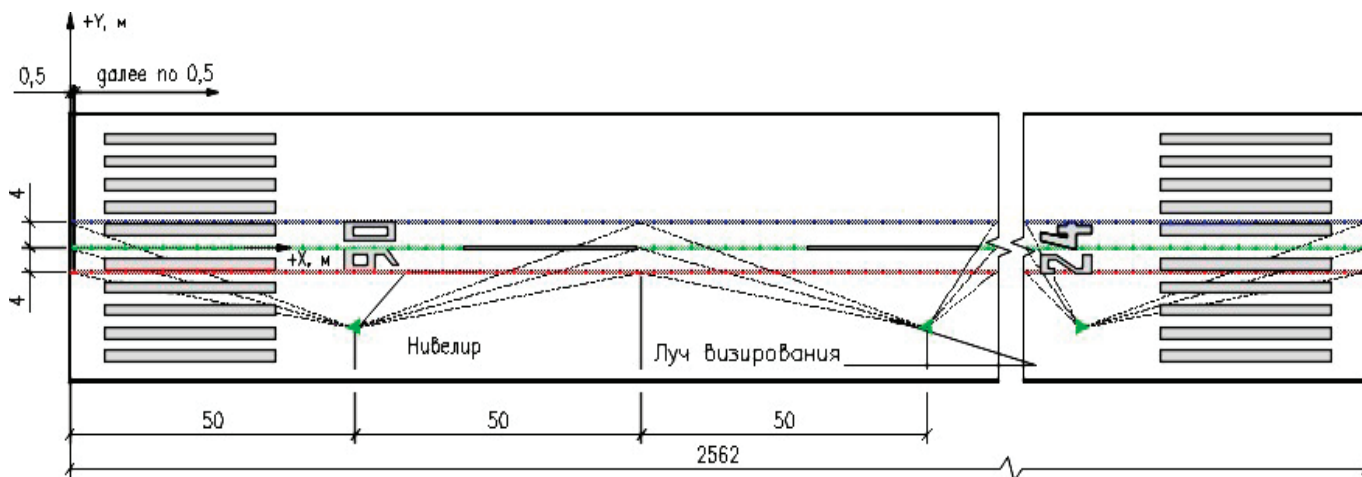


Рис. 1. Схема установки нивелира, порядок разметки профилей (точек нивелирования) и нивелирования

Продольные профили, расположенные в зонах прохождения основных опор ВС и по оси ИВПП с шагом 40 м.

По результату проведенных работ составляется отчет и заключение о ровности.

1.1. Методика оценки макрорельефа. (МОС ФАП 262 (Методика оценки соответствия гражданских аэродромов Федеральным авиационным правилам «Требования, предъявляемые к аэродромам, предназначенным для взлета, посадки, руления и стоянки гражданских воздушных судов») и ФАП 262)

Оценка соответствия фактического макрорельефа ИВПП действующим требованиям выполнена по следующим показателям:

- а) Максимальный продольный уклон крайних участков (1/6 часть длины ИВПП) — не более 0,008;
- б) Максимальный продольный уклон среднего участка ИВПП — не более 0,0125;
- в) Величина излома сопрягаемых поверхностей искусственных покрытий элементов аэродрома — не более 0,015;
- г) При наличии волнообразного продольного профиля расстояние L, м, между смежными переломами продольных уклонов ВПП должно удовлетворять условию:

$$L \geq R (\Delta l_1 + \Delta l_2) \quad (1)$$

где $\Delta l_1, \Delta l_2$ — алгебраическая разность продольных уклонов в смежных переломах элементов ВПП;

R — минимальный радиус вертикальной кривой, равный 30000 м для ВПП класса А;

- д) Продольный профиль ВПП должен обеспечивать взаимную видимость двух точек, находящихся на расстоянии не менее половины длины ВПП на высоте 3 м от поверхности ВПП.

1.2. Методика оценки мезорельефа. (МОС ФАП 262 и ФАП 262)

Согласно п. 2.37 ФАП-262 на поверхности ИВПП не должно быть уступов высотой более 25 мм между кромками трещин, а также волнообразований, образующих просвет под трехметровой рейкой более 25 мм (кроме вершины двускатного профиля и дождеприемных лотков).

Для оценки размеров волнообразований по данным нивелирования для каждого профиля ИВПП вычислены алгебраические разности высотных отметок точек, отстоящих друг от друга на расстоянии 3 м, по формуле:

$$\delta h_i = \frac{h_{i-1} + h_{i+1}}{2} - h_i \quad (2)$$

где h_i, h_{i+1}, h_{i-1} — отметки смежных точек.

1.3. Методика расчета критерия ровности R. (МОС ФАП 262 и ФАП 262)

Оценка критерия ровности R выполнялась в соответствии с п. 2.38 ФАП-262, согласно которым для ИВПП аэродромов классов А, Б, В аэропортов, открытых для международных полетов, должна быть определена обобщенная характеристика ровности аэродромного покрытия (R). Значение R для этих ИВПП должно быть не менее 2.

Исходными данными для определения показателя ровности R ИВПП являются результаты геодезической съемки (нивелирования) продольных профилей ИВПП параллельных ее осевой линии и отстоящих от последней на расстоянии 3–5 м, с шагом 0,5 м.

- Ровность покрытия по критерию R классифицируется как:
- хорошая (при значении R большем 5);

- удовлетворительная (R от 2 до 5 включительно);
- неудовлетворительная (при значении критерия ровности R меньшем 2).

В качестве значения R принимается меньшая из определенных для каждого сечения величин.

Показатель ровности R определялся в зависимости от обобщенных характеристик уровня неровностей аэродромного покрытия S и k, аппроксимирующих спектральную плотность неровностей в виде функции:

$$S(F) = \frac{c}{F^k} \quad (3)$$

где С — коэффициент мощности спектра;

k — показатель степени;

F — пространственная частота длин волн неровностей (1/м).

1.4. Исходные данные короткошагового нивелирования

С целью определения критерия ровности ИВПП аэродрома «Улан-Удэ» (Мухино) в ходе обработки результатов короткошагового нивелирования исследованы 3 статистических ряда высотных отметок:

- ряд «Ось-4,7 м» — отметки профиля, расположенного в 4,7 м вправо от оси ИВПП в направлении от порога 08 к порогу 26.
- ряд «Ось» — отметки профиля оси ИВПП, измеренные в направлении от порога 08 к порогу 26;
- ряд «Ось+4,7 м» — отметки профиля, расположенного в 4,7 м влево от оси ИВПП при движении от порога 08 к порогу 26.

Схема расположения профилей и система координат измерения их отметок показаны на рисунке 2.

1.5. Соответствие покрытия ИВПП требованиям к макрорельефу

Продольный профиль оси ИВПП показан на рис. 6. Продольные уклоны сечений ИВПП по двум рядам, расположенным вправо и влево от оси практически одинаковы на макроуровне.

Продольный профиль состоит из шести участков, уклоны и длины которых показаны в табл. 1.

Анализ рис. 3 и табл. 1 показал, что продольный уклон ИВПП соответствует требованиям к макрорельефу, приведенным в п. 1.1

Где: h — это высота точек, x — это длина полосы.

1.6. Соответствие покрытия ИВПП требованиям к мезорельефу

Анализ профилей показал, что на поверхности всех трех профилей «Ось-4,7 м», «Ось» и «Ось+4,7 м» нет волнообразований, образующих просвет под трехметровой рейкой более 25 мм, то есть требования п. 2.37 ФАП-262 выполняются.

Мезорельеф ИВПП аэродрома «Улан-Удэ» (Мухино) соответствует требованиям ФАП-262.

1.7. Спектральный анализ рядов отметок поверхности ИВПП

В соответствии с методикой расчета критерия ровности R нестационарные ряды высотных отметок отфильтрованы и получены стационарные ряды. Для определения спектральной плотности вычислены статистические оценки отфильтрованных рядов и корреляционные функции.



Рис. 2. Схема измерения отметок профилей ИВПП аэродрома «Улан-Удэ» (Мухино)

Таблица 1

№ участка	Границы участка	Средний уклон	Направление уклона
	ПК0* — ПК1	0	нулевой
	ПК1-ПК3	0,0015	нисходящий
	ПК3-ПК14	0,0034	
	ПК14-ПК20	0,0024	
	ПК20-ПК24	0,0049	
	ПК24-ПК34	0,0075	

*ПК0 условно принят на пороге 08.

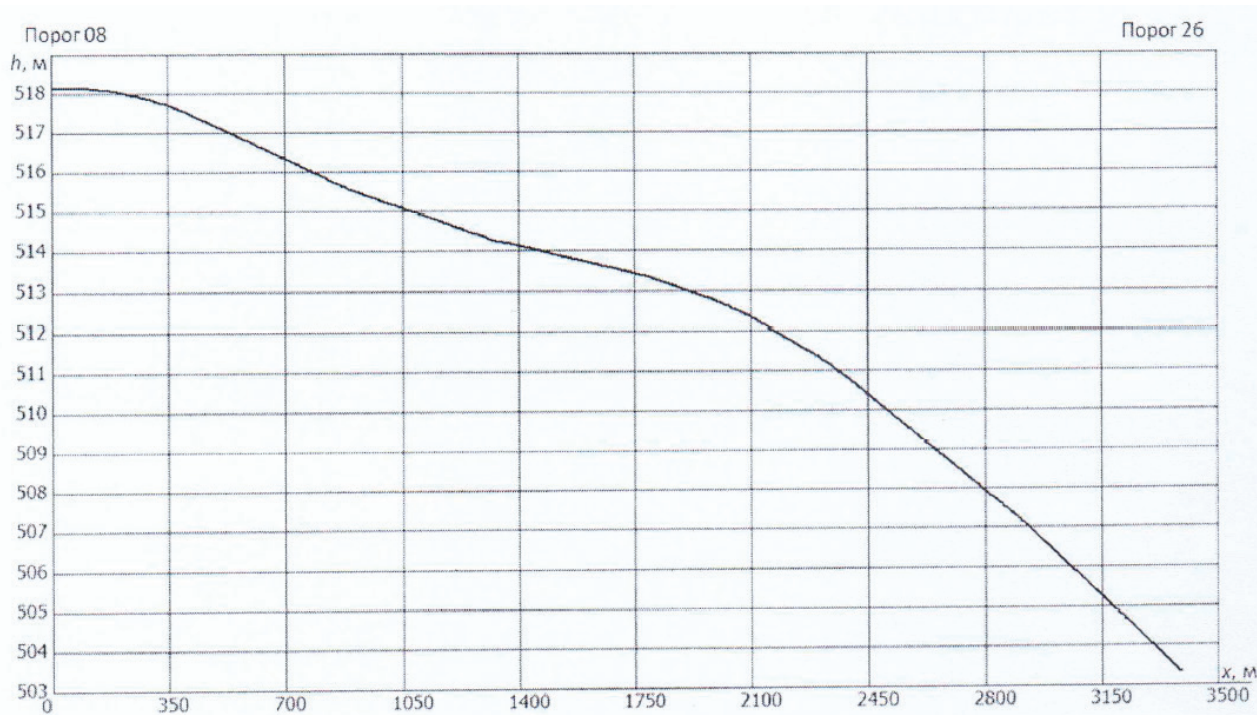


Рис. 3. Продольный профиль поверхности по оси ИВПП

В результате расчёта функций спектральной плотности неровностей по участкам ИВПП были установлены значения коэффициентов С и k:

Профиль 1–4,0 м слева от оси ИВПП. Соответственно, статистические индексы ровности «R» составили величины, указанные в таблице 3.

Таблица 2. Коэффициенты С и k, характеризующие уровень и форму спектральной плотности неровностей (по участку ИВПП для профиля 1)

Участок ИВПП	С	k
ПК 0 — ПК 6	0,560	2,289
ПК 6 — ПК 12	0,234	2,803
ПК 12 — ПК 18	0,196	2,968
ПК 18 — ПК 25+62	3,351	1,147

Таблица 3. Статистические индексы ровности «R», характеризующие ровность аэродромного покрытия (по участкам ИВПП для профиля 1)

Участок ИВПП	R
ПК 0 — ПК 6	2,42
ПК 6 — ПК 12	2,69
ПК 12 — ПК 18	2,37
ПК 18 — ПК 25+62	2,39

Таблица 4. Коэффициенты С и k, характеризующие уровень и форму спектральной плотности неровностей (по участку ИВПП для профиля 2)

Участок ИВПП	С	k
ПК 0 — ПК 6	0,508	2,347
ПК 6 — ПК 12	0,196	2,913
ПК 12 — ПК 18	0,282	2,733
ПК 18 — ПК 25+62	2,916	1,233

Таблица 5. Статистические индексы ровности «R», характеризующие ровность аэродромного покрытия (по участкам ИВПП для профиля 2)

Участок ИВПП	R
ПК 0 — ПК 6	2,45
ПК 6 — ПК 12	2,71
ПК 12 — ПК 18	2,39
ПК 18 — ПК 25+62	2,41

Таблица 6. Коэффициенты C и k, характеризующие уровень и форму спектральной плотности неровностей (по участку ИВПП для профиля 3)

Участок ИВПП	C	k
ПК 0 — ПК 6	0,685	2,158
ПК 6 — ПК 12	0,251	2,758
ПК 12 — ПК 18	0,229	2,866
ПК 18 — ПК 25+62	3,601	1,099

Таблица 7. Статистические индексы ровности «R», характеризующие ровность аэродромного покрытия (по участкам ИВПП для профиля 3)

Участок ИВПП	R
ПК 0 — ПК 6	2,43
ПК 6 — ПК 12	2,70
ПК 12 — ПК 18	2,39
ПК 18 — ПК 25+62	2,40

Профиль 2 — по оси ИВПП.

Соответственно, статистические индексы ровности «R» составили величины, указанные в таблице 5.

Профиль 3—4,0 м справа от оси ИВПП.

Соответственно, статистические индексы ровности «R» составили величины, указанные в таблице 7.

Для всей длины ИВПП 08/26 принято минимальное статистическое значение индекса R = 2,37 по участку ПК 12 — ПК 18 для профиля 1.

Значение индекса ровности для ИВПП 08/26 R = 2,37 требования ФАП № 262 (п. 2.38) соответствует.

На основании изложенных данных можно сделать вывод:

1. Продольный профиль ИВПП аэродрома «Улан-Удэ» (Мухино) удовлетворяет действующим требованиям к макрорельефу.
2. На поверхности ИВПП нет волнообразований, образующих просвет под трехметровой рейкой более 25 мм, требования п. 2.37 ФАП-262 к мезорельефу выполняются.
3. На основании спектрального анализа результатов нивелирования продольных профилей ИВПП аэродрома «Улан-Удэ» (Мухино) определен критерий ровности ИВПП-R= 4,11. Соответствующая критерию ровности оценка согласно требованиям ФАП-262: удовлетворительная ровность.

2. Еще одним из общеизвестных методом определения ровности искусственных покрытий является измерение ровности с помощью профилометрических установок.

Этот метод осуществляется с помощью мобильного измерительного комплекса на базе автомобиля. Контроль ровности

осуществляется также с помощью приборов «Профилограф», предназначенных для измерения продольной ровности и шероховатости аэропортовых покрытий. Измерительные приборы устанавливаются в микроавтобусах в виде поперечин и оснащены лазерами для измерения профилей и структуры поверхности, акселерометрами и оптическими гироскопами, а также компьютером для регистрации, обработки и сохранения результатов измерений.

На основании изложенных данных принцип реконструкции продольного профиля поверхности можно проиллюстрировать геометрической структурой, представленной на рис. 4 (Точность измерений соответствует профилометру 1-го класса по стандарту СТО МАДИ 02066517.1–2006).

Угол α (между горизонталью и корпусом автомобиля) измерен гироскопом. L — расстояние между лазерными датчиками, D0 и D1 — показания датчиков.

Перепад высот поверхности определяют по формуле:

$$H=D0+L*tg(\alpha)-D1.$$

При этом можно пренебречь значениями косинусов, близкими к 1.

Для вычисления модуля разностей вертикальных отметок определяется по формуле ГОСТ 33101–2014 (прил. Е):

$$\delta = \left\{ \frac{H_{i-1} + H_{i+1}}{2} - H_i \right\}$$

H-высотные отметки, i — точки определения высотных отметок

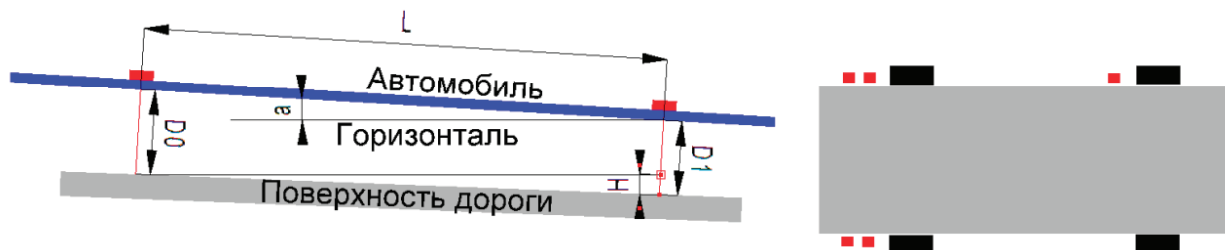


Рис. 4. Измерение перепада высот и расположение датчиков

Результаты и структура данных определения показателя ровности приведены на рис. 5.

Точность определения неровностей покрытия аэродромного покрытия составляет около 1 мм, повторяемость из различных периодов измерений 1–2 мм. Точность измерений не зависит от изменения скорости, массы движущегося объекта, профиля длины и колебаний температуры. Прибор ежегодно проверяется на калибровочном стенде и не требует дополнительных калибровок и настроек, но позволяет с высокой точностью определять спектральную плотность неравных длин, максимальных амплитуд, превышающих нормативные допуски, и точно определять их (расположение) для каждой неровности в линейную координату. На рис. 7 показан график показателя «ровность» покрытия.

На схеме показан микропрофиль поверхности 100-метрового участка аэродромного покрытий; амплитуды неровностей каждые 5 м выделены красными точками, а максимальные ам-

плитуды каждые 5 м — синими. На схеме видно, что при шаге измерения 5 см данные для оценки показателя «плоскость» более достоверны (СТО МАДИ 02066517.1–2006).

Этот метод способствует повышению эффективности контроля дорожно-строительных и ремонтных работ, работ по планированию ремонта и капитального ремонта искусственных покрытий, созданию информационного бланка данных о состоянии покрытия конкретной автомобильной дороги и аэродрома, изменении в течение срока службы.

Подводя итоги, каждый из приведенных способов определения ровности покрытий и оснований имеет преимущества и недостатки.

Способ короткошагового нивелирования позволяет передавать высоту в полевых условиях с самой высокой точностью. Это принято считать преимуществом данного метода. Поэтому в геодезическом производстве он является одним из основных способов передачи высот. А при создании государственной ни-

Результат

Шаг определения ровности	5 м	10 м	20 м	Интервал, м	Рейка, %	IRI, м/км
Всего измерений	38893	38799	38565	0-100	0.0	1.6
Количество измерений меньше (равно) допустимого	38849	38523	38060	100-200	0.0	1.6
	99.9%	99.3%	98.7%	200-300	0.0	1.6
Количество измерений превышающих допуск	44	276	505	300-400	1.0	1.7
	0.1%	0.7%	1.3%	400-500	0.0	1.6
Количество измерений не превышающих 1,5 допуск	44	276	490	500-600	3.0	1.9
	0.1%	0.7%	1.3%	600-700	3.0	1.9
Количество измерений свыше 1,5 допуса	0	0	15	700-800	1.5	1.8
	0.0%	0.0%	0.0%	800-900	0.0	1.6
Максимальное отклонение в мм.	6мм	10мм	24мм	900-1000	0.0	1.6
				1000-1100	3.5	1.9
			1100-1200	6.0	2.1	

по методу амплитуд **НЕТ** по рейке **ДА** по ИРИ **ДА**

ВЫВОД:
(Соответствие проверяемого участка дороги требованиям ГОСТ и СНиП)

Экспорт Печать OK

Рис. 3. Результаты определения ровности

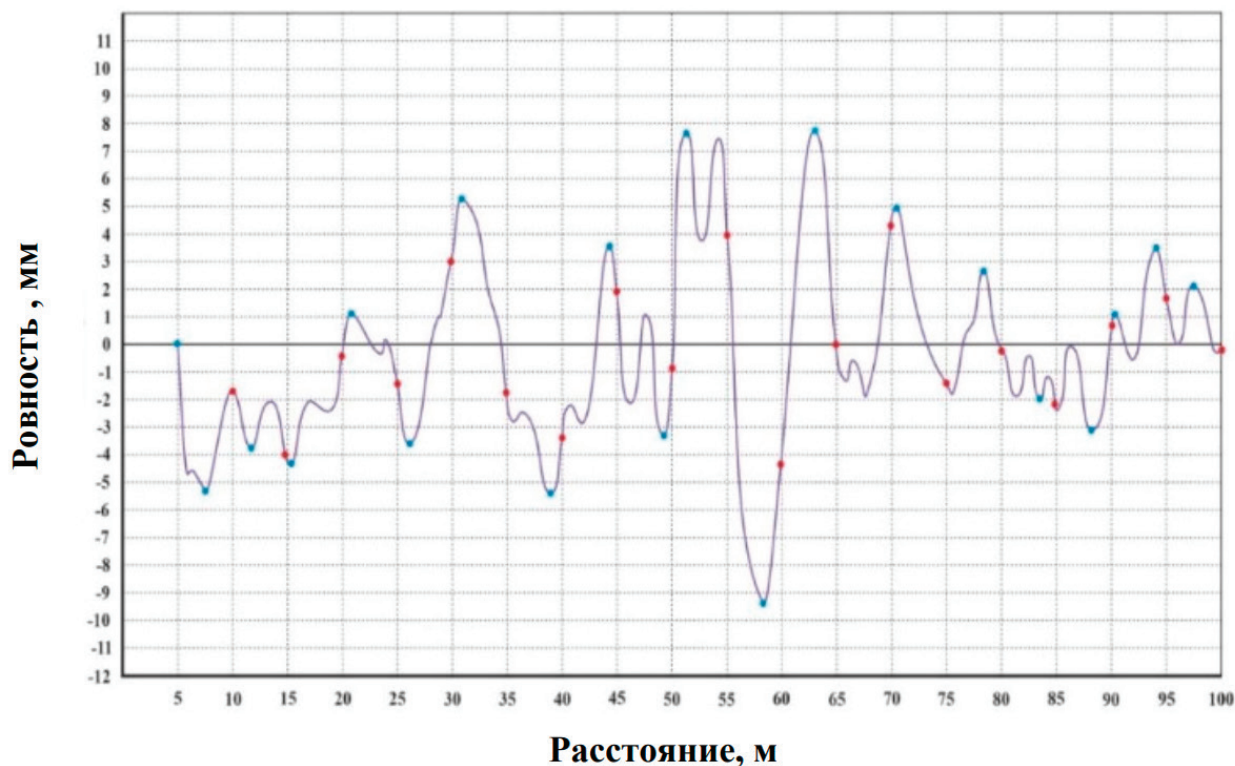


Рис. 6. График показателя «ровность» покрытия аэродромной покрытий

велирной сети (ГНС) России этот способ пока остается единственным способом нивелирования. Но определение ровности данным методом трудоемкий и требует достаточно много времени.

Способ определения ровности установками мобильного измерительного комплекса обеспечивает высокую стабильность и сжатые сроки измерения и получения исходных данных.

В последнее время в России уделяется большое внимание повышению качества дорожных работ. Ровность покрытия является одним из ключевых показателей качества. Метод измерений ровности установкой мобильного измерительного комплекса на базе автомобиля позволяет значительно сэкономить время работ и автоматизировать данный процесс, что является перспективной и революционной технологией.

Литература:

1. СП 121.13330.2019 «СНиП 32–03–96 Аэродромы»;
2. ФАП № 262 от 25 августа 2015 г. Приказ Минтранса России от 25.08.2015 N262 (ред. от 24.11.2017) «Об утверждении Федеральных авиационных правил «Требования, предъявляемые к аэродромам, предназначенным для взлета, посадки, руления и стоянки гражданских воздушных судов» (Зарегистрировано в Минюсте России 09.10.2015 N39264)
3. МОС ФАП № 262 от 25 августа 2015 г. Приказ Минтранса России от 25.08.2015 N262 (ред. от 24.11.2017) «Об утверждении Федеральных авиационных правил «Требования, предъявляемые к аэродромам, предназначенным для взлета, посадки, руления и стоянки гражданских воздушных судов» (Зарегистрировано в Минюсте России 09.10.2015 N39264)
4. ГОСТ 30412–96 «Дороги автомобильные и аэродромы методы измерений неровностей оснований и покрытий»
5. ГОСТ Р 56925–2016 «Дороги автомобильные и аэродромы»
6. СТО МАДИ 02066517.1–2006 «Дороги автомобильные общего пользования. Диагностика»
7. СТО МАДИ 02066517.1–2006 (№ 78773–20 Описание типа средства измерений)
8. ГОСТ 33101–2014 «Дороги автомобильные общего пользования. Покрытия дорожные. Методы измерения ровности» (прил. Е)
9. Мередов Ы. Г. «Технический отчет о коротко шаговом нивелировании поверхности покрытий ИВПП 06/24 Аэродром Улан-Удэ (Мухино). СПб: АТ-строй, 2023–154»

Механизм крепления композитной арматуры при изготовлении клееных деревянных балок

Цветков Данил Юрьевич, аспирант
Костромская государственная сельскохозяйственная академия

В данной работе исследуются инновационные методы крепления композитной арматуры при изготовлении клееных деревянных балок. Основное внимание уделено разработке механизмов крепления, которые гарантируют точное размещение арматуры в процессе производства, сохраняя её структурные и эксплуатационные качества. Анализируются текущие технические решения и их ограничения, предлагаются новые подходы для оптимизации производственных процессов и снижения затрат. Исследование подчеркивает значимость экологической безопасности и предлагает альтернативные, более устойчивые материалы. Результаты работы могут применяться в строительстве для повышения долговечности и экономичности конструкций.

Ключевые слова: композитная арматура, клееные деревянные балки, механизм крепления, производство, инновационные материалы, инженерные решения, конструктивные особенности, экологически чистые материалы, оптимизация конструкций, экономическая эффективность.

The mechanism of fastening composite reinforcement in the manufacture of glued wooden beams

In this paper, innovative methods of fastening composite reinforcement in the manufacture of glued wooden beams are investigated. The main attention is paid to the development of fastening mechanisms that guarantee the exact placement of fittings in the production process, while maintaining its structural and operational qualities. Current technical solutions and their limitations are analyzed, new approaches are proposed to optimize production processes and reduce costs. The study highlights the importance of environmental safety and suggests alternative, more sustainable materials. The results of the work can be used in construction to increase the durability and efficiency of structures.

Keywords: composite reinforcement, glued wooden beams, fastening mechanism, production, innovative materials, engineering solutions, design features, environmentally friendly materials, optimization of structures, economic efficiency.

Современное строительство непрерывно стремится к инновациям, которые способствуют повышению прочности, долговечности и экологичности строительных материалов и технологий. В этом контексте, использование композитной арматуры в клееных деревянных балках представляет собой одно из передовых направлений, обещающих значительное улучшение качества строительных конструкций. Композитная арматура, благодаря своим уникальным характеристикам, таким как высокая прочность, малый вес, устойчивость к коррозии и легкость обработки, открывает новые возможности для проектирования и реализации более надежных и долговечных конструктивных решений.

Однако, внедрение композитной арматуры в конструкции клееных деревянных балок требует разработки эффективных механизмов крепления, которые обеспечивали бы её проектное положение в процессе вдавливания в ламели, сохраняя при этом её структурную целостность и эксплуатационные характеристики. Этот аспект является ключевым для обеспечения общей устойчивости и долговечности конструкций, а также для оптимизации производственных процессов и снижения затрат. В данной статье представлен обзор существующих методов крепления, анализ их преимуществ и недостатков, а также разработка нового, более эффективного решения, которое способно удовлетворить современные требования к строительным конструкциям.

В исследовании [1] особое внимание уделялось процессу вклейки стальных арматурных тросов в деревянные балки,

обеспечивая их укрепление. Для этого использовалась специально подготовленная клеевая композиция, состоящая из смолы ЭД-20, отвердителя ПЭПА и кварцевого песка, смешанных в точных пропорциях. Важным этапом было предварительное заполнение пазов на 30% клеем, после чего в них помещались стальные тросы, а затем пазы полностью заполнялись клеем до уровня внешней грани древесины. Этот метод, несмотря на его способность увеличивать прочностные характеристики конструкций, обладает недостатками: процесс трудоёмок из-за необходимости точной подготовки и заполнения пазов клеевой композицией. Точность смешивания компонентов, предварительное заполнение пазов клеем на 30%, помещение в них стальных тросов и последующее полное заполнение пазов до уровня внешней грани древесины требуют внимательности и времени. Эти факторы увеличивают сложность процесса и могут повлиять на конечную стоимость производства балок, делая метод менее доступным для широкого применения.

В исследовании, описанном Есиповым, Еренчиновым и Черных [2], процесс армирования деревянных балок осуществлялся путём вклеивания стальных арматурных стержней в предварительно подготовленные отверстия в древесине. Использовались эпоксидный клей на основе смолы и отвердителя в соотношении 10:1 и стальная арматура гладкого и периодического профиля. Арматурные стержни очищались, обезжиривались и вклеивались в отверстия, заполненные клеем, с по-

следующей фиксации на 7 суток. Разрушение в эксперименте произошло от выдергивания клея с арматурой по древесине. Недостатком такого метода армирования является высокая податливость клеевого соединения, которая, как показали эксперименты, ведёт к снижению несущей способности армированных деревянных балок.

Способ изготовления армированной клееной деревянной балки по патенту [3] включает инновации, такие как фрезерование пазов по боковым поверхностям для упрощения процесса армирования и увеличения огнестойкости за счет внутреннего расположения арматуры. Однако, методика ограничена по ширине сечения и вводит дополнительные сложности, связанные с соединением элементов, и потенциально увеличивает стоимость изготовления из-за использования дополнительных материалов.

В нашей работе мы предлагаем решение, которое учитывает недостатки опытов предшествующих исследователей в этом направлении. Мы предлагаем армировать балки композитной арматурой методом вдавливания (рис. 1) [4]. Преимуществом метода является минимизация подготовительных операций, таких как фрезеровка и клеевая подготовка паза, что ведёт к сокращению времени изготовления и уменьшению общей трудоёмкости процесса. Это делает метод вдавливания более экономически выгодным и технологически простым, особенно в условиях необходимости быстрого и массового производства армированных деревянных конструкций.

Проблематика метода вдавливания арматуры в деревянные балки сосредоточена вокруг точности фиксации арматурных

элементов в предварительно заданных положениях до начала вдавливания. Это требует разработки механизмов или методик, способных обеспечить строгую фиксацию арматуры, соответствующую проектным требованиям по положению внутри заготовки.

Прессовые конструкции для склеивания и армирования деревянных балок, описанные в патентах [5,6], представляют собой высокоэффективные системы, обеспечивающие механизацию и автоматизацию процессов склеивания. Вертикальный пресс с каркасом, оснащенный множеством рам, гидроцилиндрами для вертикального и бокового прижима, а также винтовыми механизмами для поперечного перемещения, позволяет осуществлять загрузку, запрессовку и выгрузку изделий различных габаритов, значительно повышая производственную эффективность благодаря автоматизации этих процессов. С другой стороны, пресс с рычажным механизмом и рукоятками в U-образных сечениях обеспечивает простоту конструкции и возможность вертикальной регулировки опор, что делает его удобным для склеивания деревянных элементов разной толщины. Эти технологии обеспечивают равномерное распределение давления, что критически важно для достижения высокого качества склеенных армированных деревянных конструкций. Но вопрос фиксации композитной арматуры при армировании клееных деревянных конструкций в них не решён.

Предлагается теоретическое решение с расположением клипс-зажимов с торцов ламели, на которой располагается композитная арматура (рис. 2). Эта система основана на использо-



Рис. 1. Вдавливание арматуры в деревянные ламели

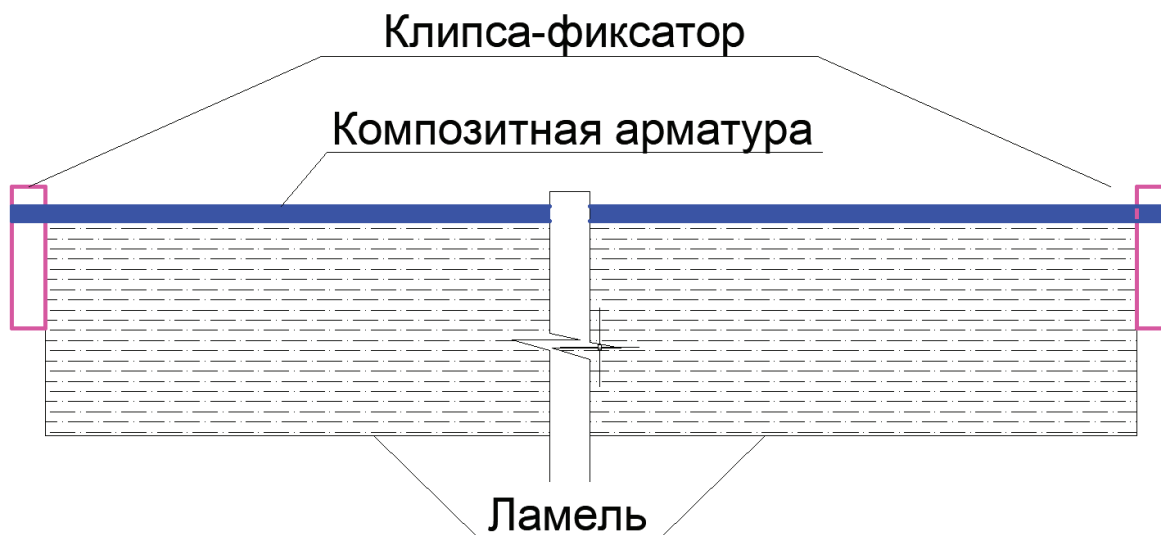


Рис. 2. Пример расположения клипс-фиксаторов

вании специальных замков или клипс, прикреплённых к ламели, что позволяет быстро и надёжно закрепить арматурные элементы без необходимости применения дополнительных инструментов или материалов, таких как клеи или болты.

Ключевым элементом системы являются пружинные механизмы, интегрированные в клипсы. Они создают постоянное давление на арматуру, гарантируя её неподвижность и исключая риск ослабления соединения под воздействием внешних нагрузок или вибрации. Преимущество пружинной фиксации заключается в возможности компенсации небольших деформаций древесины, которые появляются в процессе вдавливания арматуры в ламели. Замки-клипсы могут быть выполнены из композитных материалов. Разработка такой системы предполагает создание универсальных замковых элементов, способных адаптироваться к различным диаметрам и формам арматурных стержней, а также к разнообразным размерам и типам древесины. Это может включать разработку замков с переменной геометрией захвата или с возможностью регулировки силы пружинного давления.

Оценка экономической целесообразности внедрения новых механизмов крепления в производственный процесс требует комплексного подхода, включающего анализ начальных инвестиций в разработку и покупку оборудования, сравнение операционных затрат на традиционные и новые методы, а также оценку потенциального увеличения производительности и сокращения брака. Важно учитывать не только непосредственные экономические выгоды от ускорения процессов монтажа и уменьшения трудозатрат благодаря автоматизации и повышению точности крепления, но и долгосрочные преимущества, такие как повышение надёжности и долговечности конечных изделий, что влияет на репутацию производителя и удовлетворённость клиентов. Экономический анализ должен также учитывать потенциальные риски, связанные с внедрением новой технологии, включая возможность технических сбоев, необходимость обучения персонала и изменение процессов контроля качества. Таким образом, решение о внедрении новых механизмов крепления должно основываться на тщательном

изучении всех факторов, влияющих на экономическую эффективность производства в долгосрочной перспективе.

Интеграция новых механизмов крепления в существующие производственные линии представляет собой комплексную задачу, ставящую перед производителями ряд вызовов. Среди них — необходимость адаптации оборудования и технологических процессов, обучение персонала, обеспечение совместимости новых устройств с уже используемыми системами контроля качества и управления производством. Одним из ключевых моментов является обеспечение минимального вмешательства в текущие производственные потоки, чтобы избежать длительных простоев и потерь производительности. Решения этих задач требуют комплексного подхода. Во-первых, необходима детальная проработка проекта интеграции. Во-вторых, важна организация обучения персонала работе с новыми устройствами, включая не только операторов, но и технический персонал, отвечающий за обслуживание и ремонт оборудования. В-третьих, следует провести тестирование интегрированной системы в контролируемых условиях, чтобы выявить и устранить возможные недостатки и убедиться в надёжности и эффективности новых механизмов крепления.

Ключевым аспектом успешной интеграции является также сотрудничество с производителями оборудования и компонентов. Вовлечение их специалистов в процесс внедрения может обеспечить доступ к необходимым техническим ресурсам, а также помощь в адаптации оборудования и обучении персонала. Наконец, следует учитывать возможность масштабирования новых решений, обеспечивая гибкость производственных линий для возможных будущих модернизаций и расширения производства.

В области улучшения механизмов крепления композитной арматуры одним из перспективных направлений будущих исследований является разработка инновационных материалов и технологий производства, которые могли бы значительно повысить эффективность и надёжность крепежных систем.

Другое важное направление исследований касается совершенствования конструктивных решений механизмов креп-

ления с целью упрощения монтажных работ и обеспечения возможности повторного использования крепежных систем в условиях изменяющихся проектных требований. Это может включать разработку модульных и адаптивных крепежных систем, способных автоматически адаптироваться к различным диаметрам и формам арматуры, а также внедрение интеллектуальных систем мониторинга, способных

в реальном времени отслеживать состояние крепежа и предоставлять данные для прогнозирования его долговечности и необходимости замены или ремонта. Эти исследования могут способствовать значительному улучшению процессов проектирования, монтажа и эксплуатации конструкций с композитной арматурой, делая их более эффективными, надежными и экономичными.

Литература:

1. Кошечев А. А., Рощина С. И. «Эффективность прямолинейного армирования деревянных балок перекрытий стальной треновой арматурой без предварительного натяжения» — Владимир, 2021.
2. Есипов А. В., Еренчинов С. А., Черных К. В. «Учет податливости клеевого соединения арматуры и древесины в армированных деревянных балках» — Тюмень, 2020.
3. Рощина С. И., Лукин М. В., Лукина А. В., Мелехов В. И., «Патент RU(11) 2 555 734(13) С1» — Владимир, 2015.
4. Цыбакин С. В., Титунин А. В., Цветков Д. Ю. «Армирование деревянных балок композитной арматурой» — Кострома, 2023.
5. Прокопьев Ю. А., Плотников В. С., Щербина В. А., «Патент RU (11) 2 179 109(13) С1» — Вологда, 2002.
6. Хачиров Д. А. «Патент RU (11) 2 355 577(13) С2» — Вологда, 2007.

Учет совместной деформации стальных конструкций

Юрченкова Анастасия Вадимовна, студент магистратуры
Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет

Приведены исследования совместной работы базы, стальной колонны и фундамента. Цель исследования — определить влияние метода расчета на результат. Цель достигалась за счет моделирования узла базы колонн с разными креплениями в программном комплексе Lira-Sapr. Контролируемым параметром выступал изгибающий момент, возникающий в месте стыковки базы и колонны. В результате моделирования определено, что метод совместной деформации узлов дает результаты значительно выше.

Ключевые слова: расчетная схема, база колонн, изгибающий момент, Lira-sapr.

Введение

На сегодняшний день в гражданском и промышленном строительстве отдают предпочтение стальным рамным и рамно-связевым каркасам. При их проектировании одной из главных задач является расчет узловых соединений, через которые происходит передача нагрузки от одного элемента к другому. Именно поэтому, узлы являются крайне ответственной частью конструктивной системы. При выборе конструктивного решения соединений элементов необходимо учесть различные факторы, например, действие сил в соединяемых сечениях, концентрацию напряжений, деформируемость частей стыка и др.

В данной работе предлагается рассмотреть узел крепления металлической колонны в фундаменте.

Для распределения нагрузки от стержня колонны по площади фундамента и обеспечения способа сопряжения ее с основанием применяются базы различных типов.

По способу сопряжения базы делятся на:

- с жестким сопряжением, не допускающие поворота
- с шарнирным, допускающие поворот относительно фундамента при действии моментов

Шарнирная база:

Чаще всего реализуется с помощью приварки к прокатному сечению стальной пластины и креплением минимальным (чаще всего двумя) количеством болтов к фундаменту. (См. рисунок 1)

Особенность такой базы в том, что она передает на фундамент только вертикальные и горизонтальные усилия.

Жесткая база:

Данный опорный узел в полной мере передает на фундамент все усилия, возникающие в нижней части колонны.

По аналогии с шарнирным узлом она может состоять из стальной пластины, приваренной к колонне, но крепление уже будет осуществляться с помощью четырех болтов, которые воспринимают отрывающую нагрузку при передаче момента от колонны на фундамент (см. рисунок 2). При усилиях превышающих несущую способность опорной пластины и нецелесообразности или невозможности увеличения ее толщины применяют дополнительные ребра (траверсы), передающие усилия с колонны на пластину

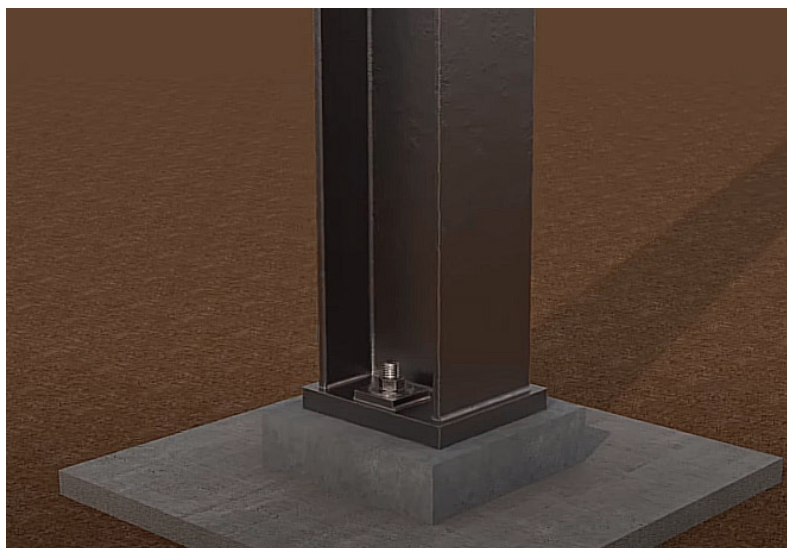


Рис. 1. Шарнирная база колонны

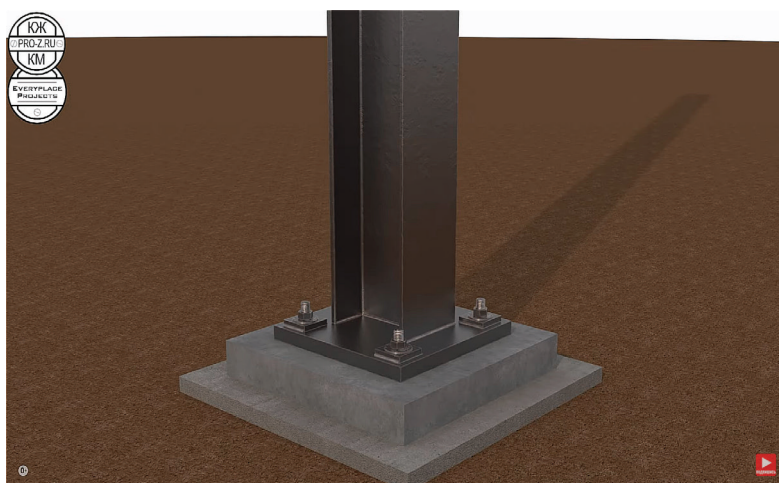


Рис. 2. Жесткая база колонны

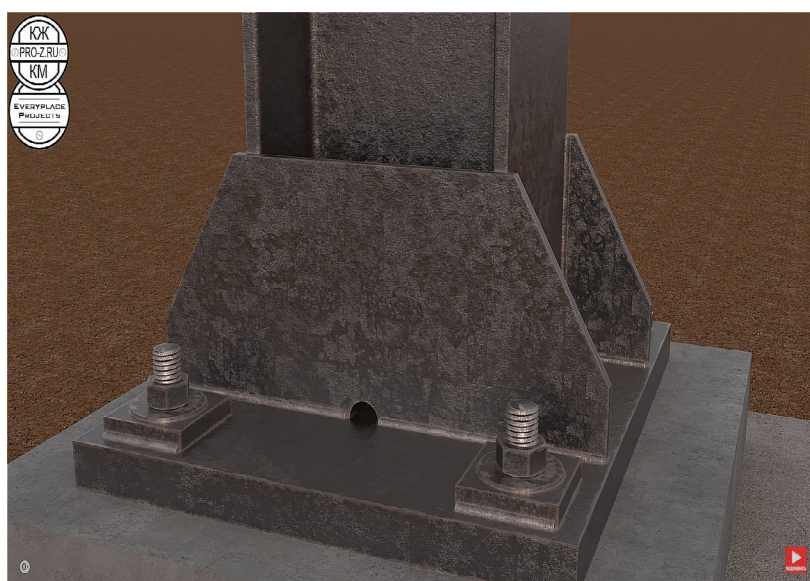


Рис. 3. Жесткая база колонны с траверсами

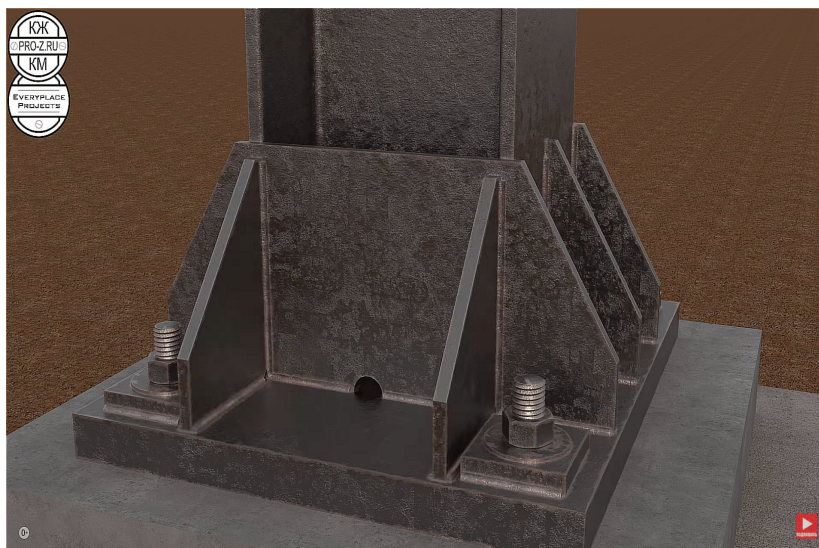


Рис. 4. Жесткая база колонны с траверсами и дополнительными ребрами

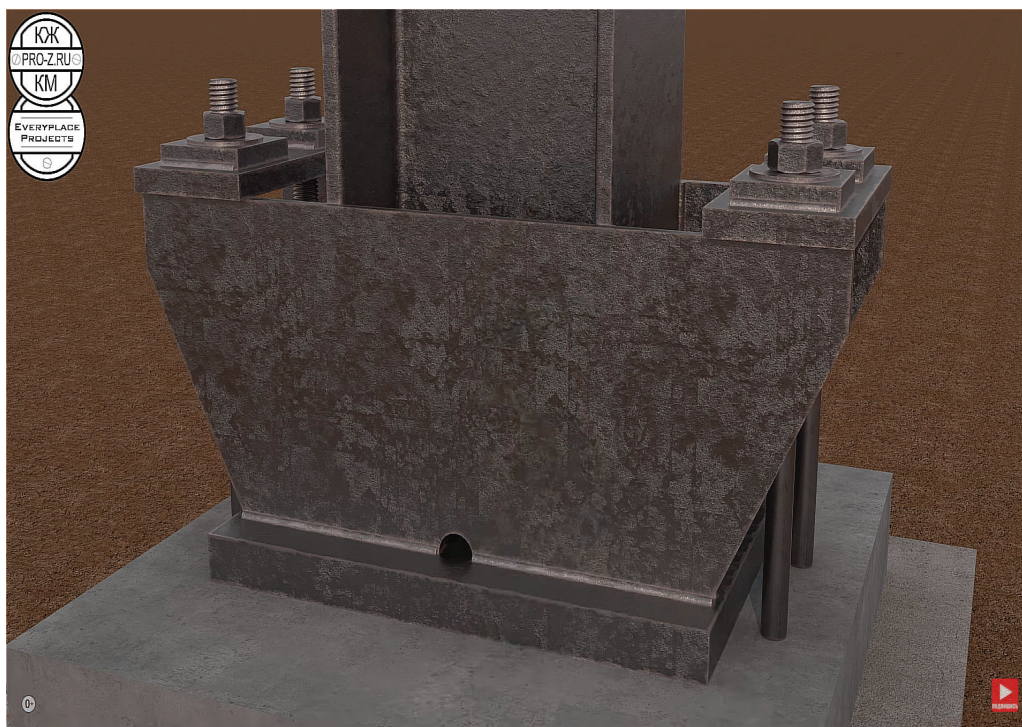


Рис. 5. Жесткая база колонны

более равномерно (см. рисунок 3). Также при в зависимости от комбинаций нагрузок могут быть использованы дополнительные ребра (см. рисунок 4).

Кроме того, в зданиях с существенными крановыми нагрузками используются базы с конструкцией отличной от предыдущих (см. рисунок 5). При такой конструкции передача усилий на болты осуществляется через ребра.

В ходе проектирования стального каркаса в расчетном комплексе формируют расчетную схему. Закрепление колонн в фундаменте реализуют с помощью инструмента «связи в узлах», после чего прикладывают все нагрузки и выполняют статический расчет. Результаты статического расчета оформляют в виде сводной таблицы усилий, найденных в характерных сечениях.

После чего определяют расчетные сочетания (комбинации) усилий, по которым и ведется подбор сечений элементов стального каркаса.

В данной работе предлагается рассмотреть какие усилия возникают и используются для расчета при методе, изложенном выше. И какие возникают при совместной работе конструкций т.е. при формировании базы колонн с помощью инструментов программного комплекса.

Описание исследования

В качестве исходных данных предлагается взять следующие:

Характеристики здания:

- а) пролет $L=20$ м;
- б) длина $B=36$ м;
- в) высота $H=10$ м;
- г) шаг колонн $l=6$ м.

Назначение здания — стальной каркас с поперечной рамой одноэтажного производственного здания; место постройки — г. Санкт-Петербург.

Схема рамы:

1. Однопролетная рама с жестким соединением колонн с ригелем и жестким закреплением колонн в фундаменте (см. рисунок 6а).
2. Однопролетная рама с жестким соединением колонн с ригелем и шарнирным закреплением колонн в фундаменте (см. рисунок 6б).

Сбор нагрузок:

В данной работе нам важно само наличие нагрузок, а не их значения, поэтому для упрощения соберем собственный вес, снег и ветер.

Снеговая нагрузка

В соответствии с п. 10.1 [1] нормативная снеговая нагрузка определяется по формуле:

$$S_0 = c_e \cdot c_i \cdot \mu \cdot S_g \tag{1}$$

где $c_e = 1$ — коэффициент, учитывающий снос снега с покрытий зданий под действием ветра или иных факторов;

$c_i = 1$ — термический коэффициент, принимаемый в соответствии с 10.10 [1];

μ — коэффициент перехода от веса снегового покрова земли к снеговой нагрузке на покрытие, принимаемый в соответствии с 10.4 [1];

$S_g = 1,30$ кН/м² — нормативное значение веса снегового покрова на 1 м² горизонтальной поверхности земли для г. Санкт-Петербург (прил. К [1]).

Коэффициента μ зависит от угла наклона кровли, в данном работе угол наклона в диапазоне 2÷3, тогда

При угле наклона кровли $\leq 30^\circ$

$$S_0 = 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,3 = 1,3 \text{ кН/м}^2$$

Расчетное значение снеговой нагрузки определяется по формуле 2:

$$S = S_0 \cdot \gamma_f \tag{2}$$

где γ_f — коэффициент надежности по нагрузке

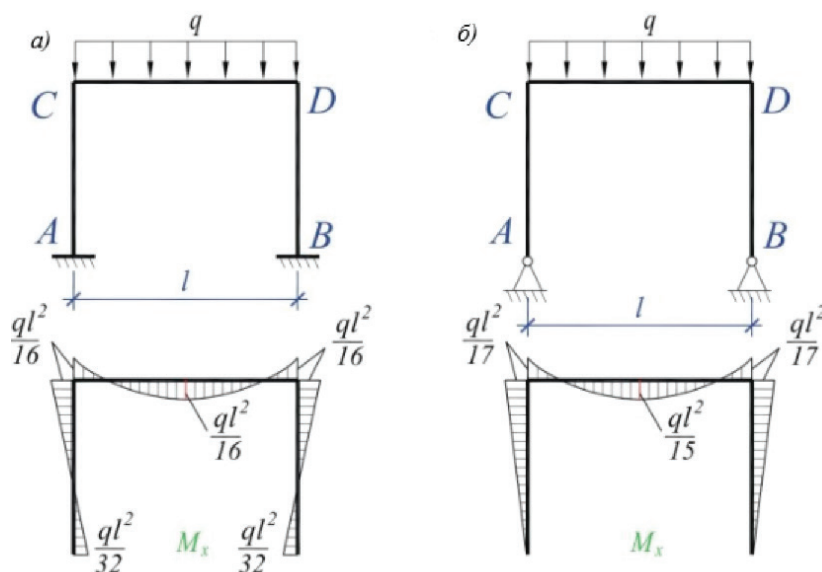


Рис. 6. Схемы однопролетной рамы

$$S=1,3 \cdot 1,4=1,82 \text{ кН/м}^2$$

Распределенная нагрузка на ригель:

$$q_{\text{сн}}=S \cdot l=1,82 \cdot 6= 10,92 \text{ кН/м} = 1,09 \text{ т/м}$$

Ветровая нагрузка

- 1) Ветровой район по давлению ветра в г. Санкт-Петербург, II район, тип местности В.
- 2) Нормативное значение ветрового давления — $w_0=0,30 \text{ кПа}$
(табл. 11.1 [1])
- 3) Так как $h = 10 \text{ м} < d = 78 \text{ м}$, то эквивалентную высоту здания z_e принимаем — $z_e = h = 10 \text{ м}$.
- 4) Коэффициент распределения давления по высоте $k(z_e=10) = 0,65$
(табл. 11.2 [1])

5) Аэродинамический коэффициент c (табл. В.2 [1])

- для наветренной стороны $c_1 = 0,8$
- для подветренной стороны $c_2 = -0,5$

6) По формуле вычисляем нормативное значение средней составляющей ветровой нагрузки:

$$w_m = w_0 \cdot k(z_e) \cdot c, \tag{3}$$

— для наветренной стороны:

$$w_{m1} = 0,3 \cdot 0,65 \cdot 0,8 = 0,156 \text{ кПа}$$

— для подветренной стороны:

$$w_{m2} = 0,3 \cdot 0,65 \cdot (-0,5) = -0,098 \text{ кПа}$$

8) Определение пульсационной составляющей ветровой нагрузки w_p

7.1) Коэффициент пульсации давления ветра $\zeta(z_e=10) = 1,06$ (табл. 11.4 [1])

7.2) Основной координатной плоскостью, параллельно которой расположена расчетная поверхность (продольная стена здания), является плоскость ZOY в соответствии с этим по табл. 11.7 [1] находим коэффициенты:

- $\rho = b = 36 \text{ м}$;
- $\chi = h = 10 \text{ м}$

По табл. 11.6 определяем коэффициент пространственной корреляции — $v = 0,732$

7.3) Вычисляем пульсационную составляющую ветровой нагрузки по формуле:

$$w_p = w_m \cdot \zeta(z_e) \cdot v, \tag{4}$$

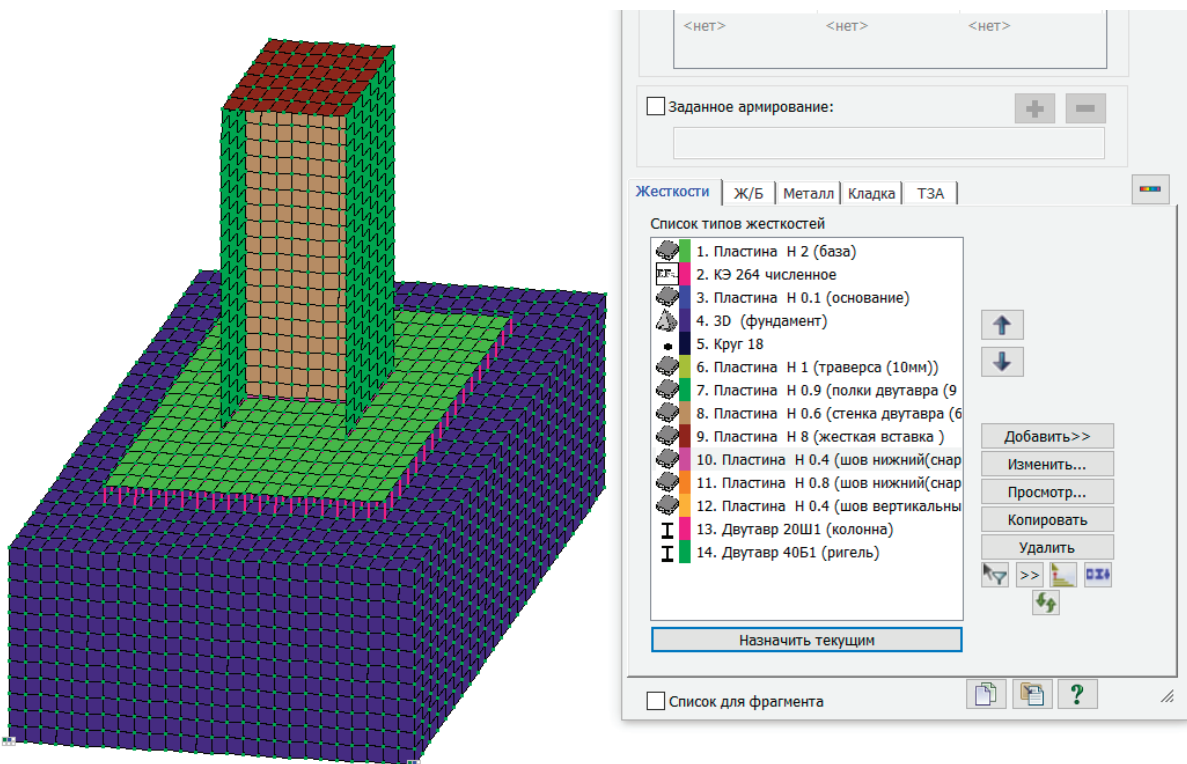


Рис. 7. Шарнирная база колонны

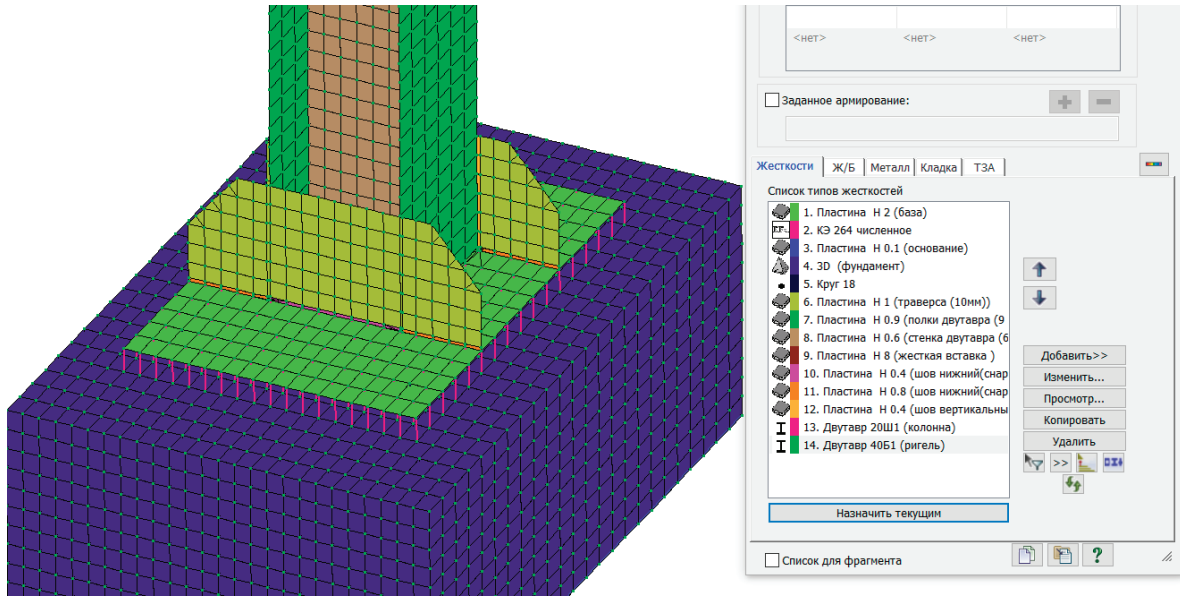


Рис. 8. Жесткая база колонны с траверсами

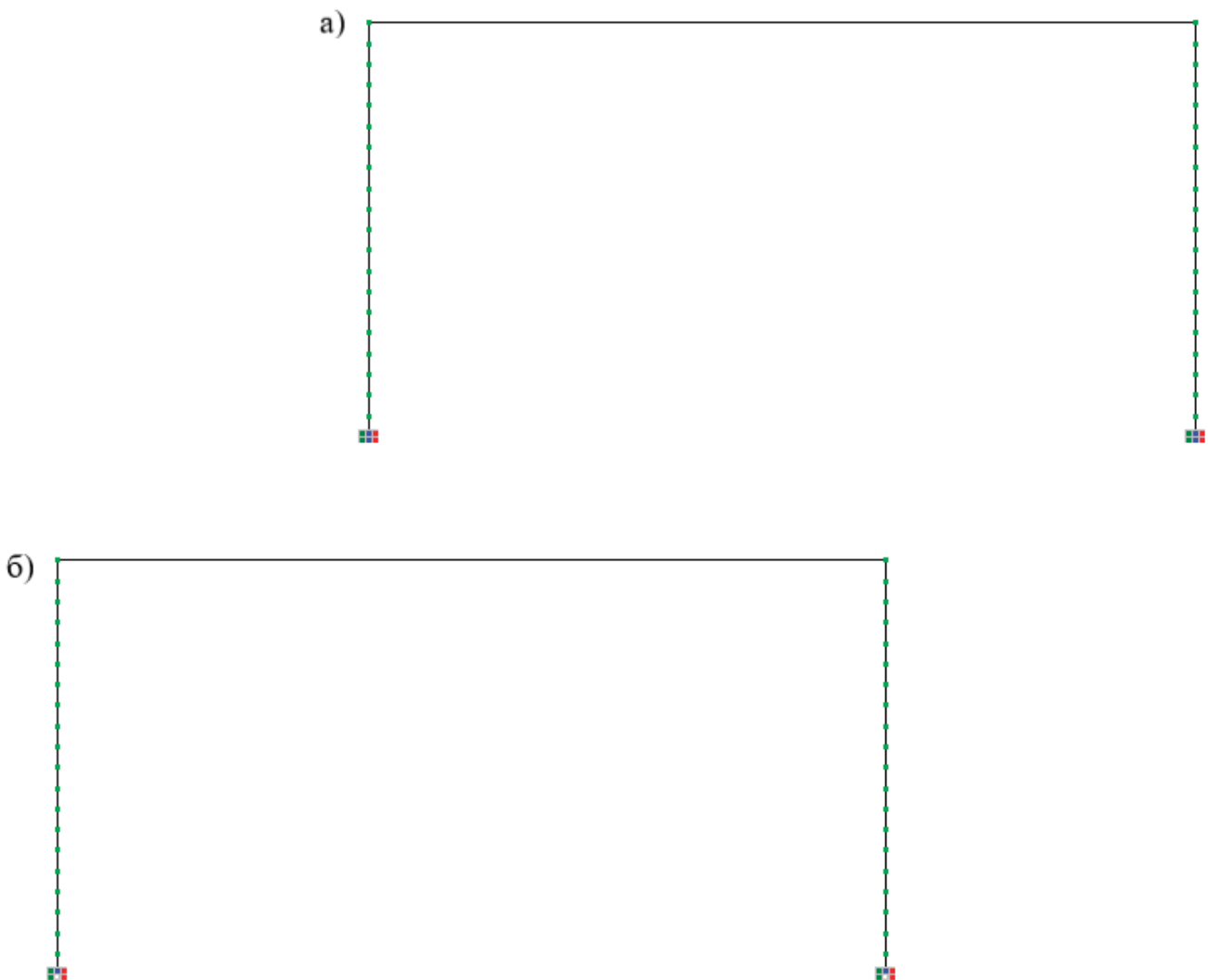


Рис. 9
а — жесткое закрепление; б — гарнирное закрепление

— для наветренной стороны:

$$w_{p1} = 0,156 \cdot 1,06 \cdot 0,732 = 0,121 \text{ кПа}$$

— для подветренной стороны:

$$w_{p2} = (-0,098) \cdot 1,06 \cdot 0,732 = -0,076 \text{ кПа}$$

9) Определение нормативного значения ветровой нагрузки w_n :

По формуле 11.1 [1] вычисляем нормативное значение ветровой нагрузки:

— для наветренной стороны:

$$w_{n1} = 0,156 + 0,121 = 0,277 \text{ кПа}$$

— для подветренной стороны:

$$w_{n1} = -0,098 + (-0,076) = -0,174 \text{ кПа}$$

10) Определение расчетного значения ветровой нагрузки w по формуле:

$$w = w_{n1} \cdot \gamma_f \tag{5}$$

— для наветренной стороны:

$$w_1 = 0,277 \cdot 1,4 = 0,388 \text{ кПа}$$

— для подветренной стороны:

$$w_2 = -0,174 \cdot 1,4 = -0,244 \text{ кПа}$$

12) Определение расчетного значения распределенной ветровой нагрузки по формуле:

$$q_b = w \cdot l \tag{6}$$

— для наветренной стороны:

$$q_{b1} = 0,388 \cdot 6 = 2,328 \text{ кН/м} = 0,233 \text{ т/м}$$

— для подветренной стороны:

$$q_{b2} = 0,244 \cdot 6 = 1,464 \text{ кН/м} = 0,115 \text{ т/м}$$

Исходные данные для конструкций рамы:

Колонна — двутавр 20Ш1;

Ригель 40Б2.

Исходные данные для базы колонны:

1. Материал фундамента — бетон класса В20, коэффициент условий работы $\gamma_{b1} = 1,0$. Размеры в плане 700x650 мм, толщина 300 мм.

2. Материал опорной плиты — сталь С245, размеры в плане 400x450 мм, толщиной 30 мм.

3. Материал траверсы — сталь С245, толщиной 10 мм.

Для реализации шарнирного и жесткого закрепления были разработаны следующие базы:

Также были созданы схемы с шарнирным и жестким закреплением с помощью элемента «связи в узлах»:

В итоге были получены следующие результаты:

— Для жесткого закрепления, реализованного элементом «связи в узлах»

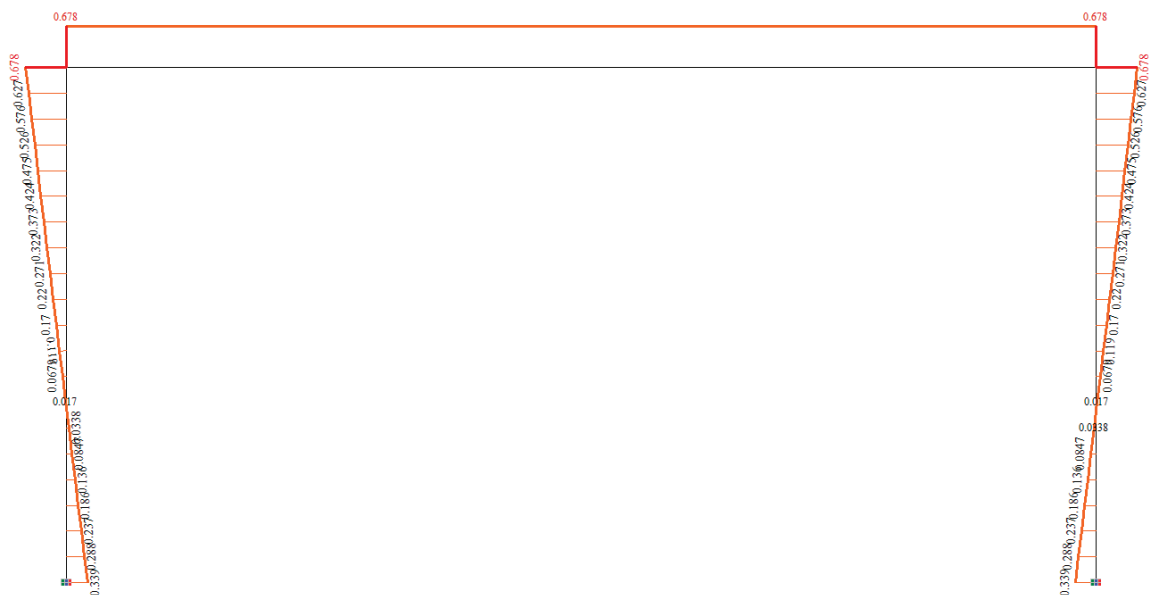


Рис. 10. Эпюра моментов M_u

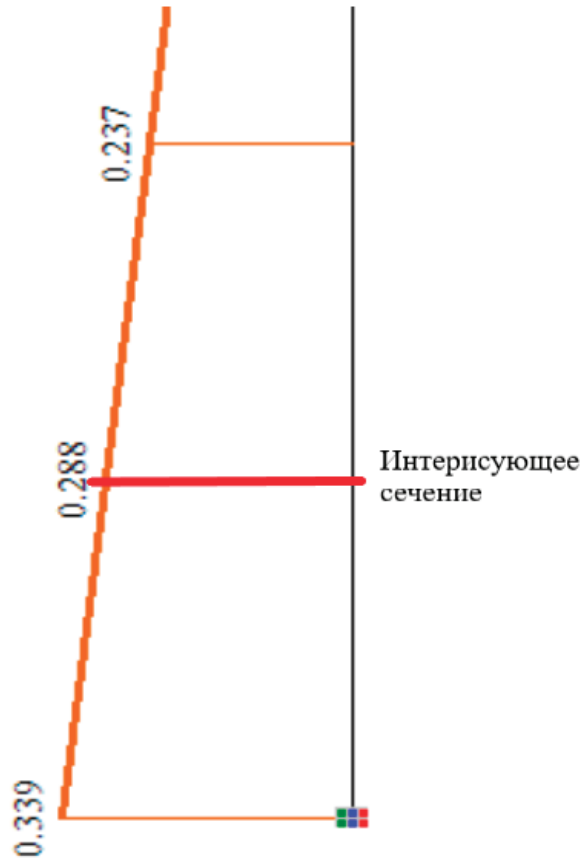


Рис. 11. Эпюра моментов M_y

— Для жесткого закрепления, реализованного МКЭ

1. собственный вес [1. Основния задачи; С1. Основния задачи; D1. Основния задачи]
 Эпюры моментов M_y - M_z (расчетные сечения)
 Единицы измерения - т*м

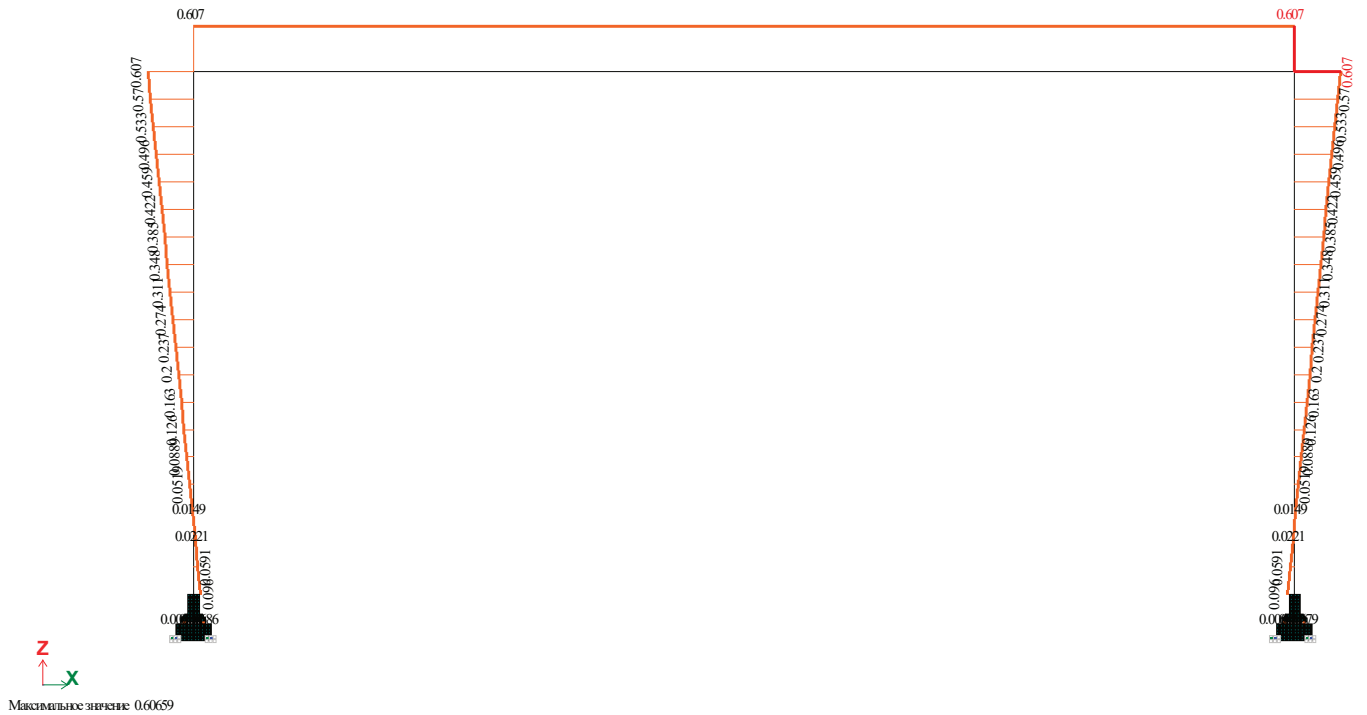


Рис. 12. Эпюра моментов M_y

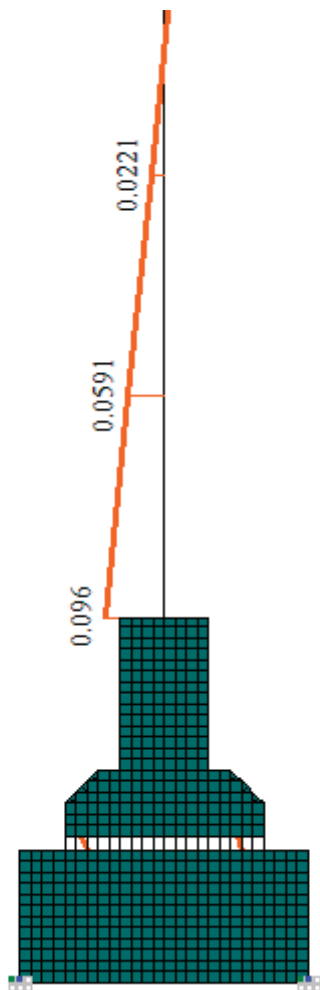


Рис. 13. Эпюра моментов M_u

— Для шарнирного закрепления, реализованного элементом «связи в узлах»

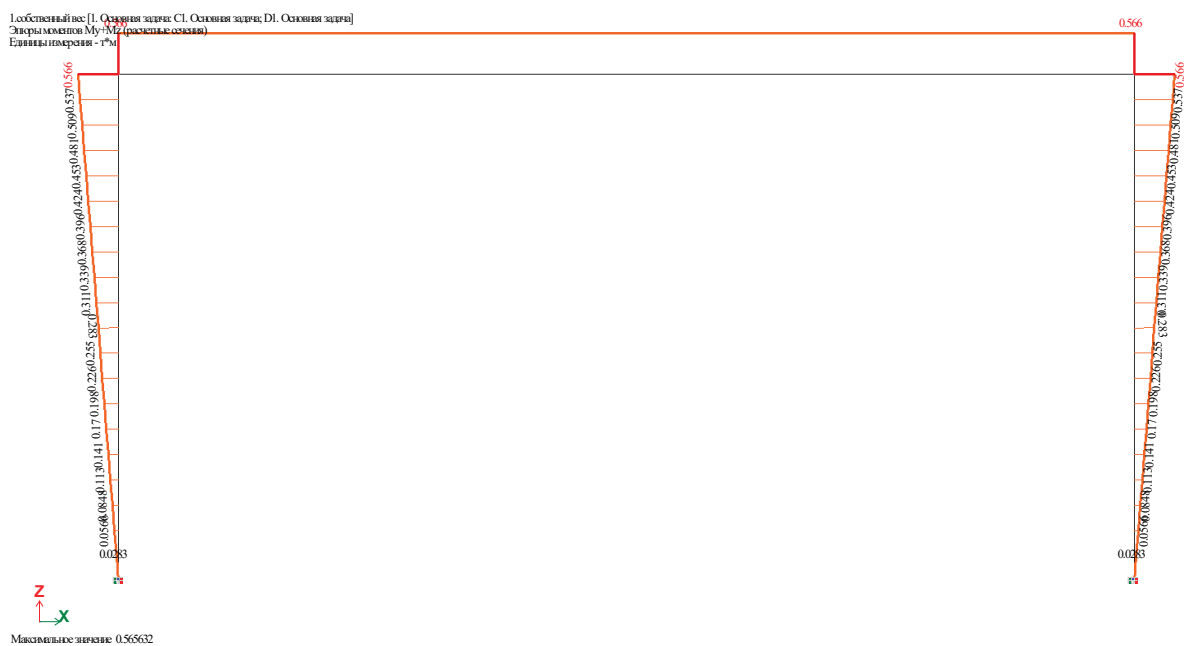


Рис. 14. Эпюра моментов M_u



Рис. 15. Эпюра моментов M_y

— Для шарнирного закрепления, реализованного МКЭ

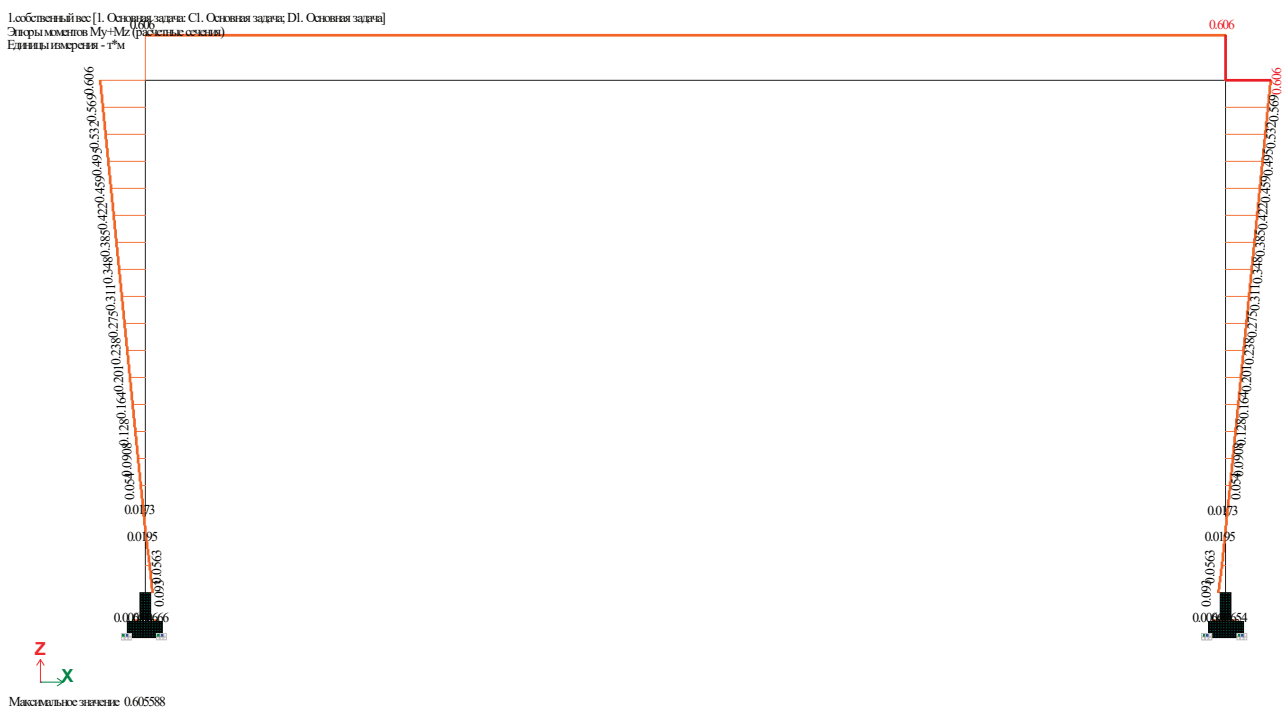
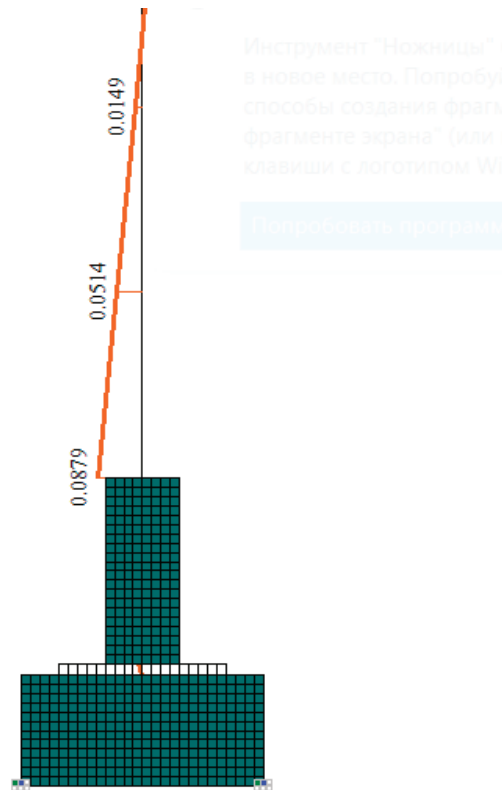


Рис. 16. Эпюра моментов M_y

Рис. 17. Эпюра моментов M_x

При анализе эпюр моментов можно сделать следующие выводы:

1. Метод, в котором вырезаются узлы и прикладывается нагрузка со схемы, дает отличный от действительности результат. Правильнее будет создать вручную расчетную схему и к ней приложить имеющиеся нагрузки.
2. Сложность второго метода в кропотливом создании модели, поскольку даже небольшое изменение размеров, оказывает существенное влияние на результаты расчета, поэтому необходимо точно задавать все сварные и болтовые соединения.

Заключение

Каждый из методов расчета имеет свой ряд преимуществ и недостатков. В нынешней ситуации, когда, экономия ресурсов выходит на первое место, метод совместного расчета конструкций показывает более реальную картину. Благодаря чему, нет необходимости закладывать избыточный запас прочности.

Литература:

1. СП 20.13330.2016 Актуализированная редакция СНиП 2.01.07–85* «Нагрузки и воздействия» <https://docs.cntd.ru/document/456044318> (дата обращения 01.05.2022.)
2. СП 16.13330.2017 «Стальные конструкции. <http://sniprf.ru/sp16-13330-2017> (дата обращения 01.05.2022.)
3. Еврокод 3 «Проектирование стальных конструкций. Часть 1–8. Расчет соединений».
4. Алпатов В. Ю., Лукин А. О., Сахаров А. А. Исследование жесткости узла базы стальной колонны, состоящей из одной опорной плиты // Журнал Промышленное и гражданское строительство. 2015. № 9. С. 9–14.
5. Катюшин В. В. Здания с каркасами из стальных рам переменного сечения (расчет, проектирование, строительство). М.: ОАО «Издательство» «Стройиздат», 2005. 656 с: ил.
6. Тихонов с. М., Алехин В. Н., Беляева З. В. Проектирование металлических конструкций. Часть 1: «Металлические конструкции. Материалы и основы проектирования». Учебник для ВУЗов. Под общей ред. А. Р. Туснина — М.: Издательство «Перо», 2020–468 с., ил.
7. Туснина В. М. Несущая способность и деформативность податливых узлов стальных каркасов многоэтажных зданий. Дисс. канд. техн. наук 05.23.01 / Туснина Валентина Матвеевна. М., 1989. 166 с.
8. Atak A. Experimental determination and numerical modeling of the stiffness of a fastener // Materials testing. 2020, vol. 62, no.12, pp. 1215–1220. DOI: 10.3139/120.111607.

ЭКОЛОГИЯ

Исследование инновационных технологий переработки руды для улучшения эффективности и сокращения негативного воздействия на окружающую среду

Языев Арчманберди Пенджимырадович, преподаватель;

Гок Батыр Азадович, студент;

Гулмухаммедова Патма Гулмухаммедовна, студент

Туркменский государственный архитектурно-строительный институт (г. Ашхабад)

В современной горнодобывающей промышленности внедрение инновационных технологий переработки руды становится все более актуальным и важным направлением. Эта статья представляет собой обзор исследований и разработок в области улучшения эффективности добычи полезных ископаемых и сокращения негативного воздействия на окружающую среду через применение передовых технологий переработки руды. В статье рассматриваются различные аспекты, начиная от оптимизации методов обогащения руды, включая флотацию, гравитационные методы и магнитную сепарацию, и заканчивая интеграцией нанотехнологий и биотехнологий в процессы переработки. Особое внимание уделяется внедрению энергосберегающих технологий и утилизации отходов с целью минимизации негативного воздействия на окружающую среду. Представленный обзор позволяет сделать выводы о перспективности и значимости развития инновационных технологий в сфере переработки руды для улучшения эффективности и снижения экологического следа горнодобывающей промышленности.

Ключевые слова: технологии переработки руды, инновации, эффективность, окружающая среда, обогащение, нанотехнологии, биотехнологии, энергосбережение, утилизация.

Поиск и внедрение инновационных технологий переработки руд стали императивами современной горнодобывающей промышленности. В данной статье рассматривается многогранная область исследований, направленных на повышение эффективности переработки руды при одновременном снижении негативного воздействия на окружающую среду. Посредством углубленного анализа последних достижений и эмпирических исследований в статье рассматриваются различные аспекты инновационных технологий переработки руды, включая передовые методы обогащения, интеграцию нанотехнологий и биотехнологий, внедрение энергосберегающих практик и стратегий утилизации отходов. Разъясняя эти аспекты, статья раскрывает потенциал инновационных технологий, которые произведут революцию в переработке руды и проложат путь к устойчивой практике добычи полезных ископаемых.

В стремлении к устойчивой практике добычи полезных ископаемых разработка и внедрение инновационных технологий переработки руды стали решающим фактором. Традиционные методы переработки руды часто влекут за собой значительные энергозатраты, истощение ресурсов и ухудшение состояния окружающей среды. В ответ на эти проблемы исследователи и заинтересованные стороны отрасли активно изучают новые подходы и технологии, позволяющие повысить эффективность переработки руды и минимизировать ее экологический след.

Целью этой статьи является предоставление обзора последних исследовательских усилий и технологических инноваций, направленных на достижение этих целей.

Передовые методы обогащения. Одним из основных направлений исследований в области переработки руды является разработка передовых методов обогащения, позволяющих максимизировать извлечение ценных минералов из руд при минимизации образования отходов и воздействия на окружающую среду. Такие методы, как флотация, гравитационная сепарация, магнитная сепарация и выщелачивание, совершенствуются и оптимизируются для достижения более высоких показателей извлечения и снижения затрат на переработку. Кроме того, достижения в области технологий управления и автоматизации процессов облегчают мониторинг и оптимизацию операций по переработке руды в реальном времени, что еще больше повышает эффективность и производительность.

Интеграция нанотехнологий и биотехнологий. Интеграция нанотехнологий и биотехнологий открывает огромные перспективы для революционного изменения методов переработки руды. Наноматериалы и наночастицы исследуются на предмет их потенциального применения для повышения эффективности процессов измельчения, флотации и выщелачивания за счет улучшения поверхностного взаимодействия и реакционной способности. Аналогичным образом, биотехнологические подходы, включая биовыщелачивание и биоокис-

ление, исследуются на предмет их способности избирательно извлекать металлы из низкосортных руд и отходов горнодобывающих предприятий, тем самым снижая потребность в агрессивных химикатах и энергоёмких процессах.

Внедрение методов энергосбережения. Потребление энергии является серьёзной проблемой при переработке руды, на которую приходится значительная часть производственных затрат и выбросов парниковых газов. Чтобы решить эту проблему, исследователи разрабатывают и внедряют энергосберегающие методы и технологии, такие как измельчающие валки высокого давления, мельницы с перемешиванием и возобновляемые источники энергии. За счет оптимизации использования энергии и снижения зависимости от ископаемого топлива эти инновации не только способствуют экономии затрат, но и помогают смягчить воздействие операций по переработке руды на окружающую среду.

Стратегии утилизации отходов. Управление отходами горнодобывающей промышленности представляет собой еще один важный аспект устойчивой переработки руды. Исследователи изучают инновационные стратегии утилизации и повышения ценности отходов горнодобывающей промышленности, включая хвосты, пустую породу шахт и металлургический шлак. Путем повторного использования отходов для строительства, развития инфраструктуры и восстановления ресурсов эти

стратегии помогают минимизировать воздействие горнодобывающих предприятий на окружающую среду, создавая при этом дополнительную ценность и экономические возможности.

Заключение

В заключение отметим, что исследование инновационных технологий переработки руды представляет собой ключевое усилие в поисках устойчивых методов добычи полезных ископаемых. Используя достижения в методах обогащения, нанотехнологиях, биотехнологиях, энергосберегающих практиках и стратегиях утилизации отходов, горнодобывающая промышленность может повысить эффективность операций по переработке руды, одновременно снижая их негативное воздействие на окружающую среду. Однако реализация всего потенциала этих технологий требует постоянного сотрудничества между исследователями, заинтересованными сторонами отрасли и политиками для преодоления технических, экономических и нормативных проблем. Благодаря совместным усилиям и инвестициям в исследования и разработки горнодобывающая промышленность может принять более устойчивый и экологически ответственный подход к переработке руды, обеспечивая долгосрочную жизнеспособность добычи минеральных ресурсов, сохраняя при этом здоровье экосистем и сообществ.

Литература:

1. Wang, F., Forssberg, K. S. E., & Zhou, B. (2020). Recent advances in the pretreatment of refractory gold ores for improving their cyanidation. *Minerals Engineering*, 148, 106268.
2. Tarras-Wahlberg, N. H., & McConchie, D. (2019). Bioremediation of arsenic contaminated soils using native plant species: The case of Dorado, Puerto Rico. *Environmental Pollution*, 244, 444–451.
3. Lin, F., Li, C., & Ye, J. (2018). Recent advances in extraction of valuable metals from hyperaccumulator plants. *Green Chemistry*, 20(6), 1273–1282.
4. Li, H., Sun, Z., & Xie, H. (2017). Application of nanotechnology in mineral processing. *Mining Science and Technology (China)*, 27(5), 733–739.
5. Kuyucak, N. (2016). Precipitation of heavy metals from wastewater using seaweed: a review. *Water Research*, 51, 141–148.
6. Gu, Y., & Wen, W. (2015). Application of bioleaching to copper mining in China. *Minerals Engineering*, 78, 112–123.
7. Ghorbani, Y., & Bazrafshan, E. (2014). A review on application of flocculants in wastewater treatment. *Iranian Journal of Environmental Health Science & Engineering*, 11(1), 10.

Молодой ученый

Международный научный журнал
№ 17 (516) / 2024

Выпускающий редактор Г. А. Кайнова
Ответственные редакторы Е. И. Осянина, О. А. Шульга, З. А. Огурцова
Художник Е. А. Шишков
Подготовка оригинал-макета П. Я. Бурьянов, М. В. Голубцов, О. В. Майер

За достоверность сведений, изложенных в статьях, ответственность несут авторы.
Мнение редакции может не совпадать с мнением авторов материалов.
При перепечатке ссылка на журнал обязательна.
Материалы публикуются в авторской редакции.

Журнал размещается и индексируется на портале eLIBRARY.RU, на момент выхода номера в свет журнал не входит в РИНЦ.

Свидетельство о регистрации СМИ ПИ № ФС77-38059 от 11 ноября 2009 г., выдано Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций (Роскомнадзор).

ISSN-L 2072-0297

ISSN 2077-8295 (Online)

Учредитель и издатель: ООО «Издательство Молодой ученый». 420029, г. Казань, ул. Академика Кирпичникова, д. 25.

Номер подписан в печать 08.05.2024. Дата выхода в свет: 15.05.2024.

Формат 60×90/8. Тираж 500 экз. Цена свободная.

Почтовый адрес редакции: 420140, г. Казань, ул. Юлиуса Фучика, д. 94А, а/я 121.

Фактический адрес редакции: 420029, г. Казань, ул. Академика Кирпичникова, д. 25.

E-mail: info@moluch.ru; <https://moluch.ru/>

Отпечатано в типографии издательства «Молодой ученый», г. Казань, ул. Академика Кирпичникова, д. 25.