

ISSN 2072-0297

# МОЛОДОЙ УЧЁНЫЙ

МЕЖДУНАРОДНЫЙ НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ



51 2021  
ЧАСТЬ I

16+

# Молодой ученый

## Международный научный журнал

### № 51 (393) / 2021

Издается с декабря 2008 г.

Выходит еженедельно

*Главный редактор:* Ахметов Ильдар Геннадьевич, кандидат технических наук

*Редакционная коллегия:*

Ахметова Мария Николаевна, доктор педагогических наук  
Жураев Хусниддин Олгинбоевич, 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)  
Кайгородов Иван Борисович, кандидат физико-математических наук (Бразилия)  
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  
Рахонов Азиз Боситович, доктор философии (PhD) по педагогическим наукам (Узбекистан)  
Семахин Андрей Михайлович, кандидат технических наук  
Сенцов Аркадий Эдуардович, кандидат политических наук  
Сенюшкин Николай Сергеевич, кандидат технических наук  
Султанова Дилшоода 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)  
Досмубетов 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 Кутлуг-Бек Бекмурадович, кандидат педагогических наук, декан (Узбекистан)  
Кайгородов Иван Борисович, кандидат физико-математических наук (Бразилия)  
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 Дилшоода 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)

---

---

**Н**а обложке изображен *Владимир Данилович Спасович* (1829–1906), русский юрист-правовед, польский публицист, общественный деятель.

Владимир Спасович родился в Минской губернии, в семье врача. Начальное образование он получил в Минской гимназии, которую окончил с золотой медалью. А по окончании юридического факультета Петербургского университета Спасович защитил магистерскую диссертацию по международному праву. В своей же альма-матер он возглавил кафедру уголовного права на юридическом факультете, но после студенческих волнений вместе с группой других профессоров оставил университет.

В 1866 году Спасович стал адвокатом. Речи Владимира Даниловича отличались строгой композицией, подлинно научным анализом доказательств. Он часто подвергал сомнению и оспаривал сомнительные утверждения экспертов, так как обладал глубокими знаниями во многих специальных дисциплинах (в частности, в судебной медицине). Спасович всегда уделял огромное внимание предварительной подготовке и не любил экспромтов. Интересно, что, начиная свои речи, защитник немало удивлял ранее незнакомых с его выступлениями слушателей. Вначале он всегда начинал как бы с трудом, чуть ли не заикаясь, но через пару минут оратор преображался и произносил свою речь в полном блеске мысли и формы. Сейчас невозможно сказать, было ли такое начало приемом («работа на контрасте») или же органическим свойством Владимира Даниловича, однако в конце речей аудитория всегда была покорена.

Спасович считается прототипом защитника Фетюковича в «Братьях Карамазовых» Достоевского. Данная участь Владимира Даниловича постигла после дела Кроненберга, обвиняемого в истязании своей семилетней дочери. Кроненберг высек ее розгами, обнаружив, что она, сломав запор на сундуке жены, добралась до семейных денег. В конечном счете Достоевский одобрил оправдание Кроненберга, ибо в противном случае семья бы распалась, но порицал Спасовича за то, что своими заявлениями об обыденности телесных наказаний детей в российских семьях он перечеркнул чувство сострадания к ребенку: «Девочка, ребенок; ее мучили, истязали, и судьи хотят ее защищать, — и вот какое бы уж, кажется, святое дело!». Другой знаменитый русский писатель — Михаил Евграфович Салты-

ков-Щедрин — писал следующее: «...Если вы не одобряете ни пощечин, ни розог, то зачем же вязываетесь в такое дело, которое сплошь состоит из пощечин и розог?» Следует отметить, что Спасович защищал Кроненберга бескорыстно, по назначению суда.

В 1863 году на свет появился один из лучших учебников уголовного права, автором которого стал Владимир Данилович. До появления учебника самыми выдающимися пособиями для изучения уголовного права были сочинения московского профессора Сергея Ивановича Баршева «О мере наказания» и «Общие начала теории и законодательств о преступлениях и наказаниях».

Учебник Спасовича был написан на основе его лекций, которые пользовались необыкновенной популярностью. Вместе с тем появление учебника вызвало большие нападки реакционной профессуры, которая подвергла жестокой критике прогрессивные положения, выдвинутые в нем. В 1864 году по указу Александра II учебник был запрещен, а его автор, избранный к этому времени ординарным профессором Казанского университета, к исполнению служебных обязанностей допущен не был.

Отдав адвокатской деятельности 40 лет своей жизни, Спасович всегда сочетал эту работу с литературой и наукой. Десять томов его сочинений посвящены самым разнообразным отраслям знаний. Здесь исследования вопросов права, крупнейшими из которых являются «О праве нейтрального флота и нейтрального груза», «Об отношениях супругов по имуществу по древне-польскому праву», и ряд работ, посвященных гражданскому праву.

Большим вкладом в науку является разработанная им теория судебно-уголовных доказательств, теория взлома, большое количество работ по вопросам уголовного права и процесса. Следует также отметить критические, литературно-публицистические статьи, посвященные разбору творчества русских и западных писателей: Пушкина, Лермонтова, Мицкевича, Сенкевича, Байрона, Гете, Шиллера, Шекспира и др.

Будучи холостым, Спасович писал о себе: «Я жил только общественными событиями моей эпохи, интересовался ими и откликался на них».

*Екатерина Осянина, ответственный редактор*

---

---



## СОДЕРЖАНИЕ

### ФИЗИКА

- Миронова А. А.**  
Непрерывный ультразвук низкой интенсивности: обзор терапевтического потенциала ..... 1

### ХИМИЯ

- Сагинаев А. Т., Билалова Б. М.**  
Влияние буровых шламов на окружающую среду и способы их утилизации ..... 4

### ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

- Аверенкова М. А., Тезин А. В.**  
Разработка системы контроля и управления доступом с применением биометрических методов идентификации ..... 8
- Александрович И. О., Ватолкина Е. А., Короткова Е. С.**  
Разработка веб-портала для обучения английскому языку с элементами игровых механик ..... 12
- Власова О. В.**  
Создание цифровых активов в музеях ..... 18
- Дементьев А. В.**  
Анализ существующих моделей управления семантическими данными ..... 20
- Ирышков М. М., Ватолкина Е. А., Короткова Е. С.**  
Проектирование информационной системы интернет-магазина ..... 24
- Ирышков М. М., Ватолкина Е. А., Короткова Е. С.**  
Программное обеспечение информационной системы интернет-магазина ..... 27

- Тихновецкий Д. И.**  
Применение инструментов OSINT для повышения безопасности предприятия ..... 31

- Тихновецкий Д. И.**  
Применение инструментов OSINT для выявления уязвимостей информационной сети предприятия ..... 33

### ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

- Гилевская М. С., Юргенс А. А.**  
Особенности проведения ремонтных работ в условиях заболоченной местности ..... 37

- Колесникова Ю. О.**  
Создание векторных моделей объектов по результатам фотограмметрии и лазерного сканирования ..... 38

- Костылева А. Д.**  
Современные тенденции формирования транспортно-пересадочных узлов за рубежом .. 40

- Лабзин Е. А., Хабибрахманова О. В., Попов С. В., Николаева Ж. В.**  
Влияние фракционного состава нефти на технологические и конструкционные параметры колонны стабилизации гидрогенизата установки гидроочистки дизельного топлива ..... 43

- Лебедев В. А., Матвеева А. Ю.**  
Анализ возможности использования эксергетического подхода к оценке энергоэффективности теплоэнергетических систем ..... 48

- Пережогина Н. Н., Тарасова В. В., Николаева Ю. В.**  
Нетрадиционное растительное сырье в технологии производства мучных кондитерских изделий ..... 50

**Пономарь С. В.**

Отдельные аспекты метрологического обеспечения измерений внутренних диаметров отверстий с винтовой канавкой.....55

**Соловьева О. Ю.**

Дальнейшие перспективы развития автомобильной промышленности большегрузных и малотоннажных автопоездов ..... 57

**Страхов Б. Г., Хабибрахманова О. В., Попов С. В.**

Использование реакции конверсии водяного газа (WGSR) для удаления CO из водородсодержащего газа установки каталитического риформинга бензиновых фракций.....59

**Тарасова Т. А.**

Моделирование задачи многопериодного транспортного потока .....66

**АРХИТЕКТУРА, ДИЗАЙН  
И СТРОИТЕЛЬСТВО****Полященко И. И.**

Анализ свойств современных рулонных кровельных материалов .....68

**Рудомин Е. Н., Биленко В. А., Скрябин А. С.**

Конструктивные особенности винтового (болтового) соединения железобетонных колонн типа ЭФВСС.....70

**Скрябин А. С., Рудомин Е. Н., Биленко В. А.**

Бессварное соединение железобетонных колонн. Преимущество и недостатки ..... 72

## ФИЗИКА

### Непрерывный ультразвук низкой интенсивности: обзор терапевтического потенциала

Миронова Арина Александровна, студент  
Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова

*В статье автор провел анализ современных исследований в области использования низкоинтенсивного непрерывного ультразвука в терапевтических целях, включая регенерацию тканей, обезболивание, нейромодуляцию, доставку лекарств.*

*Ключевые слова: непрерывный низкоинтенсивный ультразвук, регенерация, остеоартрит, обезболивание, сонофорез.*

Сфокусированный ультразвук уже более полувека представляет исследовательский и потенциальный клинический интерес как метод терапии. За последние два десятилетия интерес к нему резко возрос.

Ультразвук высокой интенсивности используется, в основном, для лечения рака и хирургических вмешательств. Низкоинтенсивный ультразвук (интенсивностью от 20 до 1000 мВт / см<sup>2</sup>), выделяющий небольшое количество тепла, оказывает стимулирующее действие.

В свою очередь низкоинтенсивный ультразвук может быть импульсным, состоять из циклов включения / выключения акустических волн, и непрерывным, состоящим из непрерывных акустических волн без циклов включения / выключения.

В многочисленных исследованиях изучалась эффективность импульсного ультразвука низкой интенсивности (LIPUS) и непрерывного ультразвука УЗИ низкой интенсивности (LICUS) в качестве потенциальных средств регенерации тканей, лечения болей, тромбозов, переломов, остеопороза и остеоартрита.

Воздействие LIPUS в основном объясняется его механической вибрацией и минимальным тепловым воздействием на тканевом и клеточном уровне. Напротив, стимуляция LICUS оказывает как механическое, так и тепловое воздействие на тканевом и клеточном уровне.

Рассмотрим основные области применения непрерывного низкоинтенсивного ультразвука в терапевтической практике.

**Регенерация тканей.** Согласно исследованиям Altland et al. непрерывный низкочастотный ультразвук повышает в организме уровень оксида азота, который является важнейшим регулятором во множестве процессов нервной, иммунной и сердечно-сосудистой системах [1]. Повышенный кровоток способствует миграции макрофагов

в место повреждения, чтобы снимать воспаление тканей. В указанном исследовании был применен LICUS частотой 27 кГц при интенсивности 0,25 Вт / см<sup>2</sup> в течение 10 мин. За это время уровень оксида азота повысился на  $102 \pm 19\%$  в эндотелиальных клетках человека.

Karnes et al. обнаружили улучшение мышечной силы поврежденных скелетных мышц крысы после семи дней воздействия LICUS при частоте 1 МГц, интенсивности 0,5 Вт / см<sup>2</sup> в течение 5 мин в день. У травмированных крыс наблюдалось значительное улучшение силы сокращения *тетанических* мышц по сравнению с группой, получавшей плацебо [2].

Эффективность LICUS оценивалась при воздействии на поврежденное ахиллово сухожилие, стимуляция проводилась (1,5 Вт / см<sup>2</sup>, 4 мин / день) на 2, 4, 9 и 21 дни после получения травмы. Влияние LICUS оценивалось по количеству образованных коллагеновых волокон. Стимуляция LICUS значительно увеличила прочность и жесткость сухожилия [3].

В клиническом исследовании Best et al. участвовало 20 человек с тендинопатией локтя [4]. Участников эксперимента лечили непрерывным низкоинтенсивным ультразвуком частотой 3 МГц и интенсивностью 0,132 Вт / см<sup>2</sup> продолжительностью 4 часов в день в течение шести недель. Через шесть недель пациенты сообщили об уменьшении боли на  $3,95 \pm 2,15$  балла по 11-балльной числовой шкале (NRS) и об улучшении силы захвата на  $2,83 \pm 5,52$  кг. В настоящее время активно изучается эффективность LICUS при лечении травм мягких тканей, связанных со спортом; получены положительные результаты [5].

Положительный результат применения LICUS установлен и при лечении диабетических язв. Примененная Ennis et al. терапия с использованием непрерывного ультразвука низкой интенсивности частотой 40 кГц и ин-

тенсивностью  $1,25 \text{ Вт} / \text{см}^2$  в течение 12 минут улучшила скорости заживления на 69 %, что подтверждается уменьшение площади и объема раны после 10 недель лечения [6].

**Лечение боли.** Несмотря на эффективность лекарств в лечении боли, их длительное использование может привести к неблагоприятным последствиям для организма в целом и его отдельных систем. В связи с этим существует необходимость в разработке новых терапевтических средств для борьбы с болью. В многочисленных исследованиях низкоинтенсивный ультразвук использовался в качестве целенаправленного неинвазивного способа обезболивания в качестве автономной или дополнительной терапии в сочетании с другими традиционными методами лечения, такими как физиотерапия и лечебная физкультура.

Непрерывный низкоинтенсивный ультразвук может облегчить скелетно-мышечную боль за счет повышения местной температуры, расширения сосудов и ускорения метаболизма. Несколько исследований показали эффективность LICUS в качестве самостоятельной или дополнительной терапии для облегчения боли в мягких тканях. В исследовании Muftic et al. приняли участие 68 пациентов, которые получали воздействие ультразвуком на протяжении 10 сеансов при интенсивности  $0,4 \text{ Вт} / \text{см}^2$  в течение 8 минут или  $0,8 \text{ Вт} / \text{см}^2$  в течение 4 минут. И мужчины, и женщины, участвующие в эксперименте, отметили снижение болевой чувствительности [7].

Клиническое исследование, проведенное Yildirim et al. показало снижение на 30 % боли по визуально-аналоговой шкале (ВАШ), предназначенной для измерения интенсивности боли, после 10 сеансов лечения LICUS на частоте 1 МГц и интенсивности  $1,5 \text{ Вт} / \text{см}^2$  по сравнению с группой плацебо [8].

Drazer et al. изучили эффективность LICUS в двойном слепом исследовании у 90 пациентов с остеоартритом коленного сустава [9]. Пациенты были разделены на группы лечения ( $n = 55$ ) и плацебо ( $n = 35$ ). После шести недель ежедневного 4-часового лечения LICUS частотой 3 МГц и интенсивностью  $0,132 \text{ Вт} / \text{см}^2$ , пациенты, получавшие воздействие ультразвуком, сообщили о снижении боли в среднем на 1,96 по числовой шкале (NRS) по сравнению со снижением NRS на 0,85 в группе плацебо (лечившейся с помощью неактивного ультразвукового устройства). Эти результаты позволяют говорить о том, что LICUS является потенциальным неинвазивным методом лечения остеоартрита.

**Нейромодуляция.** Стимуляция низкоинтенсивным ультразвуком может активно модулировать центральную и периферическую нервную систему и играть важную роль в активности, подавлении и пролиферации нейронов, что, в свою очередь, может иметь краткосрочные и долгосрочные последствия. Стимуляция ультразвуком активизирует нейроны в гиппокампе и контролирует трансляцию нейронального сигнала через синаптические натриевые и кальциевые каналы, далее ультразвук модулирует

уровни внеклеточных нейромедиаторов — серотонина, дофамина и  $\gamma$ -аминомасляной кислоты, что потенциально позволяет лечить эпилепсию и другие расстройства, связанные с центральной нервной системы.

Исследования, проведенные Liu et al. и Zhao et al. продемонстрировали долгосрочные нейрозащитные эффекты стимуляции низкоинтенсивным ультразвуком при нейродегенеративных заболеваниях, таких как болезни Паркинсона и Альцгеймера [10].

King et al. в сравнительном исследовании пришли к выводу о том, что непрерывный низкоинтенсивный ультразвук более эффективен, чем импульсивный в активации мотонейронов у мышей, и его влияние на моторные нейроны коррелирует с интенсивностью и продолжительностью LICUS [11]. Напротив, Kim et al. выразили мнение о том, что сфокусированный импульсивный ультразвук превосходит LICUS в активации двигательных нейронов [12]. Эти исследования демонстрируют эффективность низкоинтенсивного ультразвука в нейромодуляции центральной нервной системы, но остается неясным, какой из видов ультразвука более эффективен.

Стимуляция периферической нервной системы ультразвуком показывает аналогичные результаты. В исследованиях Downs et al. восстановление поврежденного седалищного нерва у крыс происходило значительно лучше после воздействия ультразвуком [13]. Подобные результаты продемонстрировали и другие эксперименты. Хотя также присутствует мнение, подтвержденное клиническими исследованиями, о более активном воздействии на кожные рецепторы импульсного ультразвука [14].

**Сонофорез и доставка лекарств.** Способность LICUS к кавитации и акустическому течению делает его многообещающим инструментом для доставки лекарств через верхний слой кожи — эпидермис. Для усиления проникновения лекарств через эпидермальный слой применялись различные неинвазивные методы, которые оказались малоэффективны.

Ультразвук, воздействуя на поверхностный слой кожи, разрывает соединительную ткань и повышает её проницаемость. Многочисленные исследования показали эффективность LIPUS в доставке лекарств через кожу. Cagnie et al. сообщили о 10-кратном увеличении уровней кетопрофена в синовиальной ткани после воздействия LICUS на частоте 1 МГц и интенсивности  $1,5 \text{ Вт} / \text{см}^2$  в течение 5 минут по сравнению с местным применением кетопрофена [15]. Кроме того, исследование, проведенное Aldwaikat et al. показало, что частота 20 кГц непрерывного ультразвука на 546 % по отношению к контрольной группе увеличила проникновение диклофенака натрия [16].

Применение LICUS не ограничивается сонофорезом через кожу. Непрерывный низкочастотный ультразвук успешно использовался для доставки гидрофильного красителя в роговицу кролика, а также проникновения через ногтевую пластину. Все эти эксперименты продемонстрировали потенциал LICUS для адресной доставки лекарств.



## Литература:

1. Altland, O.D.; Dalecki, D.; Suchkova, V.N.; Francis, C. W. Low-intensity ultrasound increases endothelial cell nitric oxide synthase activity and nitric oxide synthesis. *J. Thromb. Haemost.* 2004, 2, 637–643
2. Karnes, J.L.; Burton, H. W. Continuous therapeutic ultrasound accelerates repair of contraction-induced skeletal muscle damage in rats. *Arch. Phys. Med. Rehabil.* 2002, 83, 1–4.
3. Sahu, N.; Viljoen, H.J.; Subramanian, A. Continuous low-intensity ultrasound attenuates IL-6 and TNF $\alpha$ -induced catabolic effects and repairs chondral fissures in bovine osteochondral explants. *BMC Musculoskelet. Disord.* 2019, 20, 193
4. Best, T.M.; Moore, B.; Jarit, P.; Moorman, C.T.; Lewis, G. K. Sustained acoustic medicine: Wearable, long duration ultrasonic therapy for the treatment of tendinopathy. *Phys. Sportsmed.* 2015, 43, 366–374
5. Draper, D.O.; Wells, A.; Wilk, K. Efficacy of Sustained Acoustic Medicine as an Add-on to Traditional Therapy in Treating Sport-related Injuries: Case Reports. *Glob. J. Orthop. Res.* 2020, 2, 545
6. Ennis, W.J.; Foremann, P.; Mozen, N.; Massey, J.; Conner-Kerr, T.; Meneses, P. Ultrasound therapy for recalcitrant diabetic foot ulcers: Results of a randomized, double-blind, controlled, multicenter study. *Ostomy Wound Manag.* 2005, 51, 24–39.
7. Muftic, M.; Miladinovic, K. Therapeutic ultrasound and pain in degenerative diseases of musculoskeletal system. *Acta Inform. Med.* 2013, 21, 170–172.
8. Yildirim, M.A.; Ones, K.; Goksenoglu, G. Effectiveness of Ultrasound Therapy on Myofascial Pain Syndrome of the Upper Trapezius: Randomized, Single-Blind, Placebo-Controlled Study. *Arch. Rheumatol.* 2018, 33, 418–423.
9. Draper, D.O.; Klyve, D.; Ortiz, R.; Best, T. M. Effect of low-intensity long-duration ultrasound on the symptomatic relief of knee osteoarthritis: A randomized, placebo-controlled double-blind study. *J. Orthop. Surg. Res.* 2018, 13, 257.
10. Zhao, L.; Feng, Y.; Shi, A.; Zhang, L.; Guo, S.; Wan, M. Neuroprotective Effect of Low-Intensity Pulsed Ultrasound Against MPP(+)-Induced Neurotoxicity in PC12 Cells: Involvement of K2P Channels and Stretch-Activated Ion Channels. *Ultrasound Med. Biol.* 2017, 43, 1986–1999; Liu, S.H.; Lai, Y.L.; Chen, B.L.; Yang, F. Y. Ultrasound Enhances the Expression of Brain-Derived Neurotrophic Factor in Astrocyte Through Activation of TrkB-Akt and Calcium-CaMK Signaling Pathways. *Cereb. Cortex* 2017, 27, 3152–3160.
11. King, R.L.; Brown, J.R.; Newsome, W.T.; Pauly, K. B. Effective parameters for ultrasound-induced in vivo neurostimulation. *Ultrasound Med. Biol.* 2013, 39, 312–331.
12. Kim, H.; Chiu, A.; Lee, S.D.; Fischer, K.; Yoo, S. S. Focused ultrasound-mediated non-invasive brain stimulation: Examination of sonication parameters. *Brain Stimul.* 2014, 7, 748–756.
13. Downs, M.E.; Lee, S.A.; Yang, G.; Kim, S.; Wang, Q.; Konofagou, E. E. Non-invasive peripheral nerve stimulation via focused ultrasound in vivo. *Phys. Med. Biol.* 2018, 63, 035011
14. Gavrilov, L. R. Use of focused ultrasound for stimulation of nerve structures. *Ultrasonics* 1984, 22, 132–138.
15. Cagnie, B.; Vinck, E.; Rimbaut, S.; Vanderstraeten, G. Phonophoresis versus topical application of ketoprofen: Comparison between tissue and plasma levels. *Phys. Ther.* 2003, 83, 707–712.
16. Aldwaikat, M.; Alarjah, M. Investigating the sonophoresis effect on the permeation of diclofenac sodium using 3D skin equivalent. *Ultrason. Sonochem.* 2015, 22, 580–587.

## ХИМИЯ

### Влияние буровых шламов на окружающую среду и способы их утилизации

Сагинаев Аманжан Туремуратович, доктор химических наук, профессор;  
Билалова Бакыт Мараткызы, студент магистратуры  
Атырауский университет нефти и газа имени Сафи Утебаева (Казахстан)

*Буровой шлам, образующийся в процессе бурения скважин буровым агентом на углеводородной основе, имеет вид мягкой пастообразной массы черного цвета с отчетливым запахом нефтепродуктов. Буровой шлам на нефтяной основе имеет повышенное содержание масел и хлорид-ионов, выявлено превышение концентрации хрома в 2,67 раза. По степени накопления тяжелых металлов они распределились в следующем порядке:  $Mn > Zn > Cu > Cr > Pb > Co > As > Hg > Cd$ . Результаты гранулометрического состава указывают на значительную долю физической глины, пики которой соответствуют фракции ила — 63,60 %. При исследовании отработанного бурового раствора было установлено, что в его состав входят нефтепродукты, достигшие уровня 9000 мг/кг, при этом водородный индекс относится к нейтральной среде — рН 6,5. Оценка токсического действия отходов бурения по результатам испытаний оказывает острое токсическое воздействие на окружающую среду (IV класс опасности). Исследование указывает на актуальность экологической оценки отходов бурения для оптимального выбора их последующего захоронения.*

**Ключевые слова:** буровой шлам, нефтепродукты, промышленные отходы, углеводородный раствор, токсичность, обезвреживание.

#### ВВЕДЕНИЕ

Нефтяная промышленность характеризуется интенсивным воздействием на окружающую среду, что неизбежно вызывает ее изменение. В процессе производства полностью или частично нарушается существующее экологическое состояние на территориях промышленных объектов. Эти изменения проявляются в различных сочетаниях негативных явлений, важнейшими из которых являются: удаление пастбищных угодий; истощение и загрязнение подземных и поверхностных вод; затопление и заболачивание обработанных площадей; обезвоживание и засоление почв; загрязнение атмосферного воздуха вредными веществами и химическими элементами; неблагоприятные для локальных экологических систем гидрогеологические и геохимические изменения [1].

Нефть и нефтепродукты, как загрязнители недр земли и окружающей среды, поэтому оцениваются в основном степенью токсичности и геохимической устойчивости. Попадая в почву, эти нефтепродукты под действием гравитационных сил впитываются в землю и распространяются под действием поверхностных и капиллярных сил. Скорость движения нефти зависит от ее свойств, свойств почвы и соотношения нефти, воздуха и воды в многофазной движущейся системе. Попадание нефти в почву вызывает значительные, а иногда и необратимые изме-

нения: образование битумов и солей, гидрогенизацию, цементацию и др. [2; 3].

В процессе бурения нефтяных скважин происходит последовательное разрушение горных пород, в основном бурового инструмента, с последующим удалением продуктов разрушения буровым раствором. Однако удаление выбуренной породы (бурового шлама) не единственное назначение бурового раствора. В связи с этим используются разные решения, разный состав, свойства и сфера применения.

В настоящее время расширяется практика бурения растворами на углеводородной основе, которые применяются при бурении скважин сложного профиля, обеспечивающие стабилизацию неустойчивых, набухающих или расширяющихся пород в водной среде, а также низкую аварийность при бурении.

Основным техническим сооружением для накопления этих видов отходов является амбар для навозной жижи. Шламовый амбар представляет собой конструкцию в виде емкости, предназначенная для централизованного сбора отходов бурения нефтяных скважин (бурового раствора, отработанного бурового раствора и буровых сточных вод) с целью предотвращения попадания вредных веществ в окружающую среду. Шламовые амбары занимают площадь до 2500 м<sup>2</sup> с одной буровой установкой и имеют разный объем в зависимости от количества скважин на кусте, глубины и продолжительности бурения [4; 5].

Основными видами воздействия на объекты окружающей среды при накоплении и размещении бурового шлама в навозных амбарах являются: прямое воздействие, связанное с «отчуждением» земель; проникновение жидкой фазы буровых отходов в грунт, при плохой гидроизоляции шламовых амбаров или протекании жидкой фазы бурения через кровлю насыпи; изменение рельефа и нарушение компонентного состава ландшафтов, связанное с прокладкой навозных амбаров; нарушение микрорельефа, поверхностный сток; деформация почвенно-растительного покрова; разрушение растительного покрова; загрязнение подземных вод; изменения существующих гидрологических условий из-за дренажа [6].

На сегодняшний день одним из методов утилизации буровых растворов на углеводородной основе является нейтрализация с использованием таких установок, как УЗГ-1М или их аналогов. Этот метод заключается в термической утилизации осадка при температуре 800–900 °С с получением вторичных продуктов. Нейтрализующий эффект при утилизации буровых растворов достигается за счет испарения (выгорания) нефтепродуктов; горит пары нефтепродуктов и выделяются негорючие инертные материалы (компоненты) в виде песка, грунта. Песок, нейтрализованный грунт в качестве строительного материала используется в мелиоративных и строительных работах.

Недостатками метода являются: дополнительное удаление территории для размещения растений на обезвреживание; загрязнение воздуха выхлопными газами; дополнительное внесение чистого грунта в отходы бурения с целью обеспечения его большей плотности и улучшения работы установки.

Повторное использование загрязненной почвы в качестве материалов для гражданского строительства рассматривается как один из эффективных альтернативных методов утилизации загрязненной почвы. Тем не менее, это является предметом сдерживания агента загрязнения в почве или эффективная реабилитация загрязненной почвы, геомеханическое и геотехническое поведение нефти. Поэтому загрязненная почва проверяется на предмет возможного повторного использования в качестве инженерного материала [7, 8].

В качестве перспективных методов утилизации отходов добычи и транспортировки нефти — нефтешлама, загрязненного нефтью грунта предложены использование их в качестве материалов в строительстве грунтовой дороги [9; 10].

В данной статье представлен анализ отходов бурения с месторождения «Кырык мылтык» Атырауской области. Изучены жидкая фаза (отходы бурового раствора) и твердая фаза (буровой раствор) с применением бурового раствора на углеводородной основе. Жидкие отходы — это коллоидная система на основе углеводородов, в которой взвешены твердые частицы пробуренной породы и другие органические соединения, входящие в состав буровых растворов. Буровой шлам, образующийся в процессе бурения скважин с использованием бурового

раствора на углеводородной основе, представляет собой мягкую пастообразную массу черного цвета с отчетливым запахом нефтепродуктов [11].

Буровой шлам имеет отрицательные водно-физические свойства: полная бесструктурность, низкая аэрация, слабая фильтрующая способность и др. [12; 13]. Это направление в области обращения с отходами бурения на углеводородной основе мало изучено, в связи с чем возникает вопрос о выборе методов обращения с этими видами отходов.

В связи с этим целью исследования стала экологическая оценка отходов бурения на углеводородной основе для разработки природосберегающей технологии, направленной на минимизацию негативного воздействия на окружающую среду.

#### МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследования проводились на базе аккредитованной испытательной лаборатории инженерного профиля «Нефтехимия» НАО «Атырауский университет нефти и газа им. С. Утебаева» по методикам, включенным в государственный реестр методы количественного химического анализа (аттестат аккредитации № KZ.T.06.1425 от 12.08.2020 г. на соответствие требованиям ГОСТ ISO/IEC 17025–2019).

Соответствие образцов нефтебуровых отходов определены лазерным анализатором «Analysette 222» Micro Tec Plus.

Концентрация тяжелых металлов в образцах нефтебуровых отходов определяли с помощью атомно-абсорбционного спектрометра PerkinElmer AAnalyst 400, анализатора Флюорат-02 и гамма-бета спектрометра СКС-99 Спутник.

#### ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Значительная доля физической глины приходится на иловую фракцию — 63,60 %, высокое содержание иловой фракции (диаметр частиц менее 0.001 мм) характерны для аллювиального горизонта. Содержание агента во фракции бурового раствора в буровом шламе связано с пробуренной породой и используемым буровым агентом на углеводородной основе.

В составе бурового шлама на масляной основе определено повышенное содержание хрома в 2,67 раза по сравнению с ПДК для глинистых групп почв. Как известно, химическое загрязнение почв тяжелыми металлами является наиболее опасным видом деградации почвенного покрова, поскольку самоочищающаяся способность почв от тяжелых металлов минимальна, почвы их прочно накапливают. Таким образом, почва становится одним из важнейших геохимических барьеров для большинства токсикантов на пути их миграции из атмосферы в почву и поверхностные воды. В этом аспекте хром самый яркий представитель этой группы химических элементов, миграционные характеристики которых, способность к биоаккумуляции и биоусилению являются не только основой характеристик ксенобиотического профиля биогеоценоза, но и определяют картину хронических и острых токсичных эффектов.

Содержание Cd находилось на уровне ПДК и соответствовало 5 мг/кг. Максимальное значение наблюдалось для марганца и составило 332 мг/кг, что не превышало ПДК для этого элемента. Содержание других тяжелых ме-

таллов было ниже установленных норм. По степени накопления тяжелые металлы в порядке убывания распределились в следующей последовательности: Mg > Zn > Cu > Cr > Pb > Co > As > Hg > Cd (таблица 1).

Таблица 1. Содержание тяжелых металлов в образцах бурового шлама

Индикатор	Единица измерения	Результаты опыта, мг/кг	ПДК, мг/кг
Кадмий	мг/кг	<0,10	2,00
Кобальт	мг/кг	<5,00	5,00
Магний	мг/кг	332,00	1500,00
Медь	мг/кг	23,00	132,00
Мышьяк	мг/кг	2,87	10,00
Никель	мг/кг	<50,00	80,00
Ртуть	мг/кг	0,24	2,10
Свиней	мг/кг	<10,00	130,00
Хром	мг/кг	16,00	6,00
Цинк	мг/кг	29,00	220,00

При изучении влияния буровых растворов на углеродные компоненты природной среды были проведены химико-аналитические испытания для характеристики

возможного негативного воздействия на окружающую среду. Содержание валовых форм тяжелых металлов в пробе бурового раствора представлено в таблице 2.

Таблица 2. Содержание валовых форм тяжелых металлов в пробе бурового раствора

Индикатор	Единица измерения	Результаты опыта
Кадмий	мг/кг	<0.1
Кобальт	мг/кг	<5.0
Магний	мг/кг	<200
Медь	мг/кг	<20
Мышьяк	мг/кг	1.90
Никель	мг/кг	<50
Ртуть	мг/кг	<0.10
Свиней	мг/кг	<10
Хром	мг/кг	22
Цинк	мг/кг	35

Концентрация тяжелых металлов в большинстве вариантов была ниже предела обнаружения существующих методов. Средние значения мышьяка составили 1,9 мг/кг, хрома — 22 мг/кг и цинка — 35 мг/кг. Не существует нормативного документа для определения ПДК этого вида отходов бурения и, следовательно, невозможно оценить уровень загрязнения тяжелыми металлами.

При определении химического состава минерализации отходов бурения по анионному составу выявлено, что это хлоридные минералы. Содержание нефтепродуктов в буровом шламе и буровом растворе составляет 1800 и 9000 мг/кг соответственно. Значение рН относится к нейтральной среде и составила 7,31 и 6,5 единиц соответственно (таблица 3).

Таблица 3. Химический анализ отходов бурения

Индикатор	Единица измерения	Объект исследования	
		Буровой шлам	Буровой раствор
Нефтяные продукты	мг/кг	1800	9000
Сульфат-ион (водорастворимая форма анионов)	мг/кг	140	25
Фосфат-ион (водорастворимая форма анионов)	мг/кг	<3.0	4.10
Хлорид-ион (водорастворимая форма анионов)	мг/кг	4049	1734
Водородный показатель	рН	7.31	6.5



Степень токсического воздействия отходов бурения на компоненты окружающей среды из-за высокого содержания нефтепродуктов и солей приводится в таблице 4.

Таблица 4. Оценка токсического действия образцов бурового шлама и бурового раствора, нанесенных на тест-объекты

Объект исследования	Тест-объекты	Фактор разбавления	Оценка тестового образца	Класс опасности для окружающей среды
Буровой шлам	Daphnia magna Straus	6.30 (Безвредный фактор разведения) 1,00 (Средний летальный коэффициент разбавления)	Острый токсический эффект	IV
	Chlorella vulgaris Beijer	12.53		
Отходы бурового агента	Daphnia magna Straus	31.60 (Безвредный фактор разведения) 2,40 (Средняя летальность коэффициент разбавления)	Острый токсический эффект	IV
	Chlorella vulgaris Beijer	15.49		

### ВЫВОДЫ

В настоящее время стоит вопрос о разработке безотходных и малоотходных, экологически чистых технологий утилизации отходов бурения (бурового шлама) на основе физико-химических методов путем введения природных минеральных компонентов (сорбентов) с высокой сорбционной способностью по отношению к нефтепродуктам и тяжелым металлам.

Результаты исследований отходов бурения на углеводородной основе свидетельствуют о повышенном содержании нефтепродуктов и хлорид-ионов, что относится к IV классу опасности и обладают острым токсическим воздействием на окружающую среду. Значимость этих исследований показывает актуальность экологической оценки отходов бурения для оптимального выбора их последующего захоронения.

### Литература:

1. Тимофеева, С. С. Техносферная безопасность Байкальского региона: состояние и проблемы. XXI век // Техносферная безопасность. 2018. Т. 3, № 4 (12), с. 75–90.
2. Рязанов, А. Ю. Энциклопедия по буровым растворам. Летопись, Оренбург. 2015. 664 с.
3. Голубев, Е. В., Соромотин А. В. Состав и свойства отходов бурения Западной Сибири // Мир науки, культуры, образования. 2010. № 6 (25), с. 319–320.
4. Гаевая, Е. В., Богайчук Я. Э., Тарасова С. С., Захарова Е. В. Возможности утилизации отходов бурения при формировании почвоподобной среды // Изв. ВУЗ. Нефть и газ. 2017. № 2. с. 82–89.
5. Скипин, Л. Н., Галямов А. А., Гаевая Е. В., Захарова Е. В. Техногенное воздействие шламовых амбаров на окружающую среду полуострова Ямал // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. 2014. № 11. с. 146–150.
6. Скипин, Л. Н., Кустышева И. Н., Ваганов Ю. В., Суслов С. Л. Рекультивация нарушенных земель под нефтегазовыми объектами // Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе. 2015. № 4. с. 27–31.
7. Oluremi, J. R., Osuolale O. M. Oil Contaminated Soil as Potential Applicable Material in Civil Engineering Construction // Journal of Environment and Earth Science. 2014. Vol. 4. no.10. pp. 87–100.
8. Oluremi, J. R., Adewuyi A. P., Sanni A. A. Compaction Characteristics of Oil Contaminated Residual Soil // Journal of Engineering and Technology 2015. Vol. 6. no. 2. pp. 75–87.
9. Гилязов, Е. Г., Сагинаев А. Т., Уразгалиева М. Д., Аронова А. А., Изгалиев С. А. Новый подход к утилизации нефтезагрязненной почвы // Теоретическая и прикладная экология. 2020. № 4. с. 185–191.
10. Вязовцева, В. В., Сагинаев А. Т. Утилизация отходов бурения. Молодой Ученый, 2021, № 19 (361), с. 65–71.
11. Тарасова, С. С., Быцко А. А., Друз Ю. П. Характеристика бурового раствора на углеводородной основе и ее влияние на свойства шлама // Материалы Всероссийской научно-практической конференции «Энергосбережение и инновационные технологии в топливно-энергетическом комплексе». 2018. с. 326–329.
12. Гаевая, Е. В., Богайчук Ю. Е., Тарасова С. С., Скипин Л. Н., Захарова Е. В. Утилизация бурового шлама с выемкой грунта для рекультивации нарушенных почв // ИОР Conf.: серия Науки о Земле и окружающей среде. 2017. 87, 042003.
13. Скипин, Л. Н., Петухова В. С., Еремин Д. И. Влияние мелиорантов на гранулометрический состав бурового раствора // Сборник докладов XVIII Международной научно-практической конференции: в 3-х томах, 2016. с. 154–160.

# ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

## Разработка системы контроля и управления доступом с применением биометрических методов идентификации

Аверенкова Мария Анатольевна, сотрудник;  
Тезин Александр Васильевич, кандидат технических наук, доцент, сотрудник  
Академия Федеральной службы охраны Российской Федерации (г. Орел)

В статье рассмотрены биометрические методы идентификации, применяемые в системах контроля и управления доступом, приведена классификация методов идентификации и основные параметры оценки представленных систем. В качестве базовой технологии выступает метод распознавания лиц. В процессе сравнительного анализа существующих решений в области биометрических методов идентификации приведено подробное описание технологии распознавания лиц и полученные результаты. Полученные результаты позволили обосновать выбор необходимых компонент и свойств, которым должна удовлетворять разрабатываемая система контроля и управления доступом.

**Ключевые слова:** система контроля и управления доступом, биометрические идентификаторы, геометрия и тепловое изображение лица, нейронная сеть.

Особенность биометрических систем идентификации состоит в том, что они используют сложные алгоритмы реализации, так как анализируют биометрические

уникальные свойства, присущие субъекту. Классификация биометрических признаков приведена в таблице 1 [1].

Таблица 1. Классификация биометрических признаков

Статические	Динамические
Дактилоскопия, геометрическая форма рук, узор радужной оболочки глаз, форма лица, расположение кровеносных сосудов, ДНК	Голос, динамика подписи, клавиатурный почерк, походка

### Оценка алгоритмов идентификации

В процессе оценки биометрических методов идентификации использованы метрики: FRR и FAR. FPR (False Reject Rate) представляет собой показатель ложного недопуска (ошибка 1 рода), FAR (False Accept Rate) — пока-

затель ложного допуска (ошибка 2 рода) [2]. Результаты проведенной оценки точности распознавания, выраженной через FRR и FAR методами биометрической идентификации, представлены в таблице 2.

Таблица 2. Результаты ошибок распознавания статических методов биометрических идентификации

Метод биометрической идентификации	Показатель ложного допуска, FAR	Показатель ложного недопуска, FRR
Отпечаток пальца	0,001 %	0,6 %
Распознавание лица 2D	0,1 %	2,5 %
Распознавание лица 3D	0,0005 %	0,1 %
Радужная оболочка глаза	0,00001 %	0,016 %
Сетчатка глаза	0,0001 %	0,4 %
Рисунок вен	0,0008 %	0,01 %

Показатели FAR и FRR связаны друг с другом, при этом точность распознавания методов биометрической идентификации можно оценить путем сравнения FRR при одинаковых FAR: чем меньше FRR, тем выше степень достоверности идентификации.

#### Принцип работы биометрической системы

На первом этапе разработки системы контроля управления доступом (СКУД) следует описать принципы работы биометрических систем и основные понятия технологии биометрии. Биометрия подразумевает под собой совокупность автоматизированных средств и методов идентификации человека, основанных на его физиологических или поведенческих характеристиках [3]. Системы, основанные на данных методах, выполняют такие функции как регистрация (формирование цифрового представления биометрической характеристики) и распознавание (представление цифровой формы в виде пригодной для использования измерений биометрической характеристики считывающего устройства, сравнение с зарегистрированными шаблонами).

Алгоритм работы биометрических систем всегда использует одну и ту же схему, которая является независимой по отношению к используемому способу идентификации. На предварительном этапе осуществляется формирование базы данных уникальных характеристик (эталонов). В процессе работы алгоритма происходит считывание и запись системой образца биометрической характеристики. После чего выполняется выделение уникальной информации из полученного образца, и выделенная характеристика сравнивается с эталонной. В результате работы система делает вывод о совпадении (несовпадении) представленного биометрического образца.

В области биометрии наибольшее распространение получил термин «три большие биометрики», который представляет собой следующие технологии распознавания: распознавание по отпечаткам пальцев, радужной оболочке глаза и форме лица. В связи с тем, что форма лица является актуальным направлением исследований в прикладных задачах биометрической идентификации, рассмотрим

данную технологию подробнее. Основными достоинствами алгоритмов распознавание по форме лица являются: возможность распознавания образцов на больших расстояниях, бесконтактное получение сведений, отсутствие необходимости дополнительных идентификаторов и т. д.

#### Задачи идентификации и аутентификации

Решаемая задача идентификации заключается в нахождении объекта в базе данных среди других похожих между собой посредством сравнения вида «один ко многим» ( $1:N$ , где  $N$  — количество объектов в базе данных). При этом процесс аутентификация представляет подтверждение сходства объекта с выбранным при идентификации образом, то есть идет сравнение вида «один к одному». Количественные значения процесса аутентификации, соответствующие значениям из диапазона от 0 до 1.

Основным критерием оценки сложности процессов идентификации и аутентификации является значение показателя сходства — результата вычисления расстояния между биометрическими векторами (метриками), детектированных посредством нейронных сетей. При идентификации система выдает последовательность показателей, состоящую примерно из 10 значений, расположенных по убыванию (чем ближе значение показателя к 1, тем выше вероятность совпадения). При аутентификации результатом является лишь одно значение. Указанные особенности позволяют сделать вывод о том, что задача идентификации является более сложной в сравнении с задачей аутентификации.

#### Принцип работы распознавания лиц

В основе технологии распознавания лежат нейронные сети, каждая из которых является математическим аппаратом, состоящим из нескольких слоёв и выполняющим параллельные вычисления.

Первая нейросеть представляет собой «выравниватель», который анализирует поступающее на вход изображение путем детектирования, вырезания и выравнивания лиц. На рисунке 1 показана особенность работы «выравнивателя», при которой маленькие, нечеткие или повернутые в профиль лица не могут быть распознаны.

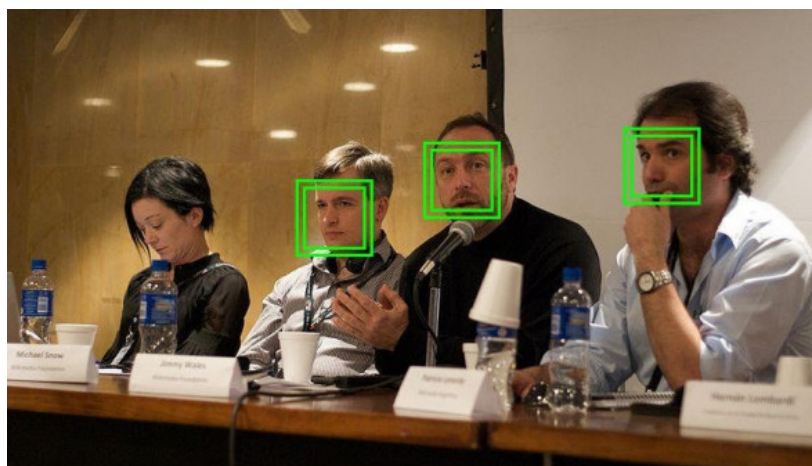


Рис. 1. Процедура вырезания лиц из изображения

Каждая система детектирует определенное количество точек лица, необходимое ей для дальнейшего выполнения алгоритма распознавания. На последнем этапе нейросеть поворачивает (при необходимости) и подгоняет размер изображения, чтобы выбранные ранее точки находились в нужных местах.



Рис. 2. Распознавание ключевых точек на лице

Вторая нейросеть является «распознавателем». Она принимает подготовленное изображение и после его анализа выдает векторы, которые в большинстве случаев являются, характеризуются степенью числа 2.

При сравнении двух изображений вычисляется расстояние между векторами (чем больше расстояние, тем меньше сходство). Так на рисунке 3 наглядно видно, что

на первой и второй фотографии изображены разные люди, а значит, что и расстояние будет большим.

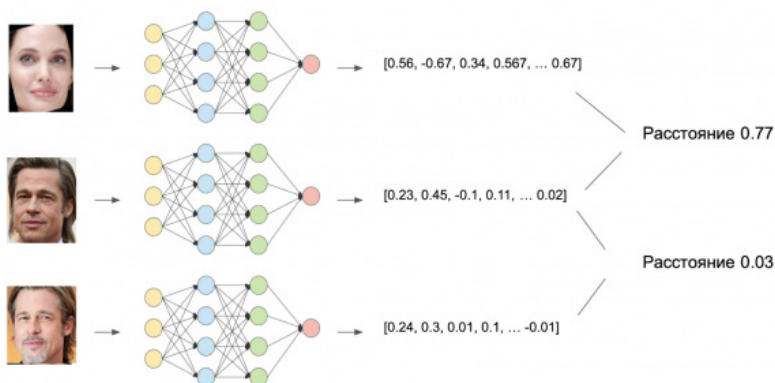


Рис. 3. Процесс сравнения изображений

### Компоненты СКУД

Для практической реализации системы контроля и управления доступом, основанной на процедуре распознавания лиц, необходимо описать основные компоненты, которые могут быть включены в систему. Первый компонент — платформа анализа, которая может быть выполнена в виде отдельного сервера, на который клиент отправляет запрос по протоколу HTTP. В ответ на запрос сервер отправляет уникальный идентификатор пользователя.

Второй компонент — анализатор. С целью уменьшения временных затрат и повышения качества исследований для создания модели в качестве анализатора глубокого обучения следует использовать предварительно обученные нейронные сети, что, в свою очередь, позволяет упростить разработку и внедрение СКУД. На этапе детектиро-

вания лица может быть использована нейросеть MTCNN (Multi-task Cascaded Convolutional Neural Network), в основе которой находится каскад, состоящий из трех сетей, последовательно применяемых к полученному на входе изображению [4]. MTCNN — свёрточная нейронная сеть, применяемая в процессе формирования векторов граничной регрессии. Векторы граничной регрессии позволяют генерировать регионы, в которых может находиться лицо.

Третий компонент — модуль принятия решения. Для того, чтобы выполнить проверку на основе одного исходного изображения, опираясь при этом математический аппарат, необходимо использовать сиамские сети. На рисунке 4 представлен принцип работы сиамских сетей.

Входные изображения проходят через две «одинаковые» сети, использующиеся для двух разных входов.



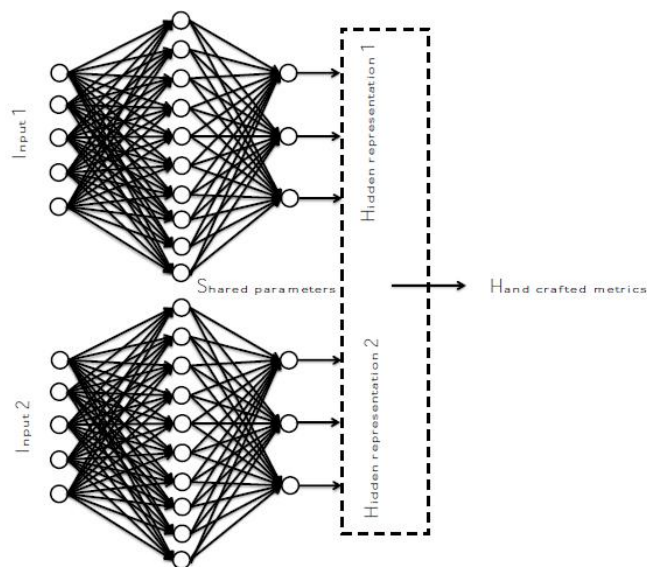


Рис. 4. Сиамские нейронные сети

После чего выполняется сравнение выходов и принимается решение о схожести изображений. В случае успешного распознавания, система выдает уникальный идентификатор пользователя.

Проведенный анализ основных технологий распознавания статических методов биометрических идентификации позволяет сделать вывод о возможности

разработки системы контроля и управления доступом, основанной на подходах к распознаванию формы лица посредством применения нейронные сети для обнаружения формы лица и распознавания характеристик. Направлением дальнейших исследований является разработка алгоритма распознавания формы лица, основанная на применении МТСNN и сиамских нейронных сетей.

Литература:

1. Девицына, С. Н., Елецкая Т. А., Балабанова Т. Н., Гахова Н. Н., Разработка интеллектуальной системы биометрической идентификации пользователя // Научные ведомости. — 2019. — Т. 46, № 1. — с. 148–160.
2. ГОСТ Р ИСО/МЭК 19795–1–2007. Национальный стандарт Российской Федерации. Автоматическая идентификация. Идентификация биометрическая. Эксплуатационные испытания и протоколы испытаний в биометрии. Часть 1. Принципы и структура. [Электронный ресурс]: [сайт]. — Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200067413>.
3. Вихман, В. В., Биометрические системы контроля и управления доступом в задачах информации: учебно-методическое пособие. — 2016. — 236 стр.
4. Частикова, В. А., Васильев Е. Д., Бабич Д. В., Нейросетевая методика идентификации лиц в видеопотоке в условиях ограниченности данных // Вестник АГУ. — 2019. — Т. 3, № 246. — с. 85–89.

## Разработка веб-портала для обучения английскому языку с элементами игровых механик

Александрович Ирина Олеговна, преподаватель английского языка  
ООО «English discussions» (г. Пенза)

Ватолкина Елизавета Александровна, студент;  
Короткова Екатерина Сергеевна, студент  
Пензенский государственный технологический университет

*В работе представлена разработка веб-приложений для обучения английскому языку с элементами игровых механик: определены задачи и требования, спроектированы модели с помощью унифицированного языка UML2.0, разработана база данных портала. Описаны три тематические игры, доступные на портале.*

*Ключевые слова:* веб-приложение; унифицированный язык UML2.0; проекты на JavaScript, HTML, CSS; обучение английскому языку с элементами игровых механик.

В последние годы все больше студентов жалуются, что занятия по английскому языку однообразны и они не заинтересованы в обучении. Одной из попыток решить эту проблему является подход к обучению для стимулирования интереса учащихся к изучению английского языка. С развитием информационных технологий, они все больше воспринимаются как средство обучения языка. Веб-портал может предоставить студентам большое количество учебной информации с целью изучения английского языка и ускорить процесс поиска информации.

В данной работе представлена разработка веб-портала для обучения английскому языку с элементами игровых механик. Первый этап это анализ требований к реализации веб-портала. На втором этапе будет проведено проектирование веб-портала с помощью унифицированного языка моделирования UML2.0. Третий этап это разработка программного обеспечения веб-портала.

Целью разработки является повышение эффективности работы преподавателя. Веб-портал реализует возможность предоставлять материал для изучения и следить за успеваемостью своих студентов. Студентам, с любым опытом использования компьютера, веб-портал дает возможность изучать язык легко и интересно.

Требования к функциональным характеристикам.

Веб-портал должен обеспечивать возможность выполнения следующих функций:

- регистрация и хранение информации о клиентах;
- для ранее зарегистрированных пользователей в системе предусмотрена форма для авторизации;
- преподавателю должна быть доступна функция создания, изменения, удаления теоретических материалов;
- раздел «материалы» должен содержать окно с доступными материалами для изучения;
- раздел «тренировка» должен содержать окно с имеющимися играми для прохождения.

После определения требований информационной системы, нужно переходить к её проектированию.

Моделирование — это общепринятый инженерный метод. В унифицированном языке моделирования UML

2.0 модель может быть структурной, подчеркивая организацию системы, или может быть поведенческой, подчеркивая динамику системы.

Диаграммы вариантов использования иллюстрируют и определяют контекст и требования либо всей системы, либо важных частей системы.

Диаграммы деятельности — это диаграммы, представляющие поток от одного действия к другому. Действие можно описать как работу системы. Основное назначение диаграмм деятельности — фиксировать динамическое поведение системы. Ее также называют объектно-ориентированной диаграммой.

Диаграмма деятельности задает потоки управления между узлами. Изначально курсор управления порождается во входном узле. Оттуда он передается по ребру на вход узла действия (проверка состояния регистрации). Узел действия ждет, когда курсоры управления придут на все входящие ребра, после чего запускается действие, а по окончании действия курсоры управления подаются на все исходящие ребра. По второму ребру курсор управления придет не раньше, чем узел действия выдаст его на выход. Узел объединения принимает курсор с любого входящего ребра и сразу передает его на исходящее ребро, которое у него одно.

Когда курсор попадает в узел разветвления, проверяются сторожевые условия на исходящих ребрах этого узла. Исходящих ребер может быть два и более. По одному из ребер, на котором сторожевое условие истинно, курсор управления передается дальше. Если таких ребер несколько — произвольным образом выбирается одно.

При попадании курсора управления в финальный узел (любой) вся деятельность прекращается. Уничтожаются все курсоры управления на всех ребрах диаграммы.

UML диаграммы компонентов показывают структуру веб-портала, которая описывает программные компоненты, их интерфейсы и их зависимости. Этот тип диаграммы поддерживает разработку на основе компонентов, при которой программная система делится на компоненты и интерфейсы, которые можно использовать повторно и заменить.

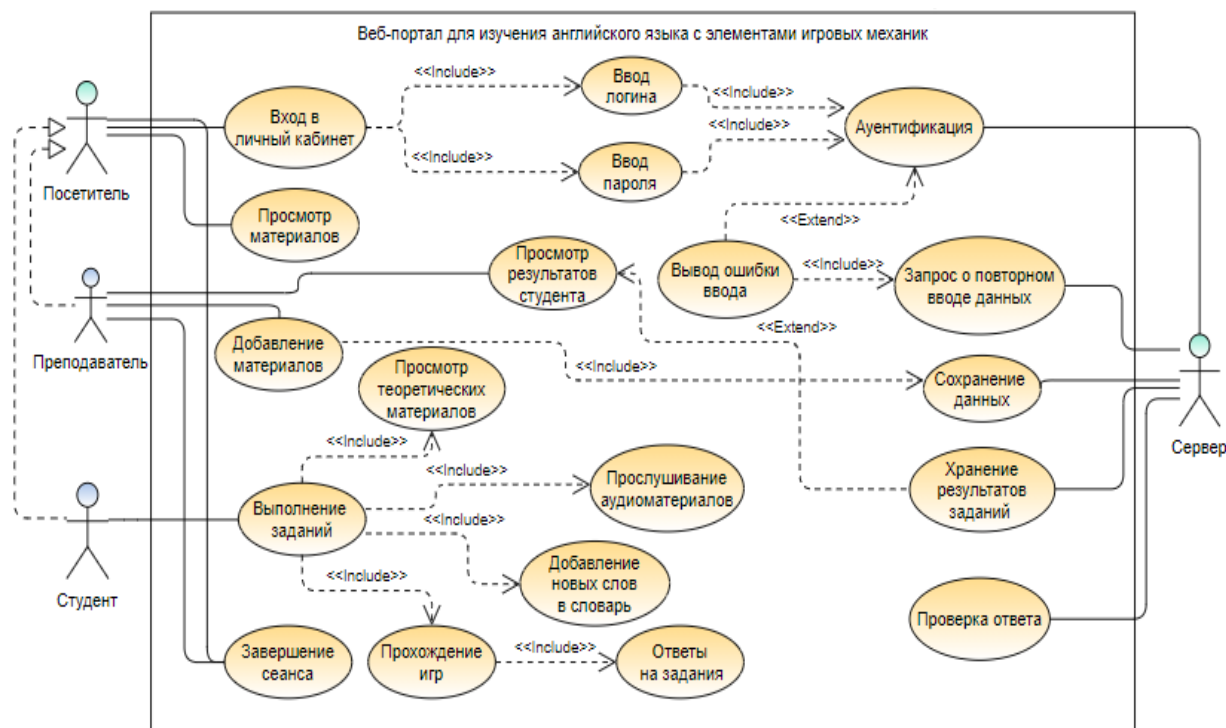


Рис. 1. Диаграмма вариантов использования веб-портала

Таблица 1. Таблица прецедентов

№	Название	Актер	Прецедент
1	Вход в ЛК	Посетитель	Авторизация
		Посетитель	Ввод логина
		Посетитель	Ввод пароля
		Сервер	Аутификация
2	Просмотр материалов	Посетитель	Просмотр материалов
3	Добавление материалов	Преподаватель	Добавление материалов
		Сервер	Сохранение данных
4	Просмотр результатов студента	Преподаватель	Просмотр результатов студента
		Сервер	Хранение результатов заданий
5	Выполнение заданий	Студент	Просмотр теоретических материалов
		Студент	Прослушивание аудиоматериалов
		Студент	Добавление новых слов в словарь
		Студент	Прохождение игр
		Студент	Ответ на задания
		Сервер	Проверка ответа
		Сервер	Хранение результатов задания
6	Завершение сеанса	Посетитель	Завершение сеанса
		Преподаватель	Завершение сеанса
7	Запрос о повторном вводе данных	Сервер	Запрос о повторном вводе данных
		Сервер	Вывод ошибки ввода

Сервер играет роль приема-передачи запросов, осуществляя связь между учеником и преподавателем, а также самой системой через веб-страницу. Диаграмма компонентов отражает работу веб-страницы, на которой представлены модули системы, а также связи сервера с базой данных и выбранными для разработки приложения языками программирования.

Следующая задача — это разработка базы данных системы. База данных — это набор данных, обычно хранящихся в электронной форме. База данных обычно проектируется так, чтобы ее было легко хранить и получать доступ к информации.

Были созданы таблицы: пользователи, словарь, теоретический материал, игры.

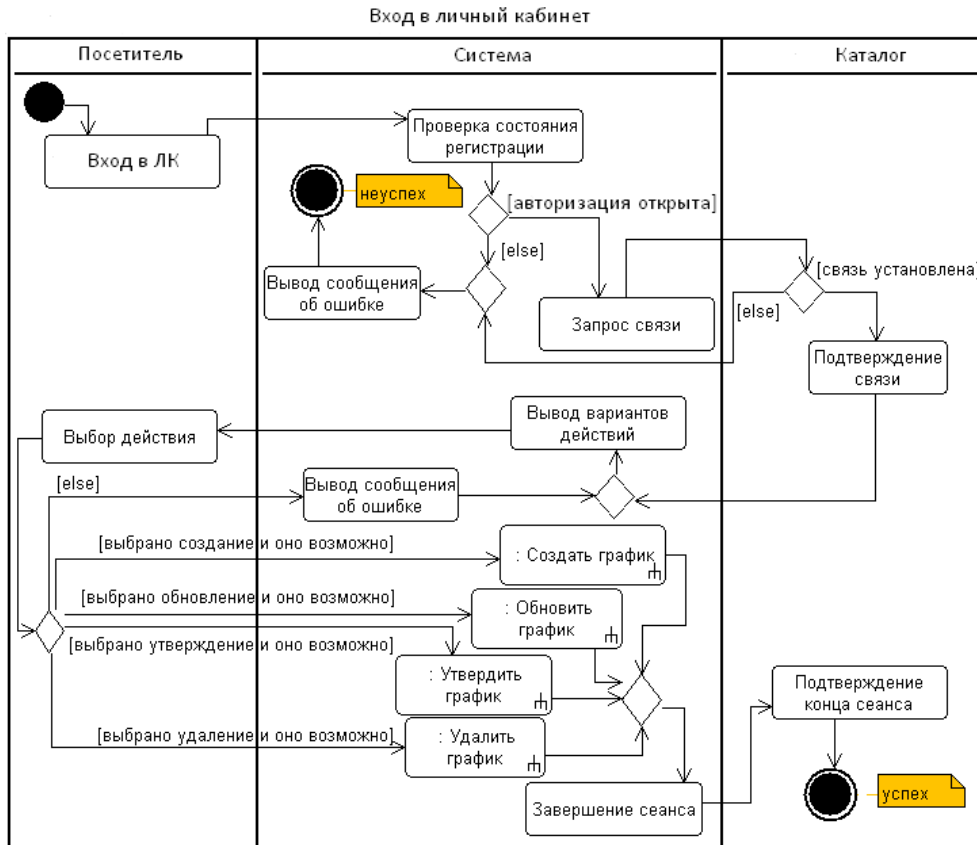


Рис. 2. Диаграмма деятельности для варианта использования «Вход в личный кабинет»

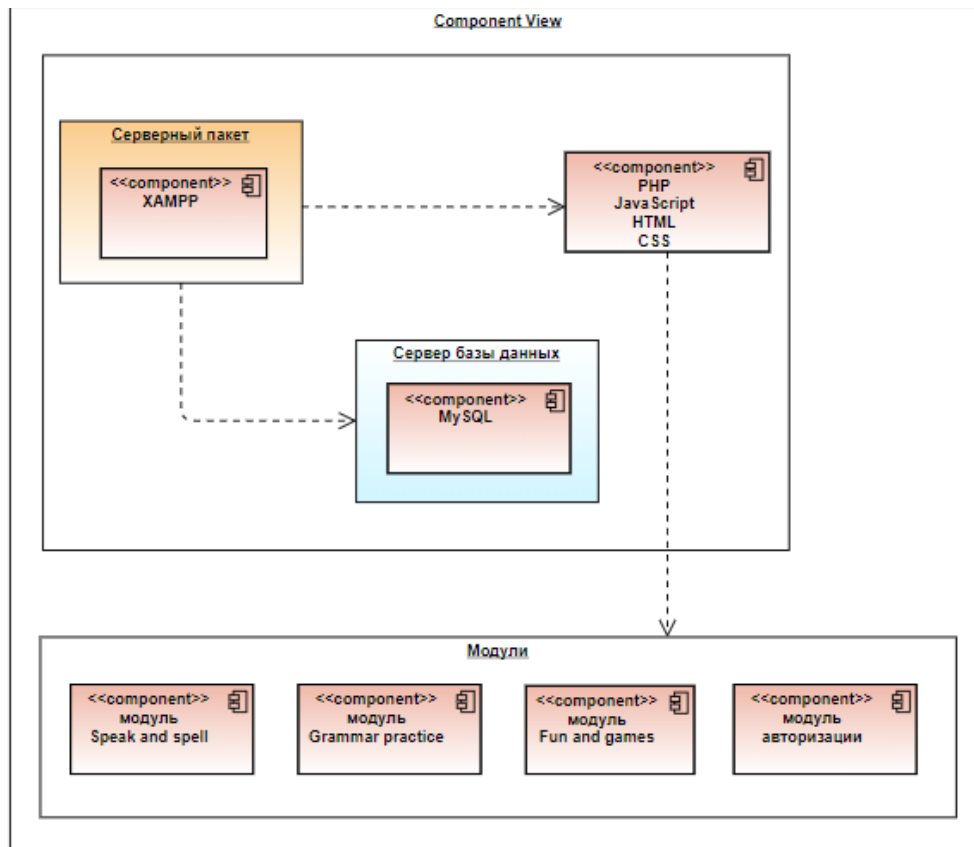


Рис. 3. Диаграмма компонентов



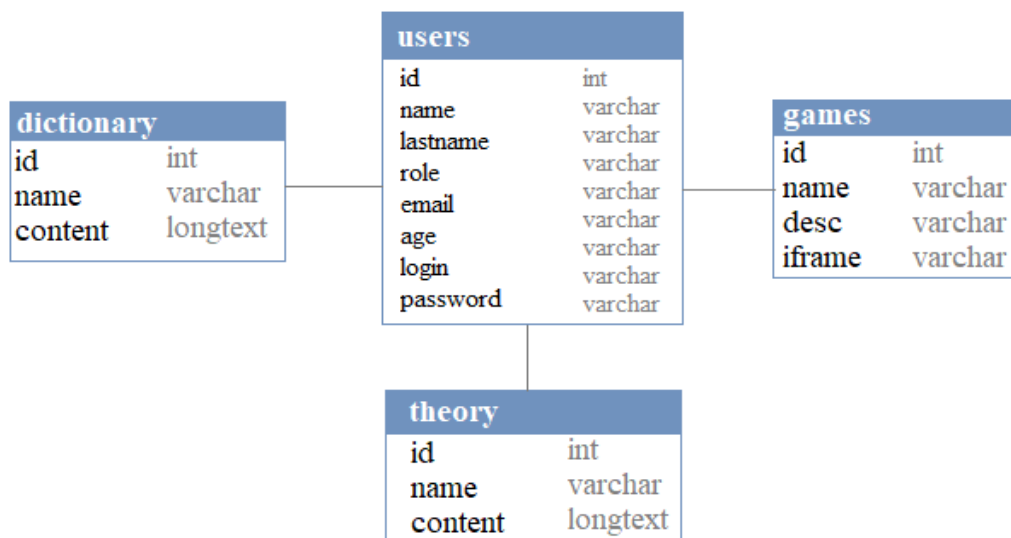


Рис. 4. Схема Базы данных

Для разработки программного обеспечения были выбраны следующие инструменты:

- для работы с БД должен использоваться язык запросов *MySQL*;
- для работы с веб-порталом должен использоваться язык запросов *PHP*;
- для работы с интерфейсом приложения должен использоваться язык *JavaScript, HTML, CSS*.

Разработано несколько обучающих игр:

- *Animal Band Quiz*, в которой нужно пройти викторину на тему музыки и музыкальных инструментов.
- *Countdown*, в которой нужно выбрать в правильном порядке буквы английского алфавита, за ограниченное количество времени.
- *Clean and Green*, где необходимо сделать уборку в комнате. На первом этапе необходимо выбрать часть комнаты, затем будут предоставлены предметы, которые

необходимо отсортировать. Игра направлена на развитие лексики по таким темам, как переработка мусора, окружающая среда и бытовые предметы.

Перейдем к разработке веб-интерфейса.

Главная страница имеет название *LearnEnglish* (рис. 5) и содержит следующие возможности:

- регистрация;
- авторизация;
- выбор главных разделов сайта, таких как словарь, грамматические материалы и игры.

Главная страница содержит две формы *Login* и *Sign Up*, где пользователь может ввести свою личную информацию. Для новых пользователей форма регистрации содержит поля, а именно *Kids* и *Teacher*, на данном этапе происходит выбор роли аккаунта в качестве студента или преподавателя (рис. 6).



Рис. 5. Главная страница

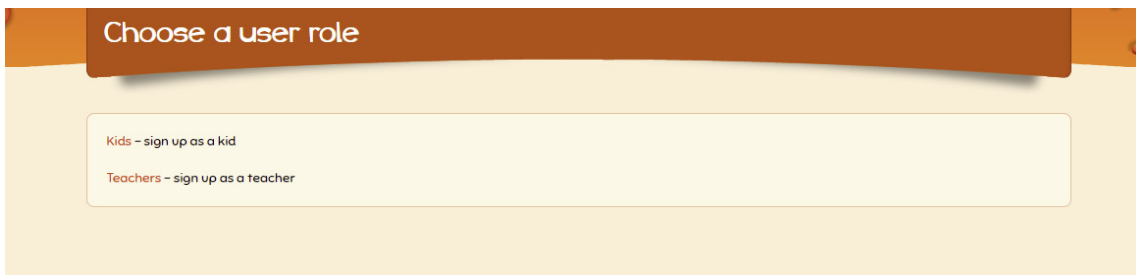


Рис. 6. Выбор типа аккаунта при регистрации

В поле *Username*, необходимо ввести имя пользователя, как альтернатива, есть функция автоматической генерации имени (рис. 7).

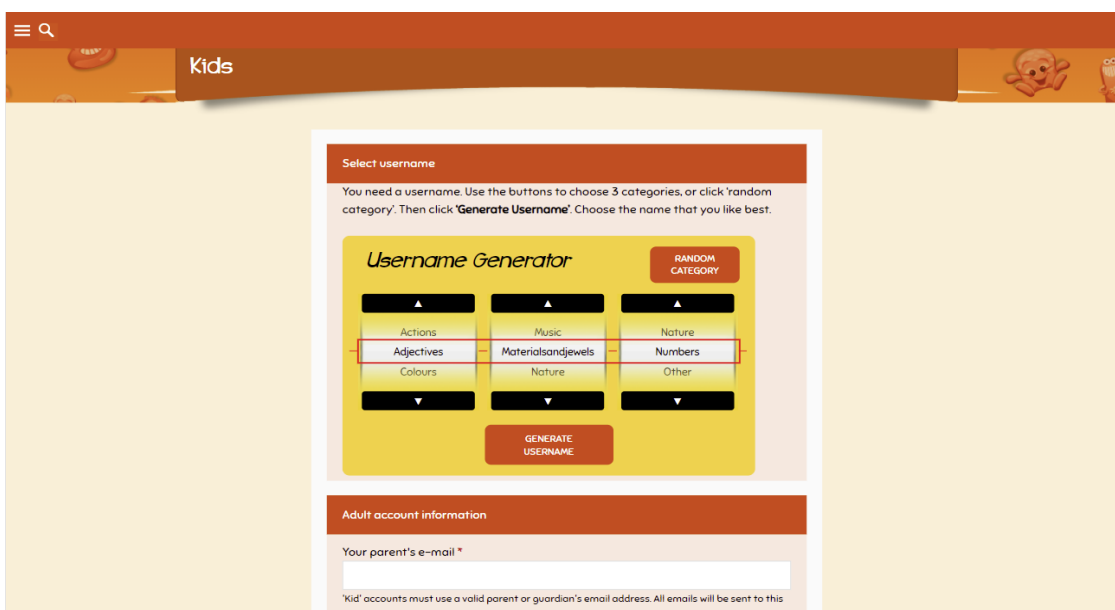


Рис. 7. Выбор имени пользователя при регистрации

Раздел *Games* (рис. 8) представляет собой расширяемый набор тем для игр, направленных на пополнение словарного запаса слов по определенной теме.

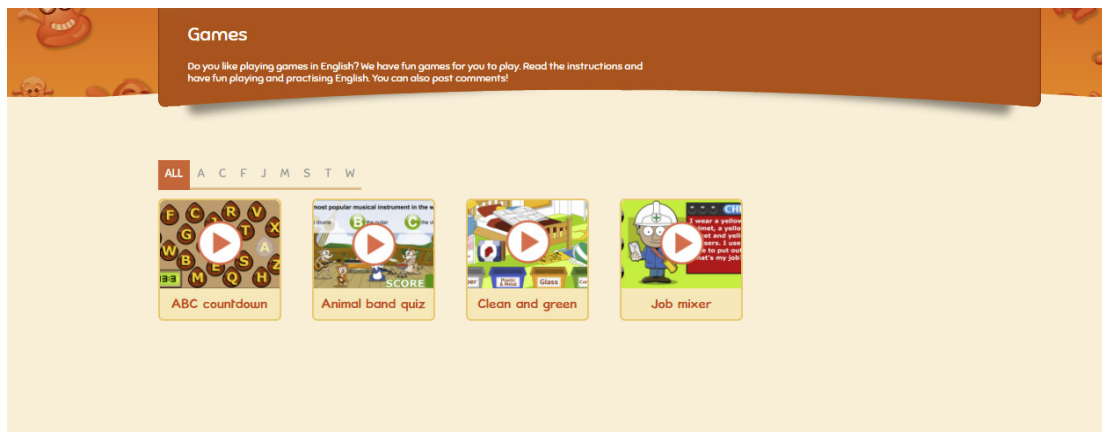


Рис. 8. Страница Games

Разработан интерфейс игры «Countdown» (рис. 9), в которой нужно выбрать в правильном порядке буквы английского алфавита, за ограниченное количество времени.

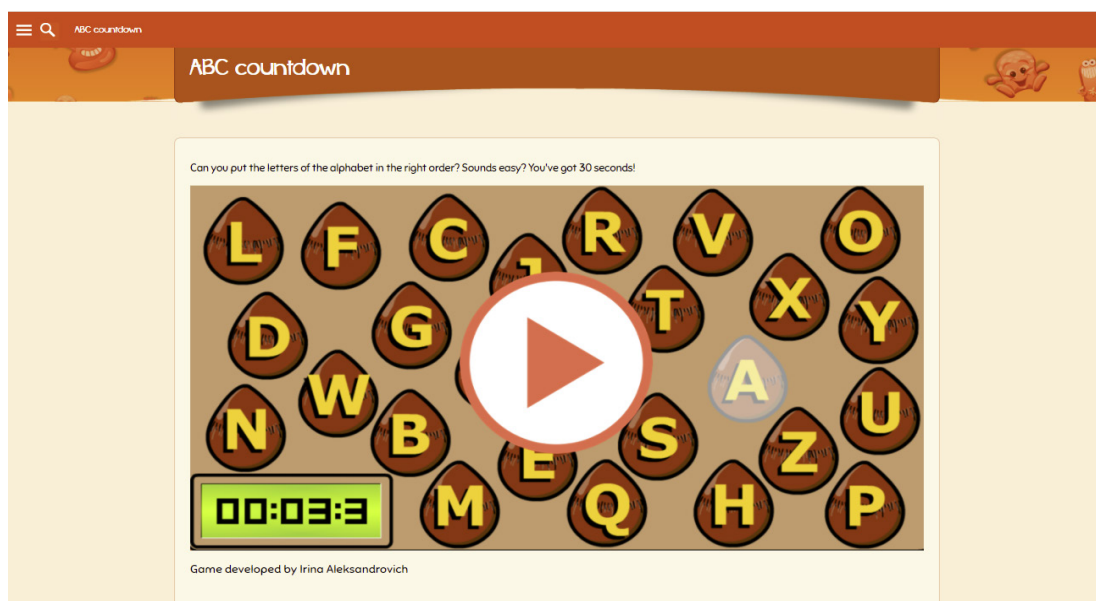


Рис. 9. Игра «Countdown»

Перед началом игры пользователю дается подробная инструкция для прохождения (рис. 10). Игра имеет звуковое сопровождение. Получение данных происходит на сервере.

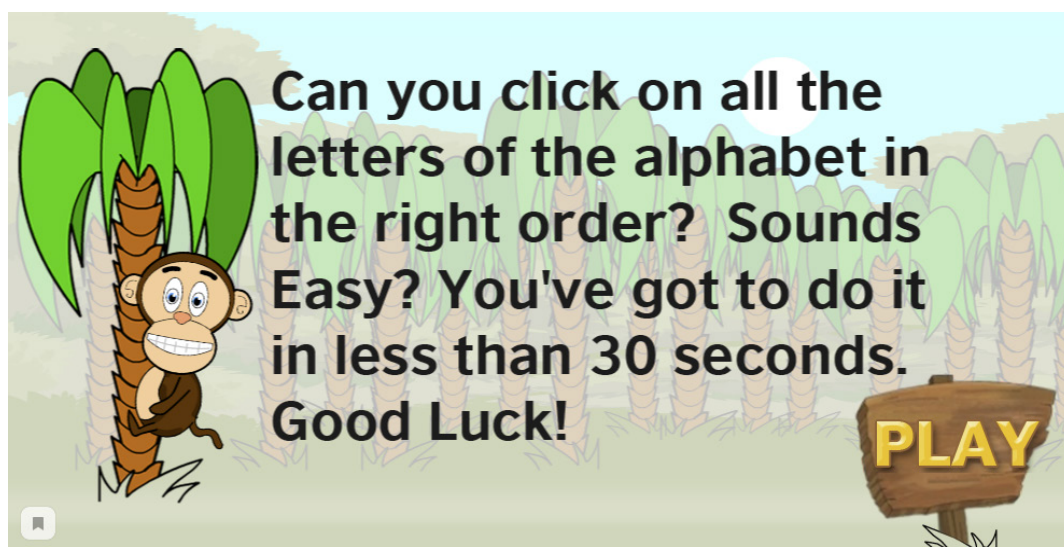


Рис. 10. Инструкция для прохождения игры «Countdown»

Таким образом, в работе представлена реализация веб-портала для обучения английскому языку с элементами игровых механик. Разработаны модели с помощью языка UML: диаграмма вариантов использования, диаграмма деятельности, диаграмма компонентов, представлен интерфейс и описаны три разработанные игры.

Литература:

1. Никсон, Р. Создаем динамические веб-сайты с помощью PHP, MySQL, JavaScript, CSS и HTML5–68 с. — Учебное пособие. — 2016.
2. Фрейен Бен HTML5 и CSS3. Разработка сайтов для любых браузеров и устройств; Питер — Москва, 2016. — 304 с.
3. Гарькуша, Н. В., Буторина Н. И. Особенности организации образовательного сайта // Научный журнал «Наука и перспективы». 2016. — № 4. — С. 32–39.

4. Емельянова, Н. З. Проектирование информационных систем: Учебное пособие / Н. З. Емельянова, Т. Л. Парышка, И. И. Попов. — М.: Форум, 2013. — 432 с.
5. Коваленко, В. В. Проектирование информационных систем: Учебное пособие / В. В. Коваленко. — М.: Форум, 2015. — 976 с.
6. Рамбо, Д. UML 2.0. Объектно-ориентированное моделирование и разработка; Питер, 2007. — 545 с.

## Создание цифровых активов в музеях

Власова Оксана Викторовна, студент магистратуры  
Московский государственный институт культуры (г. Химки)

*В статье рассматривается аспект создания цифровых активов в музеях с целью сохранения и использования всего информационно-культурного контента, а также автоматизирования всех направлений работы в деятельности музея и возможностью интеграции с другими информационными системами в условиях цифровизации социокультурного пространства российского общества.*

*Ключевые слова: цифровизация культуры, цифровой архив, «Эйдотека»*

Цифровые технологии активно преобразуют всю систему общественного устройства, и сфера культуры исключением тому не является. Цифровизация активно внедряется в культурное пространство, меняя не только формат приобщения к культурным ценностям, но и позволяя приобрести совершенно новый опыт взаимодействия с культурным контентом.

Обеспечение сферы информационных услуг духовным содержанием, отвечающим российским культурно-историческим традициям — важная политическая задача, решение которой должно обеспечить передачу новому поколению всего многообразия российской культуры.

В настоящее время необходимы комплексные исследования цифровизации социокультурного пространства российского общества в целом и разработка алгоритмов доступа к информационным ресурсам разных групп потребителей этих ресурсов.

В перечне основных задач федерального проекта «Цифровизация услуг и формирование информационного пространства в сфере культуры» утвержденного протоколом заседания проектного комитета по национальному проекту «Культура» от 21 декабря 2018 г. — обеспечить широкое внедрение цифровых технологий в культурное пространство страны (создание системы мониторинга востребованных информационных ресурсов, организация онлайн-трансляций мероприятий, размещаемых на портале «Культура. РФ», создание мультимедиа-гидов по экспозициям и выставочным проектам, пополнение книжными памятниками фонда оцифрованных изданий Национальной электронной библиотеки, распространение контента в сети «Интернет»).

Под термином «цифровизация сферы культуры», понимается инструментальное использование технических возможностей для создания новой культурной среды и формирования новых возможностей для изучения и приобщения к культурным ценностям.

### Основные направления цифровизации в сфере культуры

1. Изучение культурных ценностей.
2. Создание культурных благ.
3. Распространение и потребление культурных ценностей.
4. Организационно-экономические аспекты деятельности организаций культуры.
5. Информационные системы государственного учёта объектов культуры и культурных ценностей.

В настоящее время вокруг музейных предметов, библиотечных и архивных фондов образуется большое количество сопроводительного материала-видеозаписи лекций, макеты печатных изданий, репортажные съемки выставок, аудиогиды, реставрационные изображения объектов и зданий, а также появляется большое количество мультимедийных выставок, в связи с чем встает вопрос о сохранении цифрового культурного наследия. Все это относится к деятельности музея, информация подлежит сохранению.

Используя возможности современных средств коммуникации и новейших компьютерных технологий, создание цифровых активов музея поможет:

- 1) автоматизировать функции научно-фондовой работы (то есть управлять фондами: регистрировать прием, выдачу, экспонирование и движение объектов хранения; каталогизировать фонды музейной коллекции и управлять каталогами; осуществлять поиск и выборку данных по различным атрибутам объектов хранения; создавать электронные копии и печатать данные о музейных предметах в различном виде (карточки, каталоги, списки); генерировать электронные каталоги; проводить электронные инвентаризации; создавать многоуровневые системы каталогизации электронных и реальных ресурсов музея с возможностью заказов продукции по сети Интернет (Интернет-магазин);

2) автоматизировать экспозиционно-просветительскую деятельность: создавать и формировать медиа-экспозиции на портале музея и предоставлять данные для общего пользования в сети Интернет; создавать интерактивную базу данных музейной коллекции с медиа-наполнением; создавать и поддерживать электронную библиотеку музейно-педагогических разработок и распространять инновационный опыт в сфере музейной педагогики в сети Интернет; создавать электронные «курсы» и иметь возможность просматривать их на Интернет-портале музея; демонстрировать фильмы, лекционные медиа-курсы;

3) автоматизировать архивную деятельность музея: создавать фонды, описи, папки, документы; использовать систему поиска информации по всем атрибутам карточки документа; создавать и хранить медиа-образы;

4) создать возможность интеграции с другими информационными системами (государственными сайтами и информационными ресурсами государственных органов; ресурсами предприятий культуры по сходной тематике).

Важнейшей задачей цифрового актива является интеграция в «цифру» всех направлений работы музея.

Основные функции электронного депозитария управляемое накопление и создание цифровых массивов информации (ЦМИ).

Что с ними делать? Есть два варианта:

— загружать их в единую универсальную систему, где находятся библиотечные, архивные фонды, дорабатывая ее под расширяющийся «поток» данных;

— устанавливать для таких данных системы для управления цифровыми активами и медиаконтентом.

Цифровой актив — система, предназначенная для хранения информации о музейных экспонатах (с грифом «вечно»), включающая учет коллекций, хранение медиа-файлов и медиаискусства.

Примером цифрового актива можно назвать «Эйдотеку РОСФОТО» — уникальную систему хранения цифровых музейных объектов и другого мультимедийного контента, разработанную сотрудниками РОСФОТО.

Предназначена для создания централизованного архива цифровых мультимедийных проектов, организации каталогизации и доступа к этим объектам.

Система обеспечивает долговременное хранение, готовое к миграциям данных и созданию страховых копий.

Преимущества этого проекта:

— во много раз повышается доступность электронных версий музейной работы для научной работы, задач идентификации и учета;

— за счет удобства системы описания увеличивается информационная ценность коллекции музея;

— возможность совместной работы внутри системы понижает количество ошибок и упрощает взаимодействие хранителей, выставочного отдела и других сотрудников музея при работе с коллекциями.

Современный веб-интерфейс:

— независимость от платформ и операционных систем;

— минимальные требования к компьютерам-клиентам;

— использование веб-технологий последних поколений позволяет обеспечивать функциональность на уровне системного обеспечения;

— доступ к архиву с мобильных устройств;

— возможность удобной работы с изображениями больших разрешений;

— возможность сравнения, визуального анализа нескольких изображений высокого разрешения.

Архитектура проекта

— серверное мультиплатформенное приложение с открытым кодом;

— широкий выбор аппаратно-программных комплексов для хранения, репликации музейных объектов и их описания, а также для работы приложения;

— клиенты на основе веб-интерфейса.

Безопасность

— возможность полностью автономной работы внутри интранета;

— хэш-идентификация идентичности объектов хранения;

— гранулированный доступ к коллекциям, объектам и файлам различных разрешений;

— интегрированная система запросов на работу с объектами;

— возможность настройки ролей пользователей;

— интеграция с существующими системами идентификации пользователей;

— протоколирование всех действий пользователей;

— постоянное резервное копирование с возможностью откатки.

На программу получено свидетельство о государственной регистрации программы на ЭВМ № 2016612712.

Во много раз повышается доступность электронных версий музея.

Примером успешного внедрения и использования цифровых технологий в жизнь музея является ГМИИ им. А. С. Пушкина. Система «Эйдотека» предназначена для создания централизованного архива цифровых мультимедийных объектов организации, каталогизации и доступа к этим объектам. Использование централизованной базы данных в системе «Эйдотека» позволяет музею управлять медиахранилищем. Система содержит типологию по направлениям: виды искусства (видео, инсталляции, цифровое искусство, перформанс), фотографии интерьеров (залы музея, фото с реставраций объектов музея), музейные предметы (фото картин и предметов с выставок), архив полиграфических изданий и т. д. Каждое направление включает разновидности, например, видео (ТВ-арт, экспериментальный фильм, конференция); описательную часть (текстовую и техническую (аналоговое видео, цифровое видео, киноплёнка, компьютерная анимация,



и т. д.), комплект медиафайлов, фото, видео. На каждый файл заводится карточка, в которой содержится информация учетно-фондовой базы (инвентарный номер, номер в госкаталоге, а также раздел топография, в котором есть ссылка на медиохранилище (url-код).

В цифровом активе «Эйдотека» содержатся коллекции, т. е. единицы хранения (множества файлов), которые могут быть представлены в виде тизеров, стоп-кадров, видео, мастер-файл (с ограничениями на доступ), документы, копии техрайдеров, фото, панорамные съемки с выставок, аудиогиды и тифлокомментарии к выставкам и т. д.

Таким образом, проблема организации сбора цифровых данных в учреждении — центральная во всей системе их хранения и использования. Создание цифровой системы «Эйдотека» позволяет наладить систематический сбор постоянно пополняющихся данных, хранить цифровые виды творчества, выстроить инфраструктуру, структурировать их, контролировать их, отслежи-

вать устаревание форматов хранения информации, использовать медиаданные для организации виртуальных выставок, возможностью создавать виртуальные туры на сайте музея, делает доступным получение информации для людей с физическими ограничениями или отсутствием возможности посетить музей в конкретный момент. Использование цифровых технологий в музейной сфере позволяет взглянуть на музейные предметы с разных сторон, сохранить оцифрованные данные на более длительное время, возможность обмениваться информацией с разными социальными институтами и самое главное иметь базу цифрового актива для хранения и репрезентации цифрового искусства в качестве новой, основанной на иных принципах работы с информацией, в отличие от музейной работы с материальным объектом. Это особенно актуально и необходимо в контексте стремительного развития и повсеместного распространения медиакультуры и цифровых технологий в современном мире.

#### Литература:

1. Паспорт федерального проекта «Цифровизация услуг и формирование пространства в сфере культуры» <http://www.minesco04.ru>
2. Статья Новик Т. В., Пилявский В. П. Концепция создания комплексной автоматизированной информационной системы «Электронный музей». Вестник Национальной академии туризма. 2014. № 3 (31). с. 17–19.
3. Основные направления цифровизации в сфере культуры: зарубежный опыт и российские реалии / В. Ю. Музычук — доктор экономических наук, заместитель директора ФГБУН Институт экономики РАН. «Вестник Института экономики Российской академии наук», 5/2020.
4. Шаповалова, Г. П. «Цифровая культура» в концепции глобального информационного общества: теоретико-правовой анализ // Вестник ВГУЭС, 2017.
5. Хранение цифровых изображений. РОСФОТО, 2015. [Электронный ресурс] <https://rosphoto.org/wp-content/uploads/2020/10/Hranenie-cifrovyyh-izobrazhenii-2015.pdf>

## Анализ существующих моделей управления семантическими данными

Дементьев Алексей Вадимович, аспирант  
Северо-Кавказский федеральный университет (г. Ставрополь)

*Статья посвящена анализу существующих моделей управления семантическими данными. В статье рассмотрены: теоретико-методологические основы моделей управления семантическими данными; выделены и проанализированы концепции основных моделей управления семантическими данными; сделан сравнительный анализ в таблице моделей управления семантическими данными.*

**Ключевые слова:** модели, управление, семантические данные, система, база.

**П**рактическое применение технологии баз данных, всегда сопровождается необходимостью решения задачи проектирования схемы базы данных для одной из коммерческих систем управления базами данных. Если предметная область охватывает не менее де-

сятка различных типов объектов, вряд ли данная проблема может быть решена качественно, если обойтись без уровня семантического (концептуального) моделирования. По сей день такие семантические модели, как IDEF1X, Barker ERM, Chen ERM, UML, ORM известны

во всем мире и реализованы в соответствующих программных инструментах (так называемые CASE-системы) [1, с. 14].

В связи с использованием разных концепций для представления одних и тех же концепций необходимо разработать набор базовых концепций, к которым мы сводим концепции разных моделей. После такого «сведения к общему знаменателю» можно говорить о содержательном сравнении выразительных возможностей семантических моделей. Для разработки ряда базовых концепций мы используем общий подход к проблеме семантического моделирования, сформулированный Дейтом [5, с. 11].

Широкое распространение реляционных СУБД и их использование в самых разных приложениях показывает, что реляционной модели данных достаточно для моделирования предметных областей. Однако проектирование реляционной базы данных с точки зрения отношений, на основе кратко описанного механизма нормализации часто является очень сложным и неудобным процессом для разработчика [3, с. 24].

Таким образом, потребность проектировщиков баз данных в более удобных и мощных инструментах для моделирования предметной области привела к разработке семантических моделей данных. Поскольку любая разработанная семантическая модель данных, как и реляционная модель, содержит структурные, управляющие и неотъемлемые части, основная цель семантических моделей — предоставить возможность выражать семантику данных.

Прежде чем мы сделаем анализ и сравним семантические модели, посмотрим, как их можно использовать.

На практике семантическое моделирование чаще всего используется на первом этапе проектирования базы данных. В этом случае концептуальная схема базы данных создается в смысле семантической модели, которая затем вручную преобразуется в реляционную (или другую) схему. Этот процесс осуществляется под контролем техник, в которых очень четко определены все этапы такого преобразования.

Реже осуществляется автоматическая компиляция концептуальной схемы в реляционную. Известны два подхода: на основе явного представления концептуальной схемы в качестве исходной информации для компилятора и построение интегрированных систем проектирования с автоматическим созданием концептуальной схемы на основе интервью с техническими экспертами. В обоих случаях результатом является

схема реляционной базы данных в третьей нормальной форме.

Третья возможность, которая не выходит (или выходит только) за рамки исследовательских и тестовых проектов, — это наконец работа с базой данных в семантической модели, то есть СУБД на основе семантических моделей данных. Здесь также рассматриваются два варианта: предоставление пользовательского интерфейса на основе семантической модели данных с автоматическим отображением структур в реляционную модель данных (это задача примерно такой же сложности, как автоматическое создание концептуальной схемы базы данных. в реляционной схеме) и прямая реализация СУБД на основе любой семантической модели данных. Вторым подход наиболее близок к современным объектно-ориентированным СУБД, модели данных которых во многом схожи с семантическими моделями (хотя в одних аспектах они более эффективны, а в других — слабее). Проанализируем и выделим семантические категории и концепции сравниваемых моделей см. таб.1 [2, с. 12].

Таким образом, мы можем сказать, что наметившиеся тенденции в развитии семантических моделей привели к увеличению выразительности этих моделей и семантических моделей с ОММ как формальной системой с присущей им строгостью определений и выводов. Перейдем к сравнению модели относительно возможностей выражения ранее введенных классов ограничений таб. 2 [4, с. 44].

Анализ семантических моделей показал преимущество модели ObjectMotion в выражении характеристик и закономерностей субъекта в схеме базы данных. Более высокий уровень детализации в описании неизбежно приведет к усложнению использования модели.

Выводы из рассмотренных примеров использования семантических моделей очевидны:

Создание качественных системных моделей возможно как со стандартом, так и без него; решение о его использовании должно приниматься в первую очередь исходя из прикладного контекста разрабатываемой информационной системы — с целью возможного включения модели в процессы интеграции и с точки зрения предпосылок для выполнения расчетов на модель. Соответствие стандарту можно дать как общую рекомендацию, но необходимость быстрых вычислений модели может, в определенных обстоятельствах, потребовать реализации более рациональной онтологии. Решение задачи оптимизации вычислений только аппаратными средствами обычно нерационально.

Таблица 1. Семантические категории и концепции сравниваемых моделей

Семантическая категория	OMM	IDEFIX	Barker ERM	Chen ERM	UML	ORM
Имя - единичное -- предмет  - общее -- класс	Объект Значение  Класс объектов Множ-во значений	Сущность Значение атрибута  Множество сущностей -----	Сущность Значение атрибута  Множество сущностей -----	Сущность Значение  Множество сущностей Множество значений	Объект Значение атрибута  Класс объектов -----	Объект Сущность Значение  Тип объекта Тип сущностей Тип значений
Предикатор - одноместный (свойство предмета)  - $n$ -местный (отношение между $n$ предметами) -- степени 2 -- степени $> 2$	2 отображения  $2^n$ отображений  4 отображения $2^n$ отображений	Атрибут логическ. типа   Множество связей -----	Атрибут логическ. типа   Множество связей -----	Атрибут логическ. типа  Множество связей  Множество связей Множество связей	Атрибут логическ. типа  Ассоциация  Ассоциация Ассоциация	<u>Предикат</u> : - с одной ролью  - с $n$ ролями  - с 2 ролями - с $n$ ролями
Предметный функтор - одноместной функции (характеристика предмета) -- с простым значением  -- с значением $m$ -кортежем  - $n$ -местной функции (характеристика $n$ -ки предметов) -- с простым значением  -- с значением $m$ -кортежем	4 отображения  $2^{n+1}$ отображений  $2^{n+1}$ отображений  $2^{n+m+1}$ отображений	Атрибут множества сущностей ----- ----- -----	Атрибут множества сущностей ----- ----- -----	<u>Атрибут множества сущностей</u> :  - в 1 множестве значений  - в $m$ множеств значений  <u>Атрибут множества связей</u> :  - в 1 множестве значений  - в $m$ множеств значений	Атрибут класса -----  Атрибут ассоциативного класса -----	Предикат с 2 ролями: сущности и значения -----  Предикат с 2 ролями: объективизированной связи и значения -----

Ак  
Чтс  
раз

Таблица 2. Семантические категории и концепции сопоставимых моделей

Класс ограничений	OMM	IDEFIX	Barker ERM	Chen ERM	UML	ORM
Ограничения целостности на множества значений отображений-характеристик	Традиционные средства: - определение синтаксиса составляющих их значений, - перечисление допустимых значений, - сравнение с константами, - определение интервала и т.д.					
Ограничения целостности на отображения-характеристики и сопутствующие им отображения	<u>Отображение-характеристика:</u> МКЧ = 1 ГМКЧ = 0 ГМКЧ = 1 МКЧ = ∞ ГМКЧ = 0 ГМКЧ = 1	<u>Атрибут:</u> необяз. обязат. ----- ----- -----	<u>Атрибут:</u> необяз. обязат. ----- ----- -----	Однозначный атрибут Многозначный атрибут	<u>Атрибут:</u> однозн. необяз. обязат. многозн. необяз. обязат.	<u>Значение:</u> уник. необяз. обязат. неуник. необяз. обязат.
	<u>Обратное ему отображение:</u> МКЧ = 1 ГМКЧ = 0 ГМКЧ = 1 МКЧ = ∞ ГМКЧ = 0 ГМКЧ = 1	Первичный ключ	Первичный ключ	Возможный ключ	Первич. и возм. ключ	<u>Сущность:</u> уник. необяз. обязат. неуник. необяз. обязат.
Ограничения целостности на отображения между классами	<u>Отображение определяемое ролью или группой ролей:</u> МКЧ = 1 ГМКЧ = 0 ГМКЧ = 1 МКЧ = ∞ ГМКЧ = 0 ГМКЧ = 1	Прообразы и образы – исключительно простые объекты		<u>ООО составляют сущности</u>	(0, 1) (1, 1) (0, ∞) (1, ∞)	Эта роль или группа ролей: уник. необяз. обязат. неуник. необяз. обязат.
		(0, 1) (1, 1)	(0, 1) (1, 1)	регулярн. слабые		
	<u>Отображение определяющее роль или группу ролей:</u> МКЧ = 1 ГМКЧ = 0 ГМКЧ = 1 МКЧ = ∞ ГМКЧ = 0 ГМКЧ = 1	Прообразы и образы – исключительно простые объекты			(0, 1) (1, 1) (0, ∞) (1, ∞)	Противоположная роль или гр. ролей: уник. необяз. обязат. неуник. необяз. обязат.
		(0, 1) (1, 1)	(0, 1) (1, 1)	(0, 1) (1, 1)		
Бинарное отношение типа M:N	-----	Возможно	Возможно	Возможно	Возможно	Возможно
Отображение, обратное агрегату функционально		Зависимое множество сущност.	Штрих на ребре	ID-зависимость		Внешняя уникальность
Ограничения целостности на специализации	Специализация полная, пересекающаяся ⊆ПК → СК (1, 1), СК → ⊆ПК (1, ∞)	-----	-----	Возможна	Возможна	Возможна
	Специализация полная, непересекающаяся ⊆ПК → СК (1, 1), СК → ⊆ПК (1, 1)	Возможна	Возможна	Возможна	Возможна	Возможна
	Специализация частичная, пересекающаяся ⊆ПК → СК (1, 1), СК → ⊆ПК (0, ∞)	-----	-----	Возможна	Возможна	Возможна
	Специализация частичная, непересекающаяся ⊆ПК → СК (1, 1), СК → ⊆ПК (0, 1)	Возможна	-----	Возможна	Возможна	Возможна

Литература:

1. Алиев, В. С. Информационные технологии и системы финансово-менеджмента / В. С. Алиев. — М.: ИНФРА-М, 2019. — 320 с.
2. Вендров, А. М. Практикум по проектированию программного обеспечения экономических информационных систем / А. М. Вендров. — М.: Финансы и статистика, 2021. — 192 с.
3. Демьянова, О. В. Информационные технологии // Проблемы современной экономики. — 2018. — № 1 (33).
4. Рассел, Аллан Информационная революция. Путь к корпоративному разуму: моногр. / Аллан Рассел, Джим Дэвис, Глория Миллер. — М.: Альпина Паблишер, 2019. — 272 с.
5. Чудновский, А. Д. Информационные технологии управления: учебное пособие. — 3-е изд., стер. — М.: КНОРУС, 2018. — 104 с.

## Проектирование информационной системы интернет-магазина

Ирышков Михаил Михайлович, инженер-программист

АО «Пензенское производственное объединение ЭВТ имени В. А. Ревунова» (г. Пенза)

Ватолкина Елизавета Александровна, студент;

Короткова Екатерина Сергеевна, студент

Пензенский государственный технологический университет

*В данной работе представлены этапы и методы разработки информационной системы интернет-магазина. Определены функциональные требования к информационной системе и разработаны модели на языке моделирования UML, которые в дальнейшем будут использованы для реализации программного обеспечения.*

*Ключевые слова:* интернет-магазин, модели UML, языки программирования HTML, CSS, JS.

Современные интернет-технологии не стоят на месте. С каждым годом в свет выходят новые, более модернизированные и улучшенные версии различных программ и проектов. Сегодня не осталось практически ни одного частного предпринимателя, который не реализовывал бы свои продукты или услуги посредством сети Интернет. Практически всегда, если человек хочет приобрести товар, он, в первую очередь, заходит в Интернет, чтобы просмотреть информацию о компании, товаре, определиться с моделью и его стоимостью, сравнить с компаниями конкурентами, и только после этого потенциальный покупатель решает, отправиться ли ему в магазин в поисках товара или заказать его через интернет.

В данной работе представлены этапы и методы разработки информационной системы интернет-магазина. На первом этапе происходит анализ предметной области, выбор функционала системы. На втором этапе разрабатываются модели информационной системы с помощью языка моделирования UML.

Функционал всех интернет-магазинов включает в себя обязательный набор элементов, таких как система регистрации пользователя, система оформления заказа, каталог товаров, системы оплаты и доставки.

Система регистрации пользователя, которая создает для каждого нового пользователя его собственную корзину товаров, в которую можно добавлять выбранные товары, изменять их количество, а также удалять их из корзины.

Система оформления заказа позволяет заполнить данные о получателе, такие как фамилия, имя, отчество покупателя, его номер телефона и адрес проживания, также выбрать способ оплаты и доставки.

В системе оплаты покупателю предлагается использовать несколько способов оплаты: кредитной картой, наличными (при получении на почте или в пункте выдачи), электронные деньги.

В системе доставки товара клиенту предлагается использовать несколько способов доставки: самовывоз, доставка по почте.

Каталог с разделами, в которых представлены все имеющиеся товары. Внешний вид каталога может быть разным: дерево, выпадающие или вложенные списки меню.

Данного функционала достаточно для интернет-магазина, следующий этап, проектирование и моделирование данной информационной системы.

Представление разработки информационной системы интернет-магазина будет с помощью UML диаграмм. Построение диаграмм осуществляется через инструмент визуального моделирования и проектирования на основе *OMG UML — Enterprise Architect*.

UML — универсальный язык моделирования в области разработки ПО, предназначенный для предоставления стандартного способа визуализации проекта информационной системы.

На рисунке 1 представлена диаграмма вариантов использования системы. Данная диаграмма является осно-



вополагающей для проектирования информационной системы. На ее основе разрабатываются последующие модели функционирования системы в виде диаграмм языка UML.

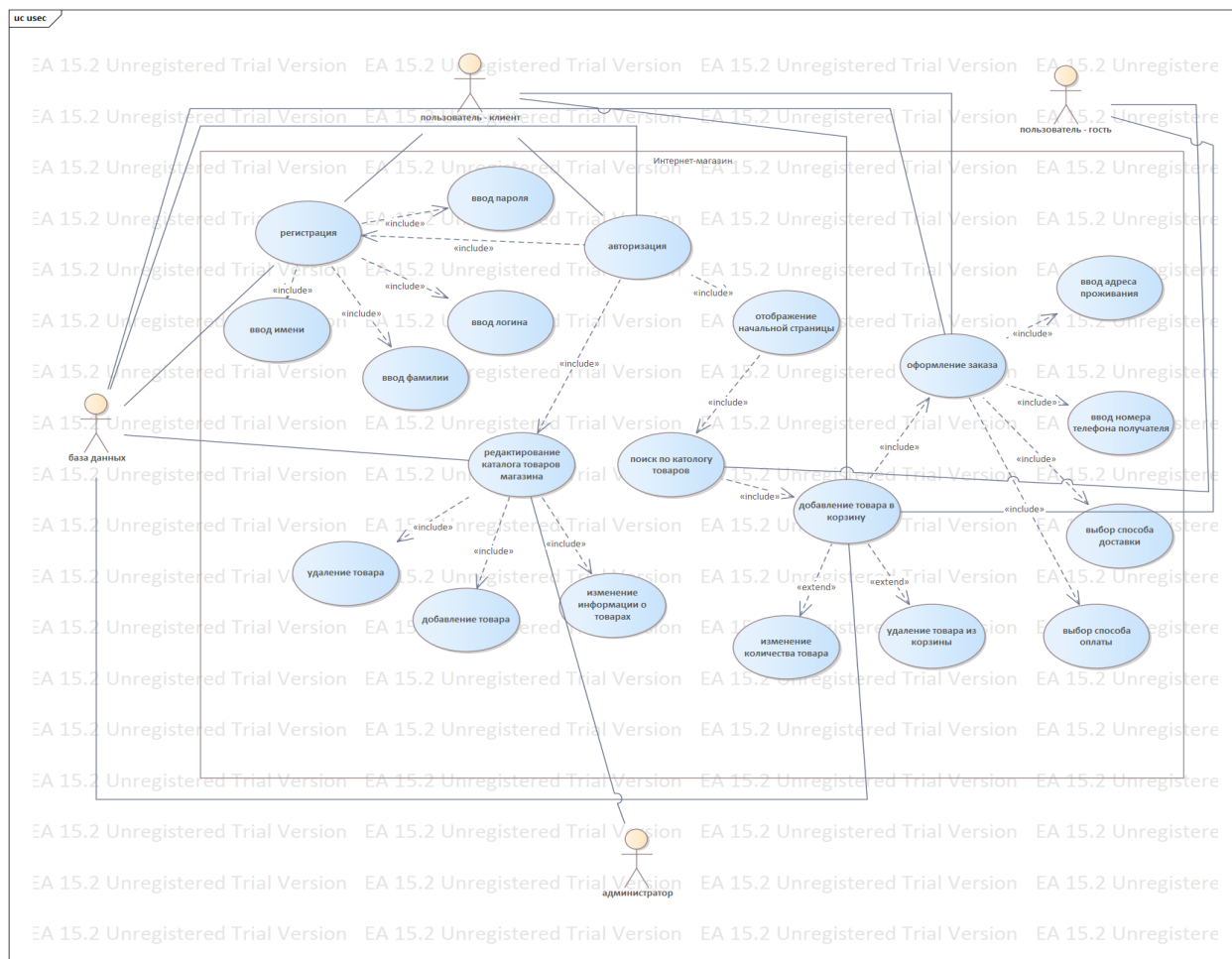


Рис. 1. Диаграмма вариантов использования системы

Актерами, которые описаны в данной диаграмме будут пользователь-клиент, пользователь-гость, администратор и база данных.

Пользователь-клиент — это зарегистрированный пользователь интернет-магазина, который после открытия его в браузере и входа на сайт может приступать к выбору интересующих его товаров и добавления их в корзину, для дальнейшего их заказа.

Пользователь при открытии сайта попадает на главную страницу, которая сразу же предоставляет ему доступ к популярным товарам и каталогу товаров.

База данных (БД) — это актер, который выполняет функцию базы данных, где есть определенные функции:

- сохраняет данные у себя на сервере;
- удаляет сохранённые данные;
- позволяет администратору изменять данные.

Пользователь-гость — это не зарегистрированный пользователь, который может просматривать товары в каталоге, добавить их в корзину, но не может оформить заказ.

Администратор — это актер, который следит за содержанием сайта, он может изменять каталог товаров, до-

бавлять новый товар или изменять характеристики товара, и удалять закончившийся товар.

Актеры администратор и база данных играют важную роль в управлении сайтом, так как на них держится весь функционал сайта.

На рисунке 2 представлена диаграмма последовательности процесса регистрации в системе. Диаграмма последовательности демонстрирует, что происходит внутри системы, какие компоненты задействованы.

Диаграмма последовательности — диаграмма, на которой для некоторого набора объектов на единой временной оси показан жизненный цикл какого-либо определённого объекта (создание-деятельность-уничтожение некой сущности) и взаимодействие актеров (действующих лиц) в рамках какого-либо определённого прецедента (отправка запросов и получение ответов).

На данной диаграмме актер выполняет функции пользователя, который решил зарегистрироваться на сайте. Он отдает команду через пользовательский интерфейс (*frontend*) на регистрацию, ему открывается страница сайта с формой регистрации, после открытия формы идет её заполнение пользователем: ввод имени, ввод логина, ввод пароля.

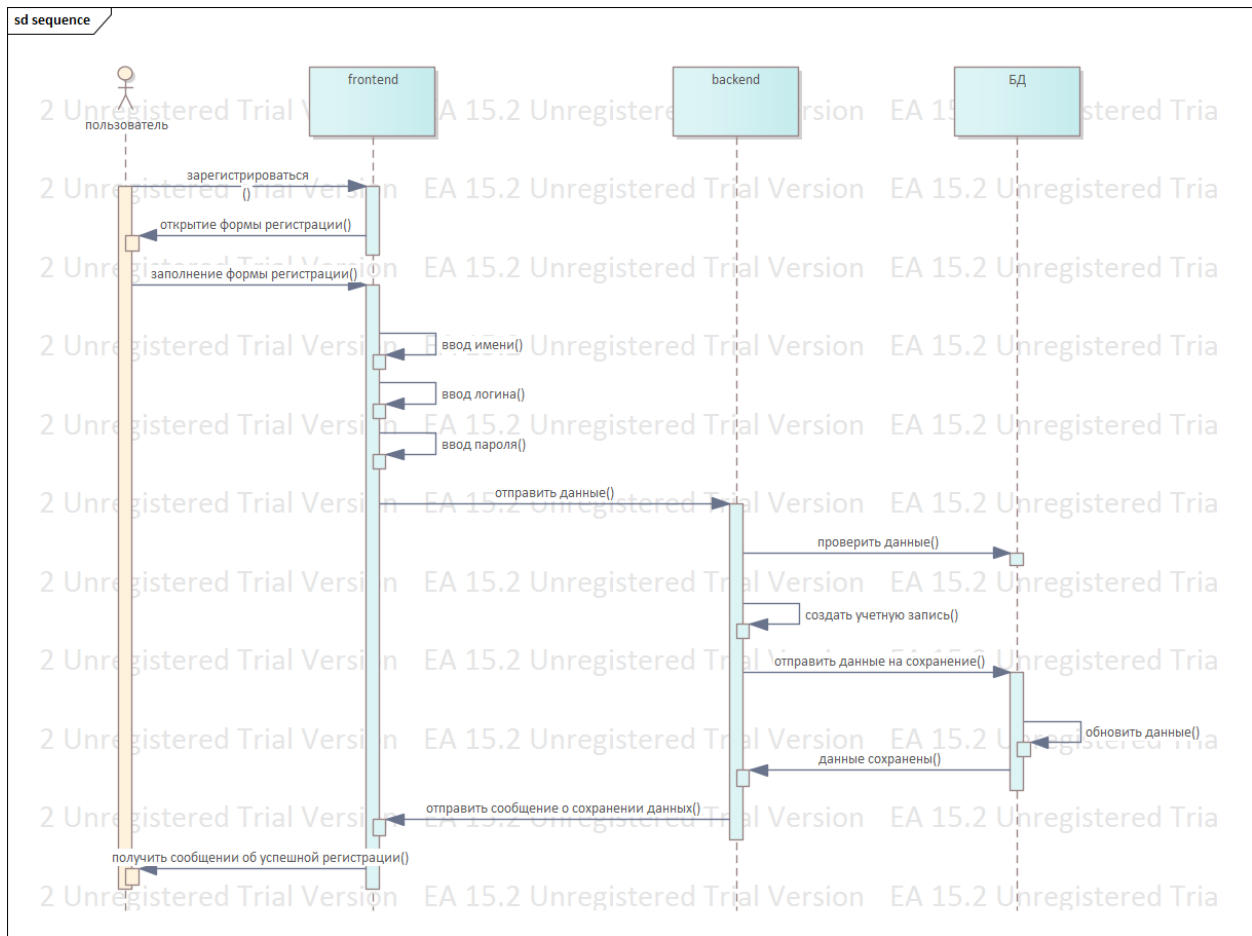


Рис. 2. Диаграмма последовательности

После того, как пользователь ввёл свои данные и нажал кнопку зарегистрироваться, данные с пользовательского интерфейса отправляются в серверную часть (*backend*).

Серверная часть сверяет полученные данные пользователя с уже хранящимися в базе данных, если совпадений не найдено, то создаётся новая учетная запись пользователя и данные сохраняются в базе данных. После этого с серверной части отправляется сообщение на пользовательский интерфейс об успешном сохранении данных пользователя. Пользовательский ин-

терфейс уведомляет пользователя об успешной регистрации.

На рисунке 3 представлена диаграмма развертывания. Данная диаграмма на унифицированном языке моделирования моделирует физическое развертывание артефактов на узлах. Для описания веб-сайта диаграмма развертывания будет показывать, какие аппаратные компоненты («узлы») существуют (например, веб-сервер, сервер приложений и сервер базы данных), какие программные компоненты («артефакты») работают на каждый узел.

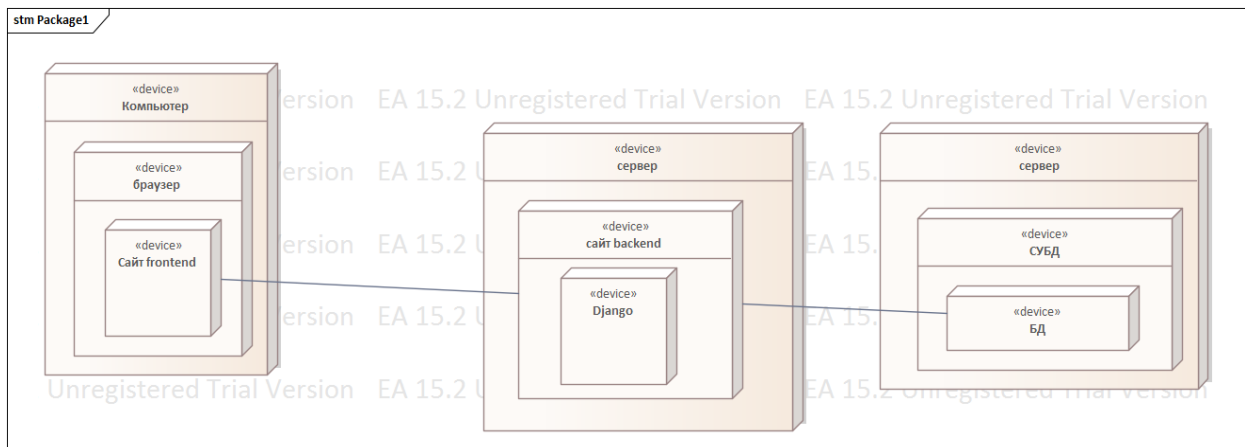


Рис. 3. Диаграмма развертывания

На диаграмме развертывания показано три аппаратных компонента: компьютер, сервер базы данных и сервер приложения. Каждый из этих компонентов взаимодействует между собой. Диаграмма развертывания показывает масштабы разрабатываемой системы.

Аппаратный компонент компьютер содержит в себе программный компонент браузер, который содержит в себе программный компонент пользовательский интерфейс (*frontend*).

Аппаратный компонент сервер содержит в себе программный компонент серверной части сайта (*backend*), который включает в себя программный компонент *Django*.

Аппаратный компонент сервер содержит в себе программный компонент СУБД, который включает в себя программный компонент *БД*.

Таким образом, в работе был определен функционал информационной системы интернет-магазина. Разработаны модели, в частности: диаграмма вариантов использования, которая моделирует взаимодействия пользователей и администраторов с данной системой, диаграмма последовательности, которая показывает как реализован процесс регистрации пользователя в системе, и диаграмма развертывания, которая моделирует структуру системы на аппаратно-программном уровне.

Разработанные модели в дальнейшем будут использоваться для реализации программного обеспечения информационной системы интернет-магазина.

#### Литература:

1. Рамбо, Д. UML 2.0. Объектно-ориентированное моделирование и разработка; Питер, 2007. — 545 с.
2. Емельянова, Н. З. Проектирование информационных систем: Учебное пособие / Н. З. Емельянова, Т. Л. Партыка, И. И. Попов. — М.: Форум, 2013. — 432 с.
3. Коваленко, В. В. Проектирование информационных систем: Учебное пособие / В. В. Коваленко. — М.: Форум, 2015. — 976 с.

## Программное обеспечение информационной системы интернет-магазина

Ирышков Михаил Михайлович, инженер-программист  
АО «Пензенское производственное объединение ЭВТ имени В. А. Ревунова» (г. Пенза)

Ватолкина Елизавета Александровна, студент;  
Короткова Екатерина Сергеевна, студент  
Пензенский государственный технологический университет

*В статье представлено программное обеспечение информационной системы интернет-магазина. Проведен выбор программных средств разработки и языков программирования, представлено разработанное программное обеспечение, а также база данных системы. Описаны состав и структура, разработанных программных модулей.*

**Ключевые слова:** интернет-магазин, модели UML, языки программирования HTML, CSS, JS.

**В** наши дни невозможно представить жизнь без интернет-технологий. Они постоянно развиваются и все больше людей пользуются ими. Во время пандемии стала очень востребована технология интернет-магазинов, где можно совершать покупки, не выходя из дома. И в данной работе будет описано современное программное обеспечение для информационной системы интернет-магазина. На первом этапе будет произведен анализ инструментов для создания клиент-серверных ПО и их выбор. На втором этапе будет произведено проектирование ПО. На третьем этапе будут представлены результаты разработки ПО.

Интерфейс веб-сайта разрабатывается с помощью трех основных языков программирования: HTML, CSS, JS. Связка этих языков используется для разработки любых веб-приложений.

HTML — стандартный язык разметки для документов, предназначенных для отображения в веб-браузере. CSS — это язык таблиц стилей, используемый для описания представления документа, написанного на языке разметки, таком как *HTML*.

*JavaScript* — это, основанный на прототипах, мультипарадигмальный язык сценариев, который является динамическим и поддерживает объектно-ориентированные, императивные и функциональные стили программирования.

Для реализации информационной системы интернет-магазина используется связка языков *HTML5+CSS3+jQuery*.

В качестве языка программирования для создания серверной части сайта подходит язык программирования *Python*.

Выбор программной платформы ограничен продуктами, использующими язык Python. Самыми популярными платформами с поддержкой Python являются Django Framework и Flask.

Для разработки сайта был выбран Django Framework из-за того, что в нем есть все необходимые инструменты для разработки системы управления контентом (CMS). Это позволяет автоматически генерировать интерфейс панели администратора исходя из разработанных моделей диаграмм.

В качестве СУБД выбран MySQL из-за высокой скорости записи, чтения и средней нагрузки на сервер.

Инструменты для создания ПО выбраны, следующий этап проектирование и реализация ПО.

На рисунке 1 представлена диаграмма классов. Это структурная диаграмма языка моделирования UML, демонстрирующая общую структуру иерархии классов системы, их коопераций, атрибутов (полей), методов, интерфейсов и взаимосвязей между ними.

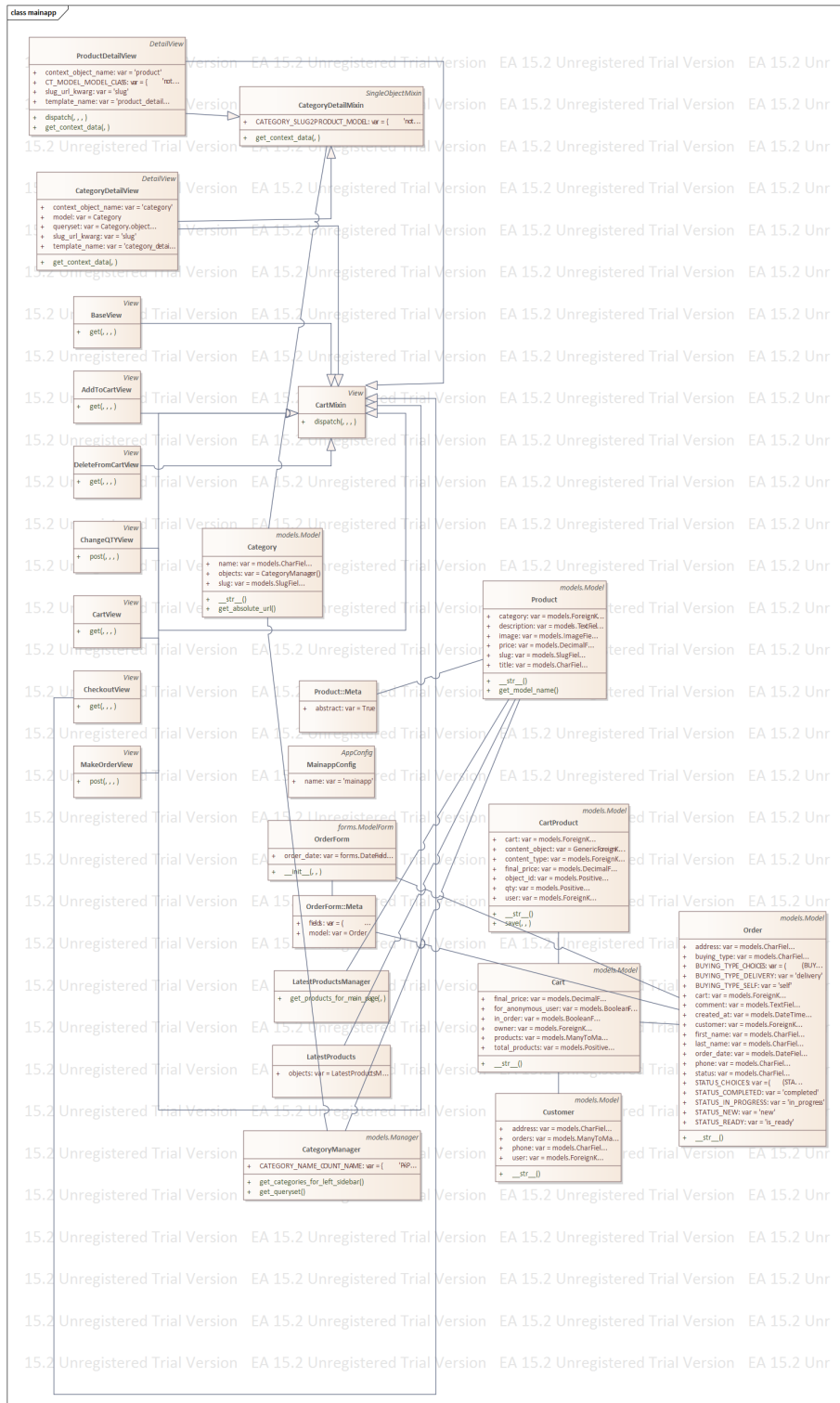


Рис. 1. Диаграмма классов

Диаграмма классов будет использоваться в качестве основы при реализации исходного кода непосредственно на языке программирования, потому что в *Django* таблицы БД представлены в виде моделей. Они содержат набор полей и поведение данных, которые хранятся в БД.

Описание модели данных в *Django* является аналогом *SQL CREATE TABLE*. *Django* использует технологию программирования *ORM*, это значит что поддерживаются основные парадигмы ООП, такие как наследование, инкапсуляция, полиморфизм и абстракция. Из-за этого описание моделей данных в *Django* имеет несколько особенностей:

- автоматическое создание названий таблиц, состоящее из названия приложения и модели;
- автоматическое добавление первичных ключей;

- автоматическое добавление «\_id» к внешнему ключу.
- Классы, представленные на диаграмме:
- класс «*Customer*» — описывает таблицу с данными о пользователях;
  - класс «*Order*» — описывает таблицу с данными о заказах;
  - класс «*Cart*» — описывает таблицу корзины товаров;
  - класс «*Product*» — описывает таблицу с данными о товарах;
  - класс «*ProductCart*» — описывает корзину с товарами.

Диаграмма компонентов (рис. 2) показывает, как компоненты соединяются вместе, чтобы сформировать более крупные компоненты или программные системы.

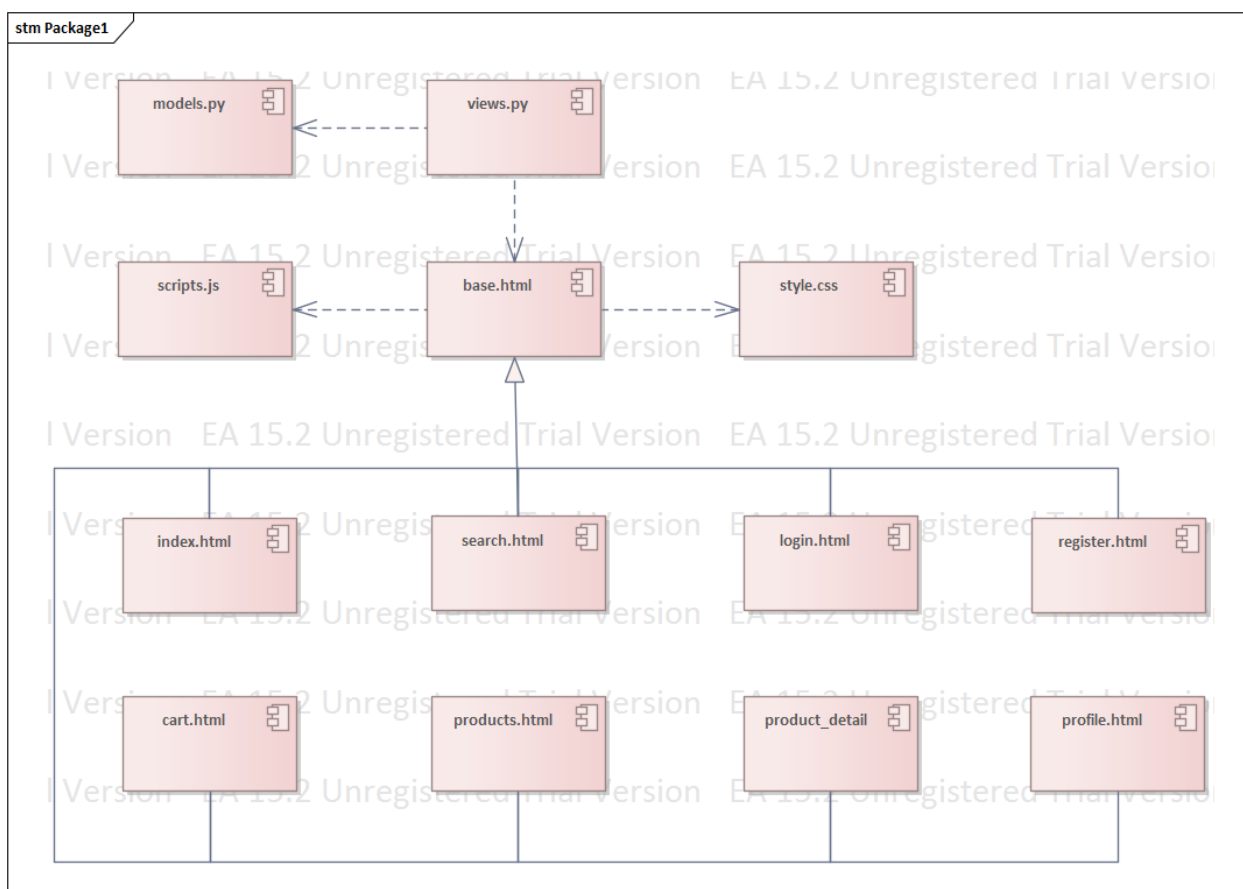


Рис. 2. Диаграмма компонентов

Любое веб-приложение, написанное на фреймворке *Django*, описывает множество действий, возможных при взаимодействии сервера с клиентом. Эти действия могут содержать выполнение запросов к БД, запись данных на диск, отображение веб-страниц.

В файле *models.py* идёт описание в виде классов моделей данных на языке программирования Python. Данные хранятся в БД, но благодаря технологии программирования *ORM*, данные используются как объекты.

Структура страниц веб-приложения представлена базовым шаблоном, который содержит в себе шапку сайта.

Этот шаблон наследует другие, которые взаимозаменяются при переходе из раздела в раздел. Страницы при этом заполняются данными, которые берутся из шаблонов. Все управляющие функции классов содержатся в файле *views.py*. Эти функции контролируют, какие методы и данные следует задействовать и какой шаблон следует использовать.

База данных интернет-магазина включает в себя одиннадцать таблиц, предназначенных для эффективной работы магазина и автоматизации обработки результатов его деятельности. Таблицы связаны между собой, что обеспечивает целостность данных.



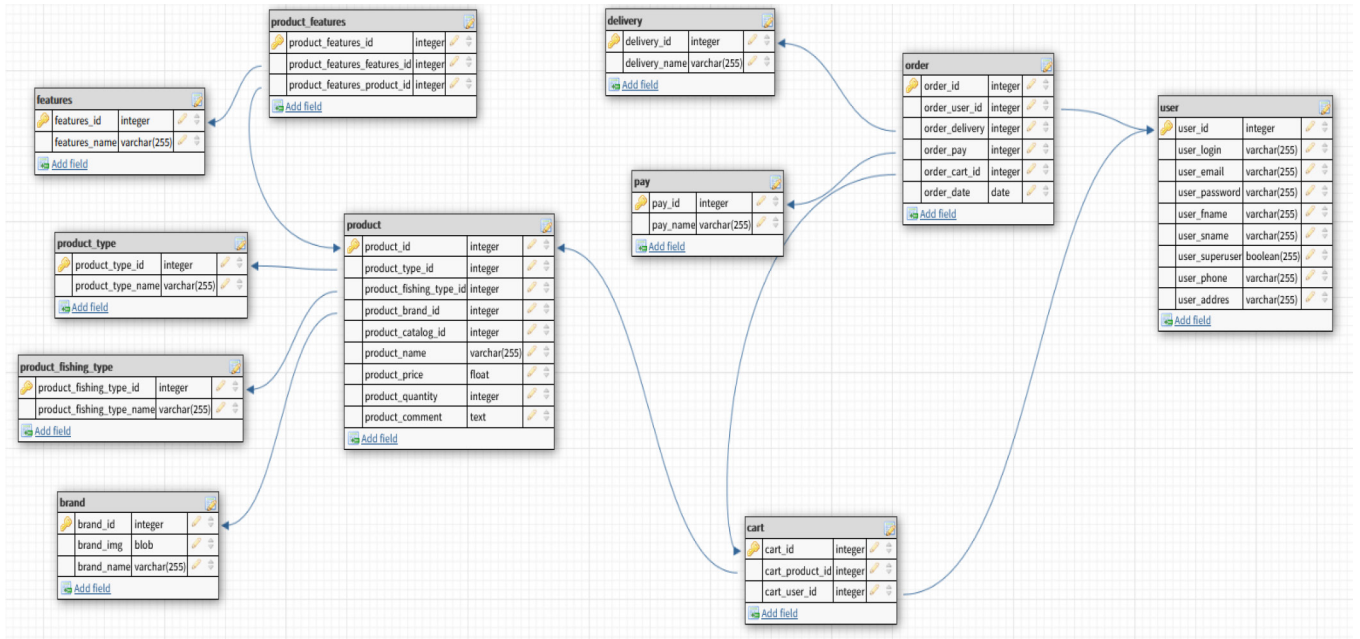


Рис. 3. Схема базы данных

Для наглядности предметной области была спроектирована диаграмма БД «сущность-связь» с применением графических средств отображения модели (рис. 3). Очень важным свойством модели «сущность-связь» является то, что она может быть представлена в виде графической схемы.

Структура страниц интернет магазина показана на рисунке 4. Базовым шаблоном является base.html. Базовый

шаблон будет всегда отображаться на каждой странице сайта, потому что в нем прописана шапка сайта, на которой расположен логотип, а также блоки навигации по сайту: блок корзина товаров, о компании, контакты, доставка и оплата, личный кабинет, поиск. Его наследуют остальные шаблоны (рис. 4).

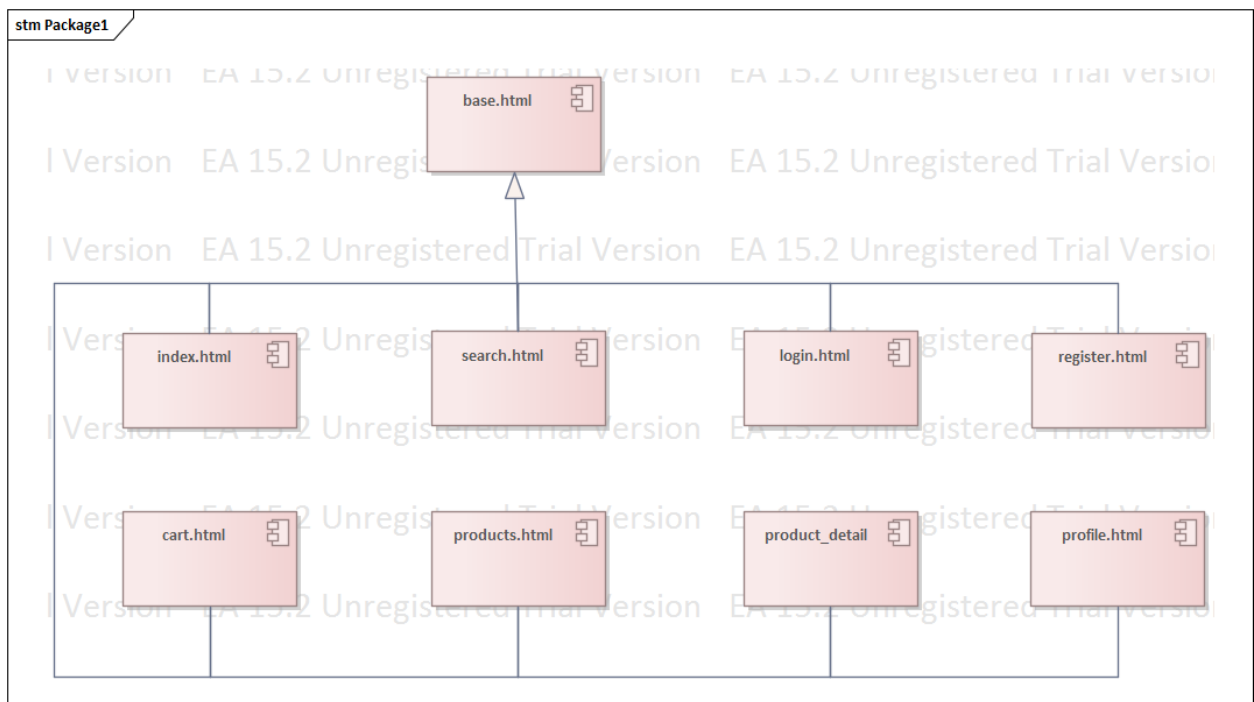


Рис. 4. Структура страниц веб-приложения

На рисунке 4 представлены следующие шаблоны:  
 — index.html, содержит в себе структуру гласной страницы;

— search.html, страница с результатами поиска товаров;  
 — login.html, страница «вход на сайт» пользователя;

- register.html, страница регистрации нового пользователя;
- cart.html, пользовательская корзина товаров, с возможностью удалять товары, изменять количество товаров и оформлять заказ;
- products.html, каталог товаров;
- product\_detail.html, страница с информацией о товаре;

- profile.html, профиль пользователя.

Таким образом, в работе был произведен поиск и выбор средств для разработки программного обеспечения информационной системы интернет-магазина, данное ПО было спроектировано и показано в виде диаграмм: диаграмма классов, диаграмма компонентов. Была разработана база данных для данной системы. Так же была показана структура страницы веб-приложения.

#### Литература:

1. PyCharm — интеллектуальная Python IDE // PyCharm. — URL: <https://jetbrains.ru/products/pycharm/>, свободный.
2. Дунаев, В. В. Базы данных. Язык SQL для студента; БХВ — Петербург — Москва, 2018. — 288 с.
3. Рамбо, Д. UML 2.0. Объектно-ориентированное моделирование и разработка; Питер, 2007. — 545 с.
4. Федорова, Г. Н. Основы проектирования баз данных: учебник для студ. учреждений сред. проф. образования / Г. Н. Федорова. — М.: Издательский центр «Академия», 2017. — 224 с

## Применение инструментов OSINT для повышения безопасности предприятия

Тихновецкий Давид Игоревич, студент магистратуры  
 Российский экономический университет имени Г. В. Плеханова (г. Москва)

*В настоящее время обеспечение информационной безопасности играют важнейшую роль в предприятиях разного масштаба. Данная тенденция стала наиболее актуальной с применением инструментов OSINT. В данной статье рассмотрены несколько вариантов применения данных инструментов для повышения уровня защищенности предприятия.*

**Ключевые слова:** информационная безопасность, разведка, открытые источники, сбор информации, анализ рисков, модель угроз.

**OSINT** — разведка на основе открытых данных. В последнее время инструменты OSINT стали все больше привлекать к себе внимание специалистов информационной безопасности, занимающихся конкуренткой разведкой и профайлингом в связи с бурным развитием и усовершенствованием их возможностей поиска.

Наиболее важным пунктом является законность данного процесса. В Федеральном законе от 8 июля 2006 г. №149-ФЗ «Об информации, информационных технологиях и о защите информации» говорится, что информация может делиться на общественную, доступ к которой не ограничен и информацию, доступ к которой может быть ограничен законодательством Российской Федерации. Ограниченной информацией может являться:

- государственная тайна;
- коммерческая тайна;
- служебная тайна;
- профессиональная тайна;
- личная и семейная тайна [1].

Федеральный закон от 27.07.2006 N 152-ФЗ «О персональных данных» утверждает, что персональными данными могут являться информация, которая может позволить аутентифицировать конкретного человека. Данная информация, исходя из закона, должна находиться под

надежной защитой. Пресекаются наказанием любые способы обмена, передачи и продаже персональных данных сторонним лицам без согласия субъекта персональных данных. Но также необходимо отметить, что закон не обговаривает возможность сбора украденных и выложенных в открытый доступ данных. На этом этапе все ограничивается вопросом нравственности [2].

Инструменты OSINT не являются программами взлома, а лишь вспомогательным дополнением к поиску информации в открытых источниках. Не редки случаи, когда данные инструменты применяются не в целях конкурентной разведки, а в поисках уязвимостей собственной компании.

Платформа OSINT Framework не является полноценным инструментом поиска, но она позволяет специалисту выбрать наиболее подходящий инструмент и способ поиска конкретных данных [3].

В целях повышения защиты собственного предприятия могут быть предложены следующие инструменты OSINT, представленные ниже.

Поисковая система Shodan способная определять по IP адресу все рабочие порты маршрутизатора и подключенные к нему устройства. Не редки случаи, когда некоторые порты могут быть не защищены, что позволяет злоумышленникам беспрепятственно подключаться к сети

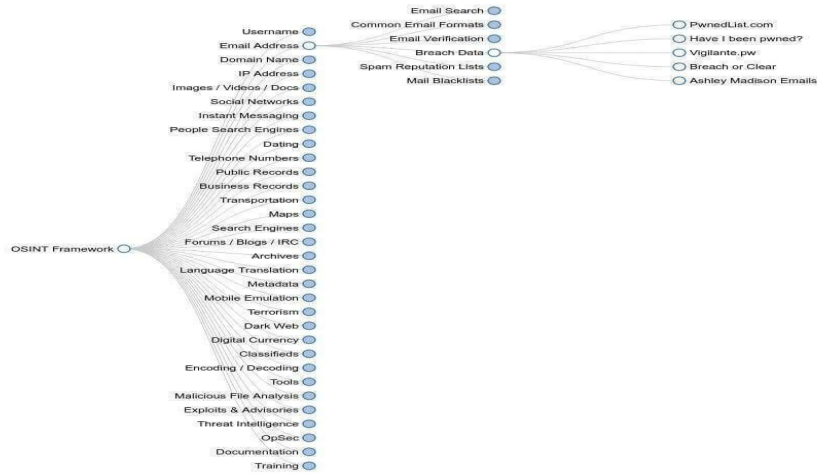


Рис. 1. Платформа OSINT Framework

организации, овладевая устройствами хранения данных. Применению данного инструмента поспособствует выявлению уязвимостей и угроз информационной безопасности.

Рис. 2. Поисковая система Shodan [4]

Поисковые запросы Google Dorks являются неотъемлемым инструментом в профайлинге, так как они позволяют задавать узконаправленные запросы в поисковой системе. В поисках информации на подозрительного и принимаемого на работу сотрудника, данный инструмент позволит свести к минимуму затрачиваемое время на поиск и анализ данных.

Рис. 3. Поисковые запросы Google Dorks [5]

Сервис Have I Been Pwned является одним из крупнейших архивов аккаунтов, данные которых утекли в сеть. Данный инструмент позволит выявить взломанные или намерено выложенные сотрудником почтовые ящики организации [6].

### Заключение

Таким образом, исходя из приведённого анализа показано, что при внедрении и использовании инструментов OSINT организация может проводить не только сбор и анализ данных в конкурентной разведке, но и также выявлять собственные уязвимости, устранение которых повысит уровень информационной безопасности организации.

### Литература:

1. Федеральный закон от 27 июля 2006 г. N 149-ФЗ «Об информации, информационных технологиях и о защите информации»;
2. Федеральный закон от 27.07.2006 N 152-ФЗ «О персональных данных»;
3. Цифровая платформа. Сайт: OSINT Frameworks [Электронный ресурс] URL: <https://osintframework.com> (дата обращения — 24.12.2020);
4. Поисковая система. Сайт: Shodan [Электронный ресурс] URL: <https://www.shodan.io> (дата обращения — 24.12.2020);
5. Поисковая система. Сайт: Google [Электронный ресурс] URL: <https://www.google.com> (дата обращения — 24.12.2020).
6. Цифровой сервис. Сайт: HIBP [Электронный ресурс] URL: <https://haveibeenpwned.com> (дата обращения — 24.12.2020).

## Применение инструментов OSINT для выявления уязвимостей информационной сети предприятия

Тихновецкий Давид Игоревич, студент магистратуры  
Российский экономический университет имени Г. В. Плеханова (г. Москва)

*В настоящее время обеспечение информационной безопасности играют важнейшую роль в предприятиях разного масштаба. Данная тенденция стала наиболее актуальной с применением инструментов OSINT. В данной статье способ применения данных инструментов для выявления уязвимостей информационной сети предприятия.*

**Ключевые слова:** информационная безопасность, разведка, открытые источники, сбор информации, модель угроз, сети.

OSINT — разведка на основе открытых данных. В последнее время инструменты OSINT стали все больше привлекать к себе внимание специалистов информационной безопасности, занимающихся конкуренткой разведкой и профайлингом в связи с бурным развитием и усовершенствованием их возможностей поиска.

Наиболее важным пунктом является законность данного процесса. В Федеральном законе от 8 июля 2006 г. N149-ФЗ «Об информации, информационных технологиях и о защите информации» говорится, что информация может делиться на общественную, доступ к которой не ограничен и информацию, доступ к которой может быть ограничен законодательством Российской Федерации. Ограниченной информацией может являться:

- государственная тайна;
- коммерческая тайна;
- служебная тайна;
- профессиональная тайна;

— личная и семейная тайна.

Инструменты OSINT не являются программами взлома, а лишь вспомогательным дополнением к поиску информации в открытых источниках. Не редки случаи, когда данные инструменты применяются не в целях конкурентной разведки, а в поисках уязвимостей собственной компании.

Платформа OSINT Framework не является полноценным инструментом поиска, но она позволяет специалисту выбрать наиболее подходящий инструмент и способ поиска конкретных данных.

Для наглядного представления использования инструментов OSINT для выявления уязвимостей сети предприятия будут продемонстрированы рисунки 2–4, где на примере организации РЭУ имени Г. В. Плеханова будут найдены уязвимости серверов.

Сперва необходимо разузнать IP адрес предприятия, используя сайт «Hurricane Electric» и указав название до-

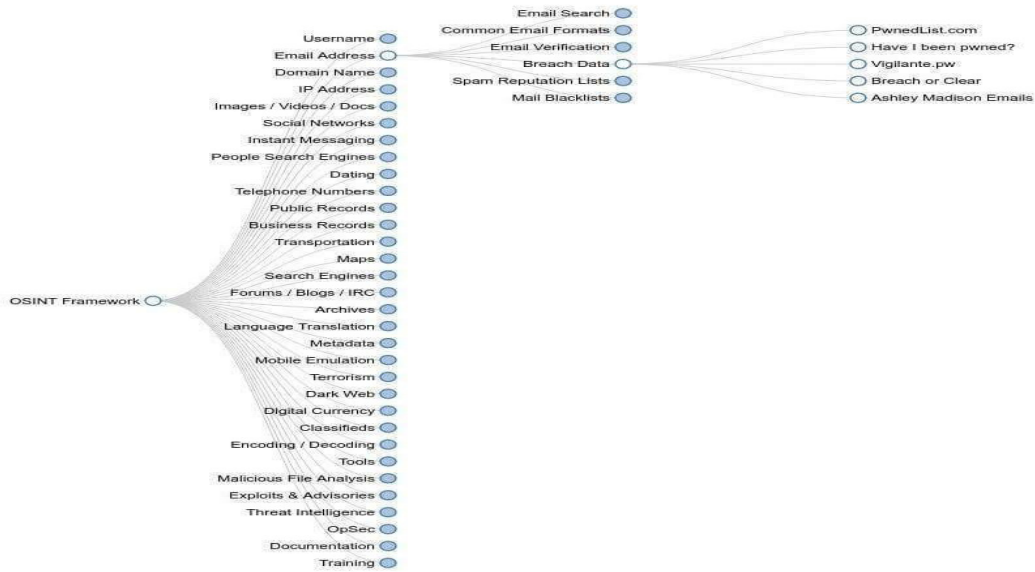


Рис. 1. Платформа OSINT Framework

мена организации, нам предоставляется необходимая для дальнейшей работы информация, такая как:

- Информация DNS;
- Информация об Веб-сайте;
- Информация об IP адресах.

В первом пункте указана информация Start of Authority или «Начало полномочий» — это тип записи ресурса в системе доменных имен, содержащей администра-

тивную информацию о зоне, особенно в отношении передачи зоны. Nameservers — сервера, преобразующий доменные имена, с которыми работают пользователи, в понятные компьютерам IP-адреса или в обратном направлении. Обычно не делают разницы между понятиями NS и DNS-серверов. Записи Mail Exchangers — записи предназначенные для маршрутизации почты. И затем A Record — IP адреса.

<b>Quick Links</b> <a href="#">BGP Toolkit Home</a> <a href="#">BGP Prefix Report</a> <a href="#">BGP Peer Report</a> <a href="#">Exchange Report</a> <a href="#">Bogon Routes</a> <a href="#">World Report</a> <a href="#">Multi Origin Routes</a> <a href="#">DNS Report</a> <a href="#">Top Host Report</a> <a href="#">Internet Statistics</a> <a href="#">Looking Glass</a> <a href="#">Network Tools App</a> <a href="#">Free IPv6 Tunnel</a> <a href="#">IPv6 Certification</a> <a href="#">IPv6 Progress</a> <a href="#">Going Native</a> <a href="#">Contact Us</a>	<b>DNS Info</b>   <b>Website Info</b>   <b>IP Info</b>
	<p><b>Start of Authority</b></p> <p>mname: rea-dns-00.rea.ru mname: const.plekhanov.rea.ru                  serial: 97042848                  refresh: 3600 retry: 3560                  expire: 604800 minimum: 3600</p> <p><b>Nameservers</b></p> <p>rea-dns-00.rea.ru, rea-dns-01.rea.ru</p> <p><b>Mail Exchangers</b></p> <p>mail.rea.ru(10)</p> <p><b>TXT Records</b></p> <p>osghWp0FiqHtx4u0AoDYogODM01I6RKPv2ondfPePz23JWqQbqSkfpFd8C++Ybkj2PqKx0JMXUR+QFVNuP                  4fx8kx08b8vcg1mv4nb667y334x9mq1y                  v=spf1 +a +mx ?all                  201909092016463h544ub9aq81honbm6ipplv9bnj6gt1mc32j17x8q57iz0o3dq                  MS=ms25948024                  adobe-idp-site-                  verification=54006e8dc640f60a731bc2117a912dda79ddf3a7ec93b19e4c17df38dd384ec1</p> <p><b>A Records</b></p> <p>217.77.104.72, 194.85.206.21</p>

Рис. 2. Поисковая система Hurricane Electric

Как можно заметить сайт предоставил по нашей организации достаточное количество информации, с которой мы в дальнейшем можем работать. Из предложенного списка данных нас должен заинтересовать пункт «A Record» из которой мы возьмем два IP адреса для дальнейшей проверки.

Имея на руках IP адрес сервера организации, необходимо обратиться сайту Shodan.io — еще одному наиболее значимому инструменту OSINT. Указав IP адрес организации, данный сервис представит следующую информацию:

- Имена хостов;



- Домен;
- Страну;
- Город;

- Название организации;
- Интернет-провайдер;
- Информацию по ASN.

The screenshot shows the Shodan.io search results for IP 217.77.104.72. The interface includes a search bar at the top with the IP address entered. Below the search bar, there are several panels:

- General Information:** Hostnames: 72-104-77-217.host.cirex.ru; Domains: CIREX.RU; Country: Russian Federation; City: Moscow; Organization: Telecom-Birzha, LLC; ISP: Telecom-Birzha, LLC; ASN: AS199599; Operating System: Windows Server 2012 R2 Standard 9600.
- Open Ports:** A bar chart showing open ports: 80, 135, 443, and 445.
- 80 / TCP:** A detailed view of the Microsoft IIS httpd 8.5 service, showing HTTP/1.1 303 See Other, Content-Type: text/html; charset=UTF-8, Location: https://217.77.104.72/, Server: Microsoft-IIS/8.5, and other headers.

Рис. 3. Поисковая система Shodan.io

Также сервис предоставляет информацию об открытых портах и применяющихся на них протоколах. Что касается нашей организации, то можно увидеть на рисунке 3, что по результату запроса по IP адресу, система показала на каких серверах работает сайт организации. Указаны открытые порты и их протоколы. При обеспечении безопасности информационной сети собственного предприятия, необходимо иметь ввиду какие уязвимости могут быть у использованного сервера, к примеру возьмем, ука-

занный в результате запроса, сервер Microsoft Internet Information Services (IIS) 8.5.

И последним инструментом в поисках уязвимостей информационной сети организации будет сайт «CVE Details» — сервис с базой данных зарегистрированных уязвимостей в сетях. Исходя из результатов поиска на рисунке 4, можно заметить какие уязвимости присутствуют у сервера Microsoft Internet Information Services (IIS) 8.5.

The screenshot shows the CVE Details website interface. The main content area displays search results for Microsoft Internet Information Services (IIS) security vulnerabilities. The results are sorted by CVSS Score Descending.

#	CVE ID	CWE ID	# of Exploits	Vulnerability Type(s)	Publish Date	Update Date	Score	Gained Access Level	Access	Complexity	Authentication	Conf.	Integ.	Avail.
1	CVE-2014-4078	264		Bypass	2014-11-11	2018-10-12	5.1	None	Remote	High	Not required	Partial	Partial	Partial
2	CVE-2010-3972	119	1	DoS Exec Code Overflow + Info	2010-12-23	2021-02-05	10.0	None	Remote	Low	Not required	Complete	Complete	Complete
3	CVE-2010-2730	119		Exec Code Overflow	2010-09-15	2021-02-05	9.3	None	Remote	Medium	Not required	Complete	Complete	Complete
4	CVE-2010-1899	119		DoS Overflow	2010-09-15	2021-02-05	4.3	None	Remote	Medium	Not required	None	None	Partial
5	CVE-2009-4445	20			2009-12-29	2017-08-17	6.0	None	Remote	Medium	???	Partial	Partial	Partial

Рис. 4. База данных CVE Details

### Заключение

Таким образом в результате наглядного применения инструментов OSINT при помощи открытых источников, без использования взлома и труднодоступных или платных баз данных, мы смогли разузнать всю необ-

ходимую информацию по поводу информационной сети нашей организации, определили сервера и их уязвимости, которые необходимо устранить, для должного обеспечения информационной безопасности.

## Литература:

1. Федеральный закон от 27 июля 2006 г. N 149-ФЗ «Об информации, информационных технологиях и о защите информации»;
2. Цифровая платформа. Сайт: OSINT Frameworks [Электронный ресурс] URL: <https://osintframework.com> (дата обращения — 20.06.2020);
3. Поисковая система. Сайт: Hurricane Electric [Электронный ресурс] URL: <https://bgp.he.net> (дата обращения — 20.06.2020);
4. Поисковая система. Сайт: Shodan [Электронный ресурс] URL: <https://www.shodan.io> (дата обращения — 20.06.2020);
5. База данных. Сайт: CVE Details [Электронный ресурс] URL: <https://www.cvedetails.com> (дата обращения — 20.06.2020).

## ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

### Особенности проведения ремонтных работ в условиях заболоченной местности

Гилевская Марина Сергеевна, студент магистратуры;  
Юргенс Анна Александровна, студент магистратуры  
Тюменский индустриальный университет

*Ремонтно-восстановительные работы в заболоченных или обводненных местностях являются одними из затруднительных и дорогостоящих. Для эффективного осуществления ремонтно-восстановительных работ существует ряд особенностей. В данной статье приведен анализ основных аспектов ремонтных работ в условиях заболоченной местности.*

*Ключевые слова: ремонт, промысловый трубопровод, болото, надежность.*

### Features of carrying out repair works in conditions swampy terrain

Gilevskaya Marina Sergeevna, student master's degree;  
Yurgens Anna Aleksandrovna, student master's degree  
Tyumen Industrial University

*Repair and restoration work in swampy or waterlogged areas is one of the most difficult and costly. For the effective implementation of repair and restoration work, there are a number of features. This article provides an analysis of the main aspects of repair work in wetland conditions.*

*Keywords: repair, field pipeline, swamp, reliability.*

Протяженность трубопроводных систем составляет тысячи километров по всей территории Российской Федерации, в это же число входят и промысловые трубопроводы. Чаще всего промысловые трубопроводы, как и сам промысел находятся в сложных географических и эксплуатационных условиях. Учитывая анализ профилей нефтепроводов Западной и Северо-Западной Сибири, можно сказать, что пересечение болотистых и обводненных территорий находится на высоком уровне, в связи с этим ремонт промысловых трубопроводов в данных условиях сильно затруднен.

Трассы промысловых трубопроводов располагаются на всех типах болот и слабонесущих грунтов. Это в свою очередь предполагает использование техники, требуемой для выполнения работ, с повышенными характеристиками проходимости. Частая проходимость техники снижает несущую способность поверхностного слоя болот, данный факт требует строительства дорог временного использования, для предотвращения ухудшения поверхностного слоя болот. Ещё одной существенной особенностью при проведении ремонтных работ трубопроводных систем на болотах является невозможность возведения ремонтных котлованов из-за ча-

стичного или полного разрушения его стенок, к тому же не исключена возможность заполнения котлована водой. Отсутствие рельефных перепадов в сочетании большими расстояниями между запорной арматурой на ремонтируемом участке, является причиной оттока нефти в большом количестве под действием малого статического напора.

Возникающие в болотистой местности инциденты, связанные с утечками, часто осложняются из-за загрязнения больших площадей и отсутствия возможности в кратчайшие стороны приблизиться непосредственно к месту повреждения и приступить к ликвидации загрязнения, так как при недостаточном уклоне рельефа нет возможности организовать отвод нефти на участки с более низким уровнем.

При анализе различных ремонтных работ трубопроводов в заболоченной местности, можно выделить, что проведение различных подготовительных работ и организация доступа к месту аварии и непосредственно поврежденному участку трубы, является одной из наиболее трудновыполнимых задач.

В данном случае для успешного проведения ремонтно-восстановительных работ трубопроводных систем,

пролегающих в болотистой местности, применяется специальный комплекс технических средств. Данный комплекс включает в себя технические средства:

Необходимые для создания подъездных путей и ремонтных площадок на участке;

— разработка ремонтного котлована вблизи поврежденного участка;

— выполнение земляных работ;

— откачку нефти из поврежденного участка трубы и последующую закачку нефтепродукта в трубопровод после проведения его ремонта;

— проведение работ по замене дефектного участка без откачки нефти из трубы.

Представленный комплекс позволяет значительно повысить производительность труда при проведении работ по восстановлению нефтепроводов и уменьшить срок нахождения трубопровода в неработоспособном состоянии.

Структура болот является сложной системой, которая может изменять свои физико-механические характеристики по глубине, которая изменяется в зависимости от погодных условий и протяженности слоя. Этот факт значительно усложняет ремонтные работы. Поэтому основной проблемой ремонта нефтепроводов на заболо-

ченных участках является обеспечение проходимости используемой техники.

Инженерно-геологические и гидрологические обследования заболоченных участков позволяют решить эту сложную проблему.

На сегодняшний день используемая при проведении ремонтных работ промысловых трубопроводов на болотах, нормативная документация не предусматривает мероприятий по предварительному определению несущей способности грунта.

Из-за этого, при принятии решения о возможности использования техники или выборе способа повышения несущей способности поверхности грунтов для доставки техники и ремонтной бригады к месту возникновения аварии или инцидента, может быть значительно усложнено.

В связи со всем вышесказанным необходимо разрабатывать метод ускоренного определения несущей способности болотных грунтов с учетом их неоднородности и наличия участков с нарушенной структурой торфа, имеющих низкую несущую способность для более эффективного и безопасного проведения АВР на нефтепроводах, располагающихся на болотистых местностях.

#### Литература:

1. Энерготехнологические комплексы при проектировании и эксплуатации объектов транспорта и хранения углеводородного сырья: учебник / Ю. Д. Земенков, Б. В. Моисеев, Н. В. Налобин, С. М. Дудин. — Тюмень: Вектор Бук, 2016. — 255 с.
2. Трубопроводный транспорт и хранение углеводородных ресурсов. Примеры решения типовых задач: учеб. пособие: в 2 т. / [А. А. Гладенко и др.]; под ред. Ю. Д. Земенкова; Минобрнауки России, ОмГТУ, ТИУ. — Омск: Изд-во ОмГТУ, 2017. Т2–352 с.
3. Аварийно-восстановительные работы на трубопроводах: учебное пособие / Иванов В. А. Рябков А. В. Елькин Б. Н. — Тюмень: ТИУ, 2017. — 160 с.
4. Султанов, М. Х. Основные положения «Правил капитального ремонта магистральных нефтепродуктопроводов на переходах через водные преграды» // Транспорт и хранение нефти и нефтепродуктов. — 2000. — № 12. — с. 4–7.

## Создание векторных моделей объектов по результатам фотограмметрии и лазерного сканирования

Колесникова Юлия Олеговна, студент магистратуры  
Воронежский государственный технический университет

*Рассматриваются технические средства создания векторных моделей объектов с использованием фотограмметрии и лазерного сканирования. Определена погрешность мобильного лазерного сканирования. Подтверждено, что средства лазерного сканирования в значительной степени способствуют развитию методов представления информации о местности.*

*Ключевые слова: лазерное сканирование; фотограмметрия; методы получения информации; среднеквадратичная погрешность; пространственные координаты*

**В**ведение. Цифровизация во всех сферах жизнедеятельности дает возможности для применения высокотех-

нологического инструментария во многих отраслях, в том числе в геодезии. В настоящее время особое место зани-

мает лазерное сканирование, которое по праву считается наиболее точным, расширяет возможности теории и практики фототопографического метода в сборе информации о пространстве, о местности, о разломах земной коры и др. Несомненным достоинством является информатизация процесса сбора информации, цифровая обработка статистических данных, высокий уровень достоверности полученных результатов.

Примечательно, что главное отличие лазерного сканирования от традиционных методов в измерении расстояний до точек объектов с помощью лазерного дальномера в режиме не отражения или без отражателем. В связи с чем, пространственно-временные данные об инженерных объектах, местности, рельефе используются в науке, технике, строительстве, а также необходимы для решения многих задач: экологических; оборонных, инженерно-строительных, управленческих и др., так как позволяют анализировать на основе трехмерного геоинформационного обеспечения.

Степень разработанности темы. Лазерное сканирование является научным направлением, основой которого являются достижения в области фотограмметрии, дистанционного зондирования и геодезии ученых И. Т. Антипова, А. П. Гука, Ф. В. Дробышева, И. Г. Журкина, А. В. Комиссарова, Е. Б. Ключина, А. Н. Лобанова, В. В. Погорелова, В. П. Пяткина, Л. К. Трубиной, В. Ф. Чекалина, Boehler W., Ingensand H., Lichti D., Milev I., Rietdorf A., Ullrich A., Zlatanova S., Zamechikova M. и других.

В связи с чем, *целью исследования* стало комплексное применение методов фотограмметрии, лазерного сканирования и классической геодезии при моделировании объектов археологического наследия на примере дома по ул. Фридриха Энгельса 72а города Воронежа.

Решались следующие задачи:

- анализ степени разработанности методов фотограмметрии лазерного сканирования в отечественной и зарубежной теории и практике геодезии;
- теоретическое обоснование и эмпирическое исследование принципов фотограмметрии и лазерного сканирования и классической геодезии;
- выявить и проанализировать погрешности методов, предложить корректировки, что должно привести к повышению точности технологии наземной лазерной съемки.

В качестве *исходных данных* использованы аналитические макеты лазерного сканирования; руководства по использованию лазерных сканеров; интернет-ресурсы, научные публикации.

*Результаты и их обсуждение*

В процессе подготовки к лазерному сканированию местности для получения пространственных данных по линейному объекту с помощью наземного лазерного сканирования, съемка должна осуществляться с множества станций, так как максимальная дальность действия ЛС ограничивается 500 м. Местоположение станций выбирается таким образом, чтобы сканирующий луч мог охватить все элементы снимаемого линейного объекта,

а в объектив не попали объекты, мешающие сканированию.

Благодаря высокой плотности сканирующей матрицы лазерный луч может миновать различные растительные насаждения и получить координату непосредственно поверхности земли. По завершении сканирования получается большое количество точек, относящихся к рельефу местности. При построении цифровой модели рельеф такое количество точек является избыточным. Таким образом, при камеральной обработке, из всего массива точек выбираются только те, которые имеют наибольшее влияние на формирование рельефа. Наземное лазерное сканирование имеет множество преимуществ, но также у данного вида съемки имеются и недостатки как организационного, так и технического характера.

Проблемой использования НЛС в геодезии и топографии является их метрологическая аттестация. На данный момент не существует единой методики исследования точностных характеристик лазерного сканирования. Также отсутствуют ГОСТы, которые предписывали бы порядок выполнения работ на станции, тип и содержание сдаваемых работ, а также требования точности, предъявляемые к трехмерным моделям.

В процессе исследования были выявлены и охарактеризованы особенности использования мобильного лазерного сканирования. Обработка данных МЛС для различных приложений обычно выполняется тремя последовательными этапами:

- удаление выбросов, шума и нежелательной информации;
- обработка отфильтрованных данных для извлечения объекта;
- моделирование или создание базы данных ГИС.

Поскольку данные, полученные посредством МЛС, плотные и объемные, их обработка требует интенсивного ручного вмешательства, то необходимо использование мощного компьютера и высококвалифицированного персонала для обработки таких данных.

Анализ результатов обработки материалов наземной лазерной съемки и специальных экспериментальных исследований показал, что погрешность построения трехмерных моделей объектов колеблется в пределах от средней квадратичной ошибки единичного измерения, в связи с чем требуется математическое моделирование. В результате анализа работы МЛС была выполнена классификация погрешностей по следующим группам (см. рисунок)

Проведенное исследование показало, что теория фотограмметрической обработки данных лазерного сканирования и результаты практических исследований показали повышение точности определения линейных элементов внешнего ориентирования сканов на 17–35 %. На основе теории фотограмметрической обработки данных лазерного сканирования актуальными и целесообразными являются методы сжатия, фильтрации и классификации сканов для повышения качества и скорости их обработки.



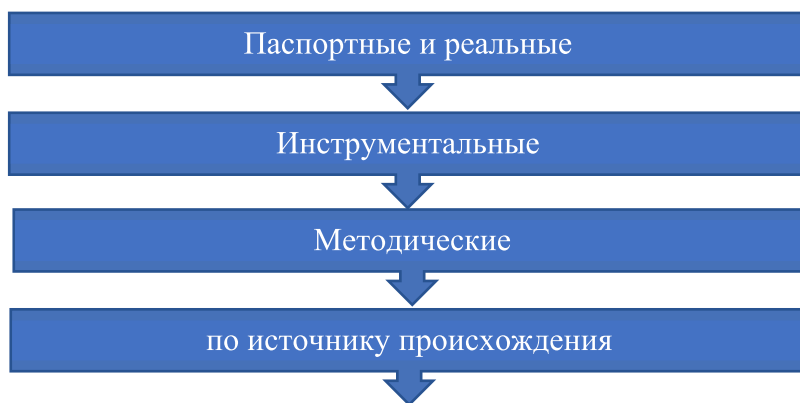


Рис. 1. Классификация погрешностей МЛС

## Литература:

1. Комиссаров, А. В. Теория и технология лазерного сканирования для пространственного моделирования территорий: автореферат дис.... доктора технических наук. — Новосибирск: Сиб. гос. ун-т геосистем и технологий, 2016. — 48 с.
2. Наземное лазерное сканирование: монография / А. В. Середович, А. В. Комиссаров, Д. В. Комиссаров, Т. А. Широкова. — Новосибирск: СГГА, 2009. — 261 с.

## Современные тенденции формирования транспортно-пересадочных узлов за рубежом

Костылева Арина Дмитриевна, студент магистратуры  
Российский университет транспорта (МИИТ) (г. Москва)

*В статье авторы пытаются определить современные тенденции формирования транспортно-пересадочных узлов за рубежом.*

*Ключевые слова: транспортно-пересадочный узел, транспортно-пересадочный комплекс, тенденции.*

Основополагающим элементом в составе транспортно-пересадочного узла (далее — ТПУ) является железнодорожный вокзал. Также следует различать два понятия: «железнодорожный вокзал» и «железнодорожный вокзальный комплекс». В железнодорожный вокзал не входит привокзальная площадь. И сложность вся состоит в том, что привокзальная площадь находится в собственности города, а не ОАО «РЖД». При разработке вариантов развития ТПУ можно в качестве предложения взять в аренду у собственности города привокзальную площадь и благоустроить ее. Тем самым обеспечить пассажирам ТПУ минимальные затраты времени на пересадки с железнодорожного транспорта на городской общественный транспорт, и безопасное передвижение пассажиров, что не маловажно для самого города.

В зарубежной практике проектирования ТПУ накоплен богатый опыт создания многофункциональных транспортно-пересадочных комплексов. Одним из таких ярких проявлений современных тенденций в Европе

стало восстановление железнодорожного вокзального комплекса на месте старого, разбомбленного во время второй мировой войны и снесенного в 1959 году железнодорожный вокзал Hauptbahnhof в городе Берлин (рис. 1). Важной и полезной особенностью вокзала Hauptbahnhof является его интегрированность в систему общественного транспорта города. Через станцию кроме поездов дальнего и пригородного сообщения проходит метро, трамвайные линии, автобусные маршруты и электрички местного значения.

Многоуровневая структура комплекса позволила эффективно и компактно решить сложную развязку транспортных и пешеходных потоков, используя минимум городской территории. На первом ярусе перронный парк. На втором ярусе расположены билетные кассы, автомобильная стоянка, магазины и рестораны быстрого питания. Третий ярус выполняет распределительные функции и предназначен для развязки пассажиропотоков, однако, на этом ярусе также располагаются ма-



Рис. 1. Железнодорожный вокзал Hauptbahnhof в г. Берлин

газины, предприятия общественного питания. На четвертом расположена вокзальная инфраструктура для обслуживания направления «восток-запад». Пятый ярус — магазины.

Центральный железнодорожный вокзал Франкфурта-на-Майне (рисунок 2) является одной из крупнейших железнодорожных станций в Германии. Ежедневно тут обслуживается порядка 350000 человек.



Рис. 2. Главный вокзал Франкфурта (Frankfurt Hauptbahnhof)

Этот вокзал занимает второе место после Гамбурга по пассажиропотоку. Здесь проходят поезда дальнего и пригородного следования, трамваи, автобусы, две линии метро. Такого транспортного сообщения нет нигде в немецком государстве.

Франкфуртская железнодорожная станция большого расстояния Аэропорта — железнодорожная станция во Франкфуртском Аэропорту в Германии, которая подана дальними поездами (рисунок 3). Это — самая большая железнодорожная станция аэропорта в Германии приблизительно с 23,000 пассажиров каждый день. Станция подана 210 ежедневными дальними поездами, из которых 185-меж-

дугородние. На железнодорожном вокзале под большим куполом находится область зала и зал билета, так же железнодорожный вокзал связан с аэропортом авиатрассой.

Железнодорожный вокзал Льеж-Гийемен (рисунок 4) в бельгийском городке Льеж является основной транспортной артерией, проходящей через город и одним из главных высокоскоростных железнодорожных узлов страны — ежедневно станцией пользуется более 36 тысяч человек.

Вокзал Льеж-Гийемен обслуживается более чем 1 620 автобусами, перевозящими 15 000 человек. Это один из немногих европейских вокзалов, напрямую соединённых с сетью автомобильных шоссе





Рис. 3. Вокзал поездов дальнего следования Fernbahnhof в г. Франкфурт



Рис. 4. Железнодорожный вокзал Льеж-Гийемен

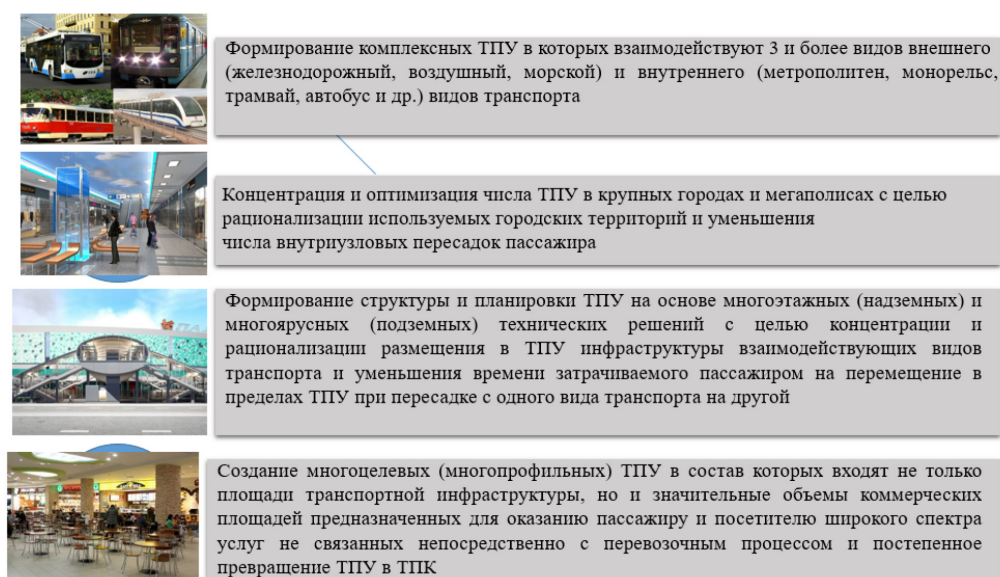


Рис. 5. Основные мировые тенденции формирования и развития транспортно-пересадочных узлов

В развитии транспортно-пересадочных узлов за рубежом можно выделить три основных этапа их формирования:

— трансформация железнодорожных вокзальных комплексов в современные мультимодальные ТПУ, интегрирующие в себе все виды пассажирского транспорта мегаполиса, включая транспортные связи с аэропортами;

— создание на базе ТПУ (как места максимальной концентрации пассажиропотоков) общественно-деловых центров;

— развитие территорий в зоне влияния ТПУ — секторов опережающего развития города.

Основные мировые тенденции формирования и развития ТПУ представлены на рисунке 5.

Анализ зарубежного опыта показывает, что несмотря на определенные достижения в области строительства вокзального комплекса в России, наши железнодорожные вокзалы, входящие в состав транспортно-пересадочных узлов и комплексов, уступают зарубежным по качеству обслуживания пассажиров и посетителей.

#### Литература:

1. Вакуленко, С. П., Евреенова Н. Ю. О классификации транспортно-пересадочных узлов // Мир транспорта. — 2011. — № 5. — с. 130–132.
2. Правдин, Н. В. Технология работы вокзалов и пассажирских станций / Н. В. Правдин, Л. С. Рябуха, В. И. Лукашев. — М.: Транспорт. 1990. — 319 с.
3. Вакуленко, С. П., Евреенова Н. Ю. Транспортно-пересадочные узлы — основа мультимодальных пассажирских перевозок // В книге: Управление развитием крупномасштабных систем MLSD'2019. Материалы двенадцатой международной конференции Научное электронное издание. Под общей ред. С. Н. Васильева, А. Д. Цвиркуна. 2019. с. 662–665.
4. Власов, Д. Н. Транспортно-пересадочные узлы: монография / Д. Н. Власов. — Москва: Московский государственный строительный университет, Ай Пи Эр Медиа, ЭБС АСВ, 2017. — 192 с.
5. Евреенова, Н. Ю. Качество услуг ТПУ: интерес и спрос // Мир транспорта. — 2015. — № 1. — с. 108–114.
6. Единые требования к формированию транспортно-пересадочных узлов и транспортно-пересадочных комплексов на сети железных дорог ОАО «РЖД»: учебное пособие / Е. В. Копылова, Е. Б. Куликова // М.: МИИТ, 2016. — 89 с.
7. Вакуленко, С. П. Моделирование пассажиропотоков в ТПУ / С. П. Вакуленко, В. В. Доенин, Н. Ю. Евреенова // Мир транспорта. 2014. № 4. с. 124–131.
8. Евреенова, Н. Ю. Моделирование функционирования транспортно-пересадочного узла // Мир транспорта. 2014. № 4. с. 170–176.
9. Вакуленко, С. П., Евреенова Н. Ю. Планировочная структура транспортно-пересадочных узлов // Мир транспорта. — 2012. — № 5. — с. 100–104.

## Влияние фракционного состава нефти на технологические и конструкционные параметры колонны стабилизации гидрогенизата установки гидроочистки дизельного топлива

Лабзин Евгений Александрович, студент магистратуры;  
 Хабибрахманова Оксана Валерьевна, кандидат химических наук, доцент;  
 Попов Сергей Васильевич, кандидат технических наук, доцент;  
 Николаева Жанна Валерьевна, кандидат химических наук, доцент  
 Филиал Самарского государственного технического университета в г. Новокуйбышевске (Самарская обл.)

*Рассматривается работа колонны стабилизации К-201 установки гидроочистки дизельной фракции. Исследования выполнены проведением вычислительного эксперимента с использованием моделирующей программной системы Honeywell UniSim Design, в которой оцениваются оптимальные значения числа ступеней разделения, тарелки питания и рефлюкса при стабилизации гидрогенизата разных нефтей.*

**Ключевые слова:** дизельная фракция, установка гидроочистки дизельной фракции, колонна стабилизации гидроочищенной фракции, моделирование, Honeywell UniSim Design.

#### Введение

Увеличение глубины переработки нефти и современные экологические требования определяют зна-

чение процесса гидроочистки как одного из основных технологических процессов, предназначенных как для обеспечения тонкой очистки от серы и азота, так и ча-

стичного гидрирования ароматических соединений, легкого гидрокрекинга нормальных парафинов, переработки вторичных дистиллятов, содержащих непредельные соединения, и другого.

В распространенном варианте технологической схемы установки гидроочистки дизельной фракции гидрогенизат направляется на стабилизацию фракционного состава путем вывода из него легких углеводородов и бензиновой фракции, при этом увеличение четкости отбора дизельной фракции в колонне стабилизации К-201 обеспечивает необходимое качество товарного продукта и снижение энергозатрат установки [1–4].

**Цель работы** — моделирование влияния фракционного состава нефти на технологические и конструкционные параметры колонны стабилизации гидрогенизата установки гидроочистки дизельного топлива.

#### Методы

Исследования проводили с использованием моделирующей системы Honeywell UniSim Design [5]. Для расчета

термодинамических свойств компонентов фракций использовали метод Peng-Robinson.

Для проведения расчетов были взяты два вида нефти, а составы соответствующих дизельных фракций, поступающих на гидроочистку, получены в результате моделирования работы основной атмосферной колонны с использованием в качестве сырья этих нефтей, далее из этих дизельных фракций рассчитывался состав нестабильного гидрогенизата.

На рисунке 1 показано распределение фракций для первой из рассматриваемых нефтей (нефть1). Графики ASTM D86 разгонки нестабильного гидрогенизата, полученного из дизельных фракций 2-х нефтей, приведены на рисунке 2. Видно, что составы заметно различаются содержанием в них тяжелых фракций с температурой кипения выше 300°C, при этом потенциальное содержание в них бензиновых фракций с температурой конца кипения 180°C различалось примерно в два раза.

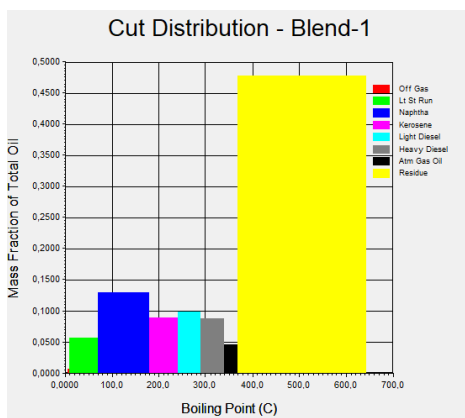


Рис. 1. Распределение фракций для сырья нефть1 (распечатка в среде Honeywell UniSim Design)

Рассматриваемая типовая колонна стабилизации гидрогенизата (рисунок 3) содержит 24 тарелки (эффективность контактного устройства 0.7), сырьё (поток г-не-

стаб) подается на 21-ую тарелку с температурой 250°C и давлением 201.3 кПа, давление верха и низа колонны 155.3 и 170 кПа соответственно.

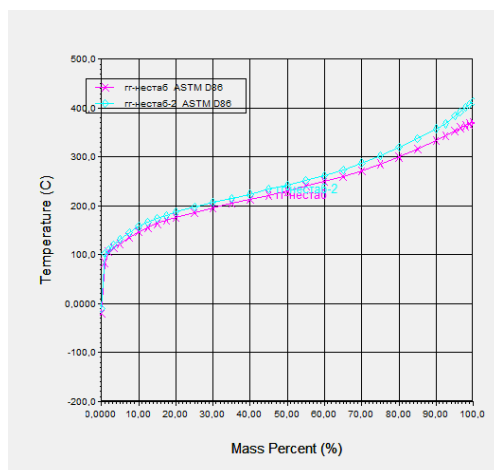


Рис. 2. Графики ASTM D86 разгонки нестабильного гидрогенизата: (а) — нефть1; (б) — нефть2 (распечатка в среде Honeywell UniSim Design)



Сходимость расчетных процессов, выполняемых средой Honeywell UniSim Design, достигается по следующим активным спецификациям: потенциальное содержание бензиновых фракций с температурой конца кипения  $T_{кк\_ASTM\_D86\_100\%} = 180^{\circ}\text{C}$ , температура верха  $T_{в}=40^{\circ}\text{C}$  и содержание в дистилляте фракций, выкипающих при температуре выше  $180^{\circ}\text{C}$ . Из аппарата отбираются углеводородные газы (поток **у/в\_газ**), бензин-отгон (поток **бензин**) и стабильный гидрогенизат (поток **гг-стаб**).

При расчете колонн с разными составами нестабильного гидрогенизата сравнивали достигаемые оценки со-

держания в дистилляте бензиновых фракций с температурой конца кипения  $180^{\circ}\text{C}$ , значения рефлюкса и температуры низа аппарата.

**Результаты и обсуждение**

Результаты расчета колонны К-201 для сырья **нефть1** приведены в таблицах 1 и 2, а для сырья **нефть2** — в таблицах 3 и 4 соответственно. Изменение температуры по высоте колонны показано на рисунке 4. Видно, что достигнуто четкое разделение газовой и бензиновой фракций от дизельного топлива, что также наглядно подтверждается сравнением графиков ASTM D86 разгонки, приведенных на рисунке 5.

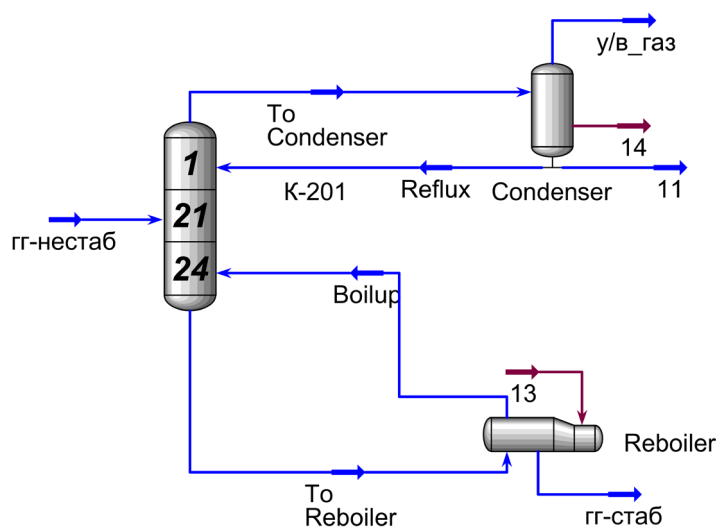


Рис. 3. Схема колонны К-201 (распечатка в среде Honeywell UniSim Design)

Сопоставление полученных расчетных данных для рассмотренных 2-х видов сырья показывает, что:

— для нестабильного гидрогенизата с низким содержанием бензиновых фракций (сырьё **нефть2**) достигается их четкое разделение (содержание в дистилляте фракций, выкипающих при температурах выше  $180^{\circ}\text{C}$ , составляет менее  $\Sigma_{180+}=0,1\%$ ) при невысоком значении флегмового числа (для приведенных расчетов  $R=1.816$ , температура низа колонны  $T_{н}=239.1\div 241.8^{\circ}\text{C}$ );

— при более высоком содержании бензиновых фракций (сырьё **нефть1**) получена оценка  $\Sigma_{180+}=1,4\%$  при  $R=6.143$  и  $T_{н}=262.9^{\circ}\text{C}$ , а для более четкого разделения требуется увеличение значения флегмового числа.

Выше отмеченное относится к колонне, имеющей 24 тарелки. Расчеты показывают, что использование аппарата с 28-ю тарелками для стабилизации гидрогенизата с низким содержанием бензиновых фракций практически не сказывается на достигаемой четкости разделения фракций, в то

Таблица 1. Рассчитанные технологические режимы колонны К-201 (нефть1) (распечатка в среде Honeywell UniSim Design)

Name	гг-нестаб	гг-стаб	у/в_газ	Бензин
Vapour	0,5966	0,0000	1,0000	0,0000
Temperature [C]	250,0	262,9	39,98	39,98
Pressure [kPa]	201,3	170,0	155,3	155,3
Molar Flow [kgmole/h]	978,9	583,5	31,30	364,1
Mass Flow [kg/h]	1,700e+005	1,242e+005	404,6	4,535e+004
Std Ideal Liq Vol Flow [m3/h]	207,5	147,0	1,345	59,25
Molar Enthalpy [kJ/kgmole]	-2,953e+005	-3,553e+005	-2,893e+004	-3,282e+005
Molar Entropy [kJ/kgmole-C]	432,6	504,8	137,1	85,08
Heat Flow [kJ/h]	-2,890e+008	-2,073e+008	-9,056e+005	-1,195e+008

Таблица 2. Рассчитанные фракционные составы потоков колонны К-201 (нефть1)  
(распечатка в среде Honeywell UniSim Design)

	гг-нестаб	гг-стаб	у/в газ	Бензин
Hydrogen	0,025359	0,000000	0,784523	0,000736
Methane	0,001937	0,000000	0,056496	0,000351
Ethane	0,001149	0,000000	0,025710	0,000879
Propane	0,002319	0,000000	0,030416	0,003619
i-Butane	0,003518	0,000000	0,025274	0,007287
n-Butane	0,003518	0,000000	0,019154	0,007813
i-Pentane	0,005290	0,000000	0,013298	0,013081
NBP[0]76*	0,032322	0,000000	0,016550	0,085482
NBP[0]88*	0,037651	0,000001	0,012242	0,100179
NBP[0]103*	0,034837	0,000004	0,006502	0,093102
NBP[0]117*	0,032380	0,000010	0,003495	0,086745
NBP[0]132*	0,045571	0,000047	0,002769	0,122217
NBP[0]146*	0,056955	0,000202	0,001905	0,152651
NBP[0]160*	0,061631	0,000833	0,001107	0,164280
NBP[0]175*	0,060673	0,007516	0,000538	0,151043
NBP[0]189*	0,063546	0,100048	0,000019	0,010502
NBP[0]204*	0,066003	0,110702	0,000000	0,000034
NBP[0]218*	0,068104	0,114248	0,000000	0,000000
NBP[0]232*	0,053766	0,090195	0,000000	0,000000
NBP[0]247*	0,056114	0,094134	0,000000	0,000000
NBP[0]261*	0,048471	0,081312	0,000000	0,000000
NBP[0]275*	0,041506	0,069628	0,000000	0,000000
NBP[0]290*	0,039542	0,066333	0,000000	0,000000

Таблица 3. Технологические режимы колонны К-201 (нефть2) (распечатка в среде Honeywell UniSim Design)

Name	гг-нестаб-2	гг-стаб-2	у/в газ-2	Бензин-2
Vapour	0,4910	0,0001	1,0000	0,0000
Temperature [C]	250,0	239,1	39,99	39,99
Pressure [kPa]	201,3	170,0	155,3	155,3
Molar Flow [kgmole/h]	928,7	700,3	31,02	197,4
Mass Flow [kg/h]	1,700e+005	1,461e+005	469,3	2,346e+004
Std Ideal Liq Vol Flow [m3/h]	205,3	173,0	1,419	30,93
Molar Enthalpy [kJ/kgmole]	-3,093e+005	-3,643e+005	-3,462e+004	-3,191e+005
Molar Entropy [kJ/kgmole-C]	451,4	468,0	139,2	76,13
Heat Flow [kJ/h]	-2,872e+008	-2,551e+008	-1,074e+006	-6,299e+007

Таблица 4. Фракционные составы потоков колонны К-201 (нефть2) (распечатка в среде Honeywell UniSim Design)

	гг-нестаб-2	гг-стаб-2	у/в газ-2	Бензин-2
Hydrogen	0,025103	0,000000	0,747103	0,000701
Methane	0,002041	0,000000	0,058779	0,000366
Ethane	0,001210	0,000000	0,029751	0,001017
Propane	0,002295	0,000001	0,038978	0,004671
i-Butane	0,003130	0,000005	0,032918	0,009534
n-Butane	0,003130	0,000008	0,025907	0,010624
i-Pentane	0,002521	0,000030	0,010282	0,010140
NBP[0]76*	0,025024	0,001750	0,020921	0,108240
NBP[0]88*	0,030634	0,003099	0,015955	0,130627
NBP[0]103*	0,030011	0,004517	0,008658	0,123817
NBP[0]117*	0,029445	0,006250	0,004673	0,115628
NBP[0]132*	0,033443	0,009841	0,002778	0,121997
NBP[0]146*	0,051792	0,020974	0,002124	0,168932
NBP[0]160*	0,056337	0,032561	0,001016	0,149380
NBP[0]175*	0,055405	0,061206	0,000157	0,043507
NBP[0]189*	0,063261	0,083666	0,000002	0,000810
NBP[0]204*	0,067201	0,089117	0,000000	0,000010
NBP[0]218*	0,069615	0,092321	0,000000	0,000000
NBP[0]232*	0,060544	0,080291	0,000000	0,000000
NBP[0]247*	0,059242	0,078565	0,000000	0,000000
NBP[0]261*	0,048496	0,064314	0,000000	0,000000
NBP[0]275*	0,043670	0,057914	0,000000	0,000000
NBP[0]290*	0,040818	0,054132	0,000000	0,000000

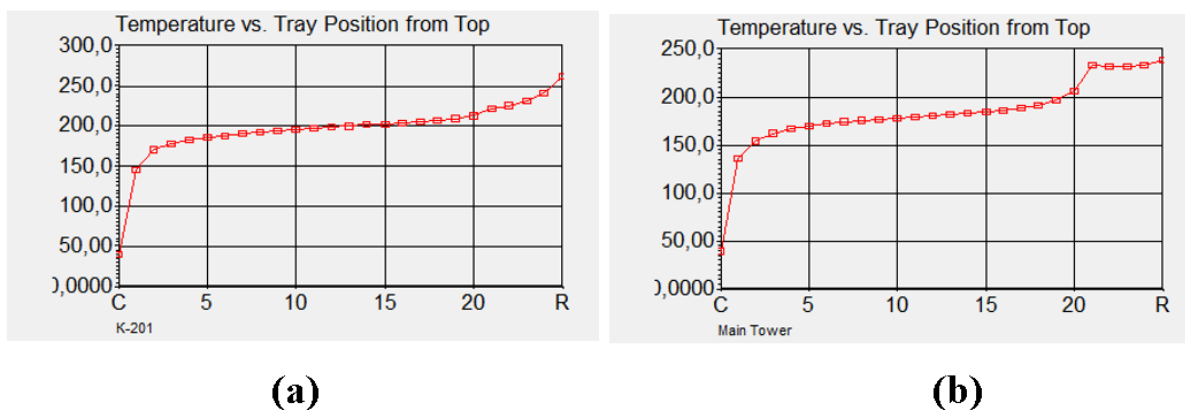


Рис. 4. График изменения температуры по высоте колонны К-201: (а) гидрогенизат (нефть1); (б) — гидрогенизат (нефть2) (распечатка в среде Honeywell UniSim Design)

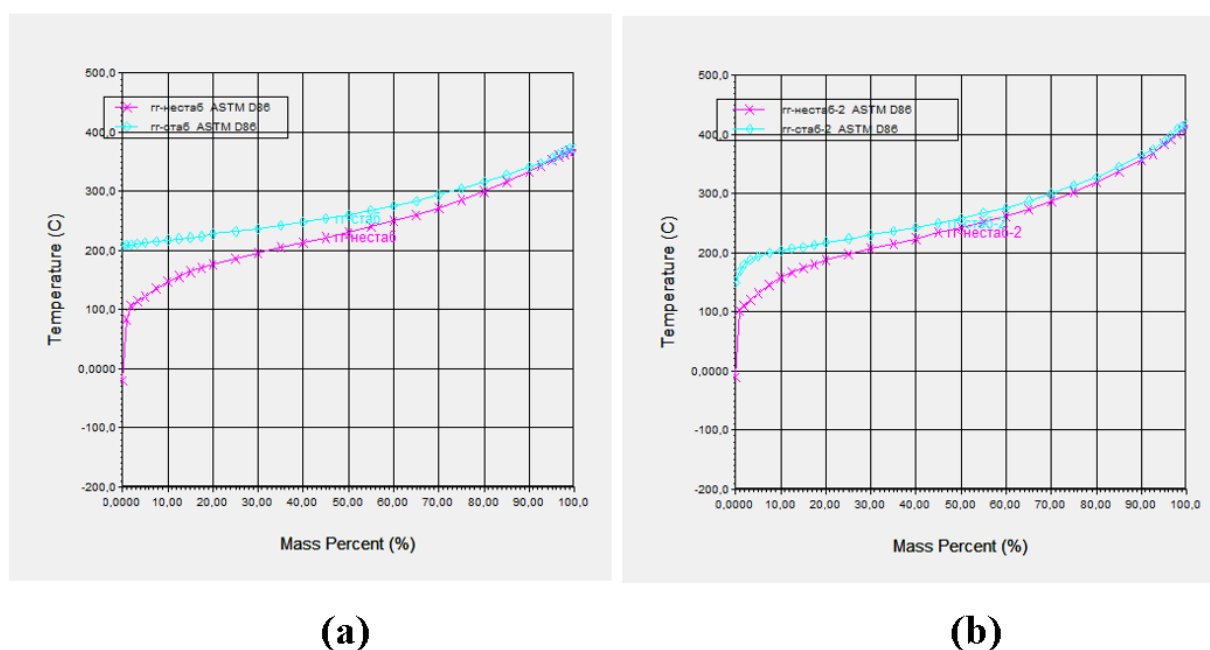


Рис. 5. Графики ASTM D86 разгонки: (а) — нестабильный (цвет красный) и стабильный (цвет синий) гидрогенизат (нефть1); (б) — нестабильный и стабильный гидрогенизат (нефть2) (распечатка в среде Honeywell UniSim Design)

время как для гидрогенизата с большим содержанием бензиновых фракций показатели, приведенные выше, достигаются при меньших значениях флегмового числа, следовательно, для рассматриваемого случая увеличенные капитальные затраты на колонну в дальнейшем будут окупаться за счет снижения эксплуатационных затрат.

#### Заключение

#### Литература:

1. Аспель, Н. Б., Демкина Г. Г. Гидроочистка моторных топлив. — М.: Химия, 1977. — 158 с.
2. Баннов, П. Г. Технология переработки нефти / П. Г. Баннов. — Москва: Изд-во ЦНИИТЭнефтехим, 2000. — 224 с.
3. Ахметов, С. А. Технология глубокой переработки нефти и газа. — Уфа: Гилем, 2002. — 669 с.
4. Мхитарова, Д. А. Новейшие достижения в технологии гидроочистки дизельных топлив / Д. А. Мхитарова, Н. Р. Саровойтова, Т. Г. Хаимова // Информационно-аналитический обзор. — Москва, 2009. — 168 с.
5. Honeywell, Unisim Design User Guide, 2013

Проведенный вычислительный эксперимент позволяет отметить, что меньшая «чувствительность» показателей работы колонны стабилизации гидрогенизата к варьированию его фракционного состава достигается при использовании аппарата с числом тарелок большим 24.

## Анализ возможности использования эксергетического подхода к оценке энергоэффективности теплоэнергетических систем

Лебедев Владимир Александрович, кандидат технических наук, профессор;  
Матвеева Анастасия Юрьевна, студент  
Санкт-Петербургский горный университет

*В статье авторы проводят анализ на тему эксергетической энергоэффективности с точки зрения экономической выгодности проектирования теплоэнергетических систем.*

*Ключевые слова: экономия эксергии, органический цикл, период окупаемости.*

Учет эксергии важен при решении многих задач, одним из которых является правильная оценка затрат на различные коммунальные услуги, поставляемые либо внешним потребителям, либо предприятиям для осуществления производственных процессов. Другой задачей является не только расчет стоимости конечных продуктов, но и расчет стоимости «энергии» на стыках между различными операциями в технологическом или энергопреобразующем объекте. Эти затраты затем могут быть применены к:

- а) инженерным / экономическим решениям, касающимся эксплуатации (и обслуживания) теплосистемы или компонента теплосистемы;
- б) технико-экономическим решениям;
- в) усовершенствованию проектных концепций и сравнению альтернатив;
- г) оптимальному дизайну;
- д) экономичному выбору компонентов системы на этапе проектирования системы, либо решению о замене или модернизации.

Эти выводы иллюстрируются результатами четырех тематических исследований, описанных в статье [1].

2. В статье [2] представлена новая область исследований, называемая экономикой эксергии, которая предлагает новый взгляд на вклад энергии в экономический рост. Подход основан на термодинамической концепции полезной эксергии. Вопреки ортодоксальной экономической теории, в этой статье утверждается, что повышение эффективности эксергии является ключевым фактором повышения производительности, а полезная эксергия — ключевым фактором экономического роста. Суммируются теоретические аргументы, лежащие в основе этих утверждений, рассматриваются недавние эмпирические работы в этой области и освещаются некоторые выводы.

3. Целью статьи [3] является определение периода окупаемости эксергетической энергии. Этот период можно использовать для энергоэффективных систем как часть более общей оценки, включающей финансовые аспекты. Для сохранения эксергетики природных ресурсов предпочтительны инвестиции с более коротким эксергетическим сроком окупаемости. Для определения эксергетической экономии энергоэффективных систем использовалась оценка эксергетического жизненного цикла. В качестве

примера была выбрана система централизованного теплоснабжения в сочетании с когенерационной установкой на природном газе. Необратимость, имеющая место в течение жизненного цикла системы из-за строительства, эксплуатации, демонтажа и переработки отходов, определяется и сравнивается с домашним центральным отоплением, также основанным на природном газе. Анализ был проведен для четырех альтернативных систем централизованного теплоснабжения. Период окупаемости эксергетической энергии, определяемый как дополнительная вложенная эксергия, разделенная на экономию эксергетической энергии, составляет от 0,07 до 1,2 года. Экономия эксергии в течение жизненного цикла варьируется от 24 % до 49 %, в основном в зависимости от плотности распределительной системы. Кроме того, различия в экономии эксергии связаны с тем, что маломасштабные альтернативы имеют меньшую газовую турбину, которая имеет более низкий эксергетический КПД по сравнению с крупномасштабными проектами. В этом исследовании нет прямой связи между эксергетическим и финансовым сроком окупаемости. Однако период финансовой окупаемости примерно на порядок выше, чем период окупаемости эксергетической. Из этого можно сделать вывод, что системы распределения тепла с эксергетическими периодами окупаемости более одного года имеют неприемлемые финансовые периоды окупаемости.

4. В работе [4] был предложен новый дизайн цикла трех поколений с использованием ресурсов солнечной энергии с использованием Therminol 66 в его параболических тепловых солнечных коллекторах. Солнечные коллекторы поглощают солнечную энергию и передают ее в органический цикл Ренкина (ORC) с рабочими жидкостями *n*-октана, *n*-пентана, *n*-гексана и *n*-гептана. Потери энергии испарителя органического цикла Ренкина использовались для создания тепловой нагрузки, а энергия конденсатора использовалась для создания охлаждающей нагрузки. В этом исследовании основным нововведением является использование конденсатора органического цикла Ренкина в качестве источника энергии для цикла абсорбционного охлаждения. Также было исследовано влияние различных жидкостей, таких как *n*-октан, *n*-гептан, *n*-пентан и *n*-гексан, на работу всей системы. Проведена валидация результатов, которая показала при-



емлемое согласие и подтверждает точность предложенной модели. Коэффициент мощности и коэффициент эксергии цикла были получены равными 32,72 и 23,83 % соответственно. Кроме того, максимальная эксергетическая деструкция предложенной трехгенерационной системы происходит в парогенераторе, генераторе цикла абсорбционного охлаждения и турбине органического цикла Ренкина на 14742 кВт, 3974 кВт и 3374 кВт с процентом эксергетического разрушения 54 %, 15 % и 12 % соответственно. В экономическом аспекте предложенной системы самая высокая стоимость приходится на испаритель абсорбционной холодильной системы — 69,71 доллара в час, а вторая и третья по величине затраты — на ППРТ и турбину с 32,4 и 30,33 доллара в час, что составляет 41 %, 19 % и 18 % от общей стоимости предлагаемой системы соответственно. Кроме того, результаты показывают, что наибольшие затраты на отходы приходятся на генератор, турбину и теплообменник SHX, которые тратят 6,639, 5,586 и 4,22 доллара в час, что составляет 34 %, 29 % и 22 % от общей стоимости отходов соответственно.

5. В исследовании [5] подробно описан подход к количественной и качественной оценке энергии. Показана необходимость исследования производственных процессов с учетом их работоспособности или эксергии рабочих сред для выявления систем, ухудшающих качество энергоресурсов. Разработанный подход может быть использован для реализации массового и энергетического балансов, а также для определения «термоэкономической» стоимости ТЭЦ.

6. В исследовании [6] изучается эксергетический анализ четырех различных конфигураций подачи в системе многоэтапного опреснения с механическим парокompрессором (MED-MVC) для определения области эксергетического разрушения в компонентах системы, после чего проводится эксергоэкономическое исследование. Рассматриваются следующие конфигурации: прямая подача (FF), обратная подача (BF), параллельная подача (PF) и параллельная / поперечная подача (PCF). Исходя из анализа, конфигурации PCF и FF требуют меньше работы для достижения равного производства дистиллята по сравнению с двумя другими конфигурациями.

В работе [7] на основе эксергетического анализа теплообмена в теплообменнике и технологического процесса были разработаны два новых эксергетических экономических критерия, которые определяются как общие затраты на единицу скорости теплопередачи для теплообменника и чистая прибыль на единицу скорости рекуперации тепла для теплообменника. Кроме того, применение критериев иллюстрируется оценкой характеристик теплообменников с нисходящим противотоком и перекрестным потоком. Используемые методы и результаты, представленные в этой статье, могут служить руководством для оценки производительности теплообменников.

Системы ORC-CHP (комбинированное производство тепла и электроэнергии на основе органического цикла Ренкина) получили широкое распространение для реку-

перации низкопотенциального тепла. В статье [8] оптимизируется и сравнивается экономия как одно из преимуществ системы ORC-CHP. Моделируются и сравниваются три системы ORC-CHP, включая SS (последовательная система), CS (конденсационная система) и SS/CS (последовательная/конденсационная система). Энерго-эксергетико-экономические модели для этих циклов разработаны с использованием генетического алгоритма, производительность системы оптимизирована с учетом максимального коэффициента прибыли от инвестиций (PRI). Результат показывает, что SS / CS имеет наивысшее значение PRI в рассматриваемых рабочих условиях. Согласно результатам экономического анализа, стоимость теплообменников занимает наибольшую долю в трех системах — более 70 %. При эксплуатации в оптимальных рабочих условиях, большая часть энергии источника тепла используется для нагрева возвратной воды, что приводит к тому, что все три системы демонстрируют низкий электрический КПД (менее 0,7 %) и высокий тепловой КПД (более 92 %).

Благодаря поиску решений для снижения потребления энергии и повышения эффективности производства электроэнергии в энергетических циклах, использование отходящего тепла энергетических циклов в системах комбинированного производства может быть полезным подходом. За счет использования бесполезной энергии циклов выработки электроэнергии можно удовлетворить потребности в охлаждении и обогреве. Таким образом, в исследовании [9] представлены энергетические, эксергетические, экономические и экологические оценки новой конфигурации комбинированной системы охлаждения, обогрева и мощности или трехгенерационной системы с паровой турбиной. Эта система включает паровой котел, паровую турбину, теплообменник, абсорбционный чиллер одностороннего действия и насосы. Кроме того, исследуются различные параметры производительности и экологических характеристик, такие как процент снижения эксплуатационных затрат, процент снижения расхода топлива, процент сокращения выбросов загрязняющих веществ, а также экономические и технические вопросы, основанные на различных температурах и давлениях на входе паровой турбины. Кроме того, были исследованы характеристики абсорбционного чиллера при различных условиях эксплуатации. Это исследование показывает, что использование системы ССНР приводит к снижению выбросов углекислого газа на 24,91 %, расхода топлива на 15,83 % и эксплуатационных расходов на 35,34 % по сравнению с традиционными системами. Кроме того, результаты показывают хорошее улучшение общей производительности системы с КПД трех поколений 82,46 %.

В статье [10] был предложен метод эксергетического экономического коэффициента, проанализирована распределенная система электроснабжения когенерации газовых турбин и рассчитаны эксергетические коэффициенты этой системы, а на их основе получен эксергетическо-экономический коэффициент этой системы при



различных ценах на природный газ. Результаты показали, что распределенная система энергоснабжения когенерации газовых турбин имеет более высокую тепловую экономию.

#### Литература:

1. Richard, A. Gaggioli, William J. Wepfer; Exergy economics — Energy, 1979.
2. Paul Edward Brockway, Steve Sorrell, Tim Foxon, Jack Miller, New insights into energy consumption and economic growth — Exergy economics, 2018.
3. R. Cornelissen, G. G. Hirs, A.B. K. Lie, P. Van Steenderen, Exergy-economics of a district heating system, 1996.
4. S. A. Fanaee, Reza Kheiri, Ali Edalati-nejad, Maryam Ghodrat; Novel design for tri-generation cycle with Parabolic Trough Collector: An exergy-economic analysis — Thermal Science and Engineering Progress, 2021.
5. F. Chedzhne, V. F. Flores, D. K. Ordonez, E. A. Botero; Exergy-economic analysis of heat power plants, 2001.
6. Mohamed, L. Elsayed, Osama Mesalhy, Ramy H Mohammed, Louis C. Chow; Performance modeling of MED-MVC systems: Exergy-economic analysis, 2018.
7. Shuangying Wu Yourong Li; Exergy-economic criteria for evaluating heat exchanger performance — Journal of Thermal Science, 2001.
8. Shiyang Teng Meiwei, Wang Huan, Xi Huan Xi Shuqi Wen; Energy, exergy, economic (3E) analysis, optimization and comparison of different ORC based CHP systems for waste heat recovery — Case Studies in Thermal Engineering, 2021.
9. Mahmood Mehregan, Reza Namdarian, Seyed Majid Hashemian, Rahmat Malek, Seyedesmail Hashemi; Energy, exergy, economic, and environmental analyses and optimization of a CCHP system with steam turbine — Energy Science and Engineering, 2021.
10. Fangqin LI, Puyan ZHENG, Jianxing REN, Weiguo PAN, Zhongzhu Qiu, Qunzhi ZHU; Thermal economy analysis on distributed power-supply system of gas turbine cogeneration, 2000.

## Нетрадиционное растительное сырье в технологии производства мучных кондитерских изделий

Пережогина Нина Николаевна, студент магистратуры;  
Тарасова Вероника Владимировна, кандидат технических наук, доцент;  
Николаева Юлия Владимировна, кандидат технических наук, доцент  
Московский государственный университет пищевых производств

Несмотря на ежегодное сокращение закупок импортного сырья для кондитерской промышленности, в течение последних лет выпуск кондитерских изделий постоянно возрастает. Это стало возможным благодаря широкому применению местных и нетрадиционных видов сырья.

В качестве нетрадиционных добавок в кондитерском производстве используют большой ассортимент сырья, который можно условно разделить на группы.

1) Белковое обогатительное сырье — сырье, в котором содержится белка не менее 25 %. Источниками белков являются продукты переработки молока: творог, пахта, сметана, молочная сыворотка, обезжиренное молоко. Молочная сыворотка в своем составе имеет биологически активные вещества, такие как ферменты, иммунные тела, пигменты, микроэлементы, углеводы и антибиотики. Также используются белковые концентраты — казеинат натрия, белок молочный и сухой.

В последние годы в кондитерской промышленности широкое применение получили белоксодержащие продукты растительного происхождения — соевая дезодо-

рированная мука (необезжиренная, полуобезжиренная, обезжиренная), соевые белковые концентраты и соевые белковые изоляты и другие бобовые культуры, содержащие в большом количестве лизин и триптофан [1, 4, 5, 7, 8, 11]. Для повышения пищевой ценности бисквитов используют муку из бобов, гороха и фасоли в количестве от 5 % до 10 % к массе муки. Применение муки из нута повышает биологическую ценность продукта [11].

2) Обогаители растительными волокнами — сырье, содержащее не более 10 %, например пшеничные отруби и пивная и квасная дробина. Эти обогаители содержат целлюлозу, гемицеллюлозу, лигнин и пектин, что является балластными веществами. Балластные пищевые вещества обладают способностью замедлять всасывание углеводов, уменьшать секрецию инсулина, выводить из организма токсичные вещества, желчные кислоты. [2] При добавлении к муке 15 % измельченной пивной дробины повышает содержание белков в мучных изделиях на 25 % и клетчатки на 4 %. К пектиносодержащему сырью относят порошкообразные полуфабрикаты: абрикосово-паточные, черноплодно-рябиновые, клюквенно-паточные

порошки, свекловичный жом, экстракт зеленого чая, микрокристаллическую целлюлозу. [2–9].

3) Комплексные обогатители — сырье, содержащее белки, жиры, углеводы, витамины, макроэлементы и микроэлементы, но белка менее 25 %, клетчатки менее 10 %. Для того, чтобы обогатить мучные изделия витаминами и минеральными веществами используют местное фруктово-ягодное сырье из яблок, абрикосов, сливы, вишни, айвы, персиков; натуральные припасы из смородины, вишни, клубники и черники; порошки из жимолости и облепихи. В отрасли кондитерской промышленности проведена большая работа по внедрению в производство нетрадиционных местных видов сырья. Благодаря их использованию удалось значительно повысить пищевую ценность и уменьшить удельный расход сахара на 1 тонну изделий. [11]. Разработаны технологии получения полуфабрикатов для кондитерских изделий. К ним относятся подварки из столовой свеклы, моркови и тыквы. Свекла, морковь являются источниками минеральных веществ,

роль которых в питании человека исключительна велика. Пектиновые вещества, содержащиеся в этих продуктах, обладают антисептическим действием и способны выводить из организма человека тяжелые металлы, токсины и радиоактивные элементы. На основе овощных пюре созданы технологии получения заварных пряников, крекера, кексов. [10]

Натуральную тыквенную муку получали в результате сушки и помола вымытых, очищенных семян. Народы, населяющие Индию, Бразилию, и Южную Америку, еще давно заметили целебную силу измельченных семечек тыквы. Данный продукт особо интересен в наши дни, когда здоровое питание выходит на первый план. **Высокая биологическая и пищевая ценность тыквенной муки в значительной степени обусловлена ее уникальным минеральным составом (мука тыквы содержит более 50 макро- и микроэлементов)** Основной химический состав муки из семени тыквы представлен в таблице 1.

Таблица 1. Химический состав муки, полученной из семян тыквы [2–5]

Наименование показателей	Столовая зимняя А-5	Витаминная	Голосеменная
Влага и летучие вещества, %	6,36	6,45	6,82
Белок, %	31,36	34,03	35,26
Липиды, %	28,42	29,19	31,79
Углеводы, %, в том числе	30,82	26,19	21,39
клетчатка	17,25	19,82	4,22
растворимые сахара	13,57	6,37	17,17
Минеральные вещества, %	3,04	4,14	4,74
Массовая доля фракций белков, %			
Альбумины	25,2	25,5	27,2
Глобулины	42,8	46,5	48,3
Глютелины	21,8	19,3	19,9
Нерастворимые белки	10,2	8,7	4,6
Аминокислотный состав, г на 100г			
Валин	4,70	4,14	4,86
Изолейцин	3,45	3,51	3,65
Лейцин	7,72	7,25	7,86
Лизин	5,53	5,58	5,93
Метионин+цистин	2,56	2,59	2,67
Треонин	6,32	6,54	7,45
Фенилаланин+тирозин	9,03	8,32	6,67
Триптофан	0,70	0,76	0,79
Сумма НАК	40,01	38,69	39,88
Аланин	8,89	10,94	10,86
Аргинин	10,55	9,54	8,53
Аспарагиновая кислота	5,48	5,67	5,71
Гистидин	1,59	1,59	1,51
Глицин	6,97	7,06	7,82
Глутаминовая кислота	14,70	14,82	13,63
Пролин	2,30	2,56	4,21
Серин	4,28	4,12	4,04
Жирнокислотный состав, %			
C <sub>16:0</sub>	14,98	15,45	11,31

C <sub>18:0</sub>	7,16	8,61	6,06
C <sub>20:0</sub>	–	–	0,44
C <sub>18:1</sub>	42,35	41,62	41,46
C <sub>18:2</sub>	35,51	34,32	40,49
C <sub>18:3</sub>	–	–	0,24
Витамины, мг/100г продукта			
Пиридоксин (B <sub>6</sub> )	0,71	0,76	0,78
Рибофлавин (B <sub>2</sub> )	0,34	0,32	0,36
Тиамин (B <sub>1</sub> )	0,22	0,23	0,24
α-токоферол	26,72	27,44	29,88
β-каротин	3,94	4,05	4,49
Макроэлементы, мг/100г			
Калий	536,74	675,95	924,15
Кальций	289,44	346,98	380,48
Магний	345,34	350,78	507,64
Натрий	14,96	14,21	16,03
Фосфор	1388,26	1946,65	2292,15
Микроэлементы, мкг/100г			
Железо	6210	6540	8220
Марганец	2730	3120	3740
Медь	960	980	1460
Цинк	6540	6980	8330

Состав муки семени тыквы уникальный, полезный и сбалансированный. Содержит легкоусвояемый белок (почти на треть состава). Тыквенный жир содержит сте-

ариновую, олеиновую, пальмитиновую, линоленовую кислоты, а также эфирное масло.

Таблица 2. Функционально-технологические свойства муки, полученной из семян тыквы выбранных сортов [3]

Наименование показателя	Столовая зимняя А-5	Витаминная	Голосеменная
Водопоглощающая способность, %	300,4	344,9	273,5
Водоудерживающая способность, г/г сырья	3,03	3,74	2,89
Жирудерживающая способность, г/г сырья	1,12	1,47	0,68
Эмульгирующая способность, мл эм./г белка	114,4	123,6	134,8

Внесение муки тыквы позволяет придать готовым изделиям пышность и воздушность, а также значительно продлить сроки хранения.

**Цель исследования.** Исследование внесения в рецептуру сахарного печенья муки из семян тыквы.

**Результаты исследования и их анализ.** В ходе лабораторных исследований изучали влияние муки из семени тыквы (МСТ) (как замена части муки пшеничной высшего сорта) в количестве до 15 %.

В результате исследований установлено, что оптимальное количество внесения муки из семени тыквы составило не более 10 %. При увеличении дозировки качество готового изделия снижалось: усиливался тыквенный вкус, мякиш приобретал не свойственный изделию оттенок (темно-зеленый цвет). Также наблюдалось снижение эластичности теста, увеличение налипаемости на рабочие органы при замесе.

Для создания качественного мучного кондитерского изделия — песочного печенья — в дальнейших исследова-

ниях для снижения содержания свободных сахаров внесли пищевые волокна.

Внесение растворимых пищевых волокон дополнительно позволило улучшить органолептические показатели — внешний вид.

Для проведения экспериментальных исследований были выбраны пищевые волокна Beneo GR и Fibruline XL.

Для дальнейших исследований было решено остановиться на пищевых волокнах «Beneo GR», вносимых в рецептуру в количестве 0,8 %.

При совместном внесении были выпечены следующие образцы печенья: контрольный образец — с внесением 0,8 % пищевых волокон «Beneo GR»; образец № 1–0,8 % пищевых волокон «Beneo GR» и 5 % МСТ; образец № 2–0,8 % пищевых волокон «Beneo GR» и 10 % МСТ; образец № 3–0,8 % пищевых волокон «Beneo GR» и 15 % МСТ.

Результаты по определению органолептических показателей образцов представлены в таблице 3.

Таблица 3. Органолептические показатели исследуемых образцов

№ образца	Вкус и запах	Цвет	Форма	Поверхность	Вид в изломе
Контроль	Выраженные, приятные, без посторонних привкусов и запахов	Светло-соломенный	Плоская, без вмятин, вздутий и повреждений края	Гладкая, с четким не расплывшимся оттиском рисунка на верхней поверхности	Пропеченное печенье с равномерной пористой структурой, без пустот и следов непромеса
1	Выраженный, приятный, с легким привкусом тыквенных семян	Светло-соломенный с зелеными вкраплениями			
2	Присутствует ярко выраженные вкус и запах семян тыквы	Соломенный, с выраженным зеленым оттенком			

Как видно из таблицы, вносимая МСТ не оказывала выраженного отрицательного влияния на готовые изделия, однако они приобретали выраженный вкус и запах тыквы, поэтому на основании органолептической оценки было предложено использовать в дальнейших исследованиях образец под номером 2 — с 0,8 % пищевых волокон «Veneo GR» и 10 % МСТ. Данное соотношение ингредиентов позволяет максимально обогатить разрабатываемые изделия при сохранении более приемлемых вкуса, запаха и цвета изделий.

Качество готовых изделий соответствовало требованиям ГОСТ по всем показателям.

В дальнейших исследованиях применяли порошок из плодов черноплодной рябины (ППЧР), как источника витаминов, а также для корректировки цвета готового изделия.

Инулин Beneo GR частично способствовал частичному отбеливанию тестовой заготовки, однако не приглушал тыквенный привкус.

Для определения органолептических показателей образцов нами был разработан дегустационный лист (табл. 4). Испытания образцов проводились комиссией в количестве 10 человек, состоящей из студентов и преподавателей кафедры. Результаты дегустационной оценки приведены на рисунке 1.

Таблица 4. Характеристика показателей для органолептической оценки

Наименование показателя	Баллы	Характеристика
Вкус и запах	5	Выраженные, приятные, с гармоничным привкусом тыквенных семян и рябины
	4	Выраженные, приятные, с недостаточно/излишне выраженными привкусами тыквенных семян и рябины
	3	Выраженные, неприятные, негармоничные
	2	Присутствуют выраженные посторонние, неприятные вкус и запах
Цвет	5	Светло-соломенный с зелеными вкраплениями
	4	Неравномерный
	3	Присутствуют посторонние оттенки
	2	Не соответствующие данному продукту
Форма	5	Не расплывчатая, без вмятин, вздутий и повреждений края
	4	С односторонним надрывом, незначительно деформированное
	3	Деформированное
	2	Расплывчатая, присутствуют вмятины, вздутия, края значительно повреждены
Поверхность	5	Шероховатая, с вкраплениями частиц используемых компонентов, не подгорелая, без вздутий. Нижняя поверхность ровная.
	4	Слегка неровная, с вкраплениями, не подгорелая, без вздутий. Нижняя поверхность ровная.
	3	Неровная, с вкраплениями, не подгорелая, без вздутий.
	2	Подгорелая, неровная, присутствуют вздутия

Вид в изломе	5	Пропеченное печенье с пористой структурой, без пустот и следов непромеса, с вкраплениями вносимых компонентов
	4	Неравномерная пористость с наличием небольших пустот
	3	Неравномерная пористость, большое количество пустот
	2	Непропеченное печенье, неравномерная пористость с пустотами и следами непромеса

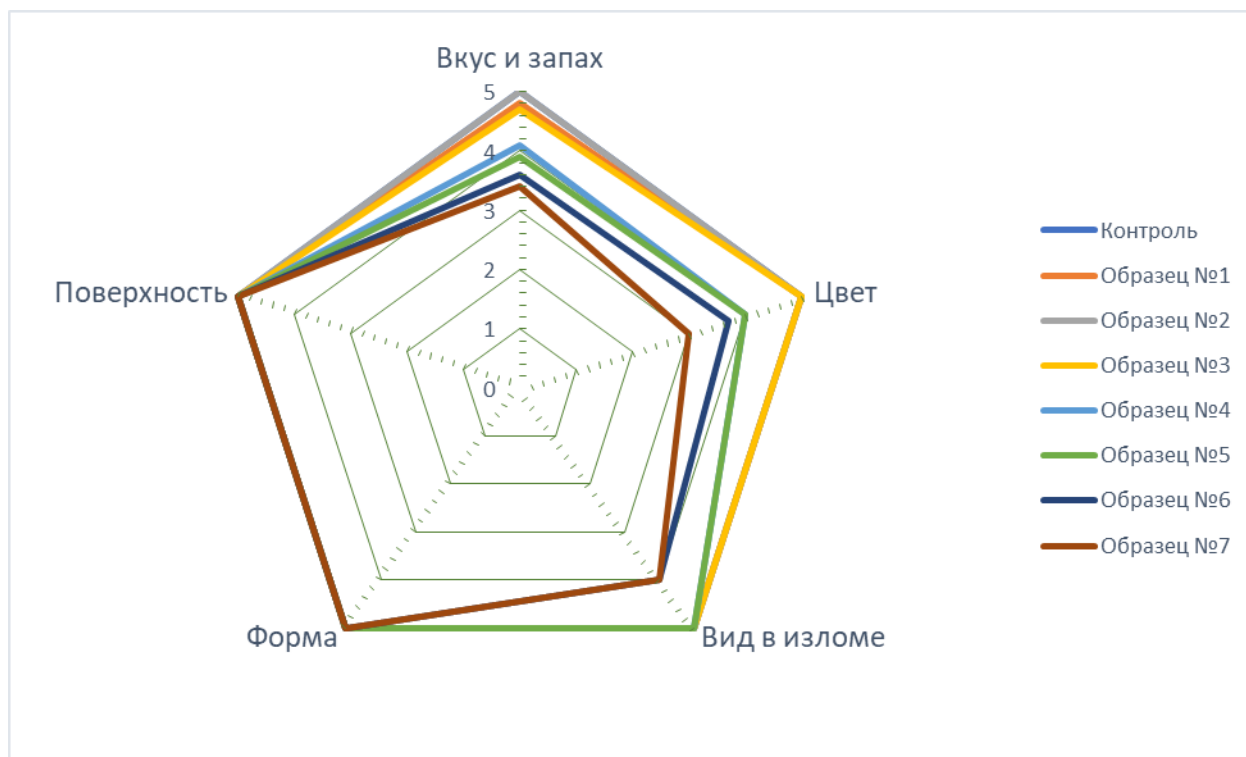


Рис. 1. Профилограммы органолептических показателей исследуемых образцов

На основании полученных результатов нами было выбрано оптимальное соотношение внесенных компонентов, максимально положительно оказывающих влияние на готовое изделие. Как видно из рисунка, профилем с наибольшей площадью, наравне с контрольным образцом, обладает образец под № 2 с 0,8 % пищевых волокон «Veneo GR», 10 % МСТ и 5 % ППЧР.

Данное соотношение также положительно сказалось на сроках хранения печенья. В результате проведенных исследований оптимальный срок хранения печенья составил 7 мес., что значительно превышает показатели ГОСТ (без внесения дополнительных консервантов).

#### Выводы

1. Проведены комплексные исследования по разработке рецептуры песочного печенья на основе применения пищевых волокон, муки из семени тыквы и порошка из плодов черноплодной рябины.

2. Выбранные пищевые волокна в установленных концентрациях способствовали улучшению свойств готового изделия — увеличению сроков сохранения свежести готового печенья.

3. Доказана возможность совместного внесения пищевых волокон, муки из семени тыквы и порошка из плодов черноплодной рябины. Установлены оптимальные дозировки внесения.

4. Установлено, что у проб с добавлением пищевых волокон «Veneo GR» в концентрации 0,8 % пищевых волокон «Veneo GR», 10 % МСТ и 5 % ППЧР сроки годности выше в 4,5 раза по сравнению с контролем.

5. Обоснованы органолептические и физико-химические показатели печенья с внесением пищевых волокон, муки из семени тыквы и порошка из плодов черноплодной рябины.

#### Литература:

1. Бакулина, О. Н. Комплексная переработка овощей и фруктов в ингредиенты для современных пищевых технологий / О. Н. Бакулина // Пищевая промышленность. — 2005. — № 5. — с. 32–34.
2. Батурина, Н. А. Влияние добавок муки бобовых культур на формирование качества хлеба из пшеничной муки: автореф..... канд. техн. наук: 05.18.15/ Батурина Наталья Анатольевна. — Санкт-Петербург: 2006. — 20 с.



3. Власова, К. В. Использование эмульгирующих свойств семян тыквы в технологии песочного полуфабриката: автореф. дис. канд. техн. наук: 05.18.15/Власова Кристина Владимировна. — Орел, 2010. — 20 с.
4. Губаненко, Г. А. Формирование качества мучных кондитерских изделий на основе комплексного исследования нетрадиционных видов растительного сырья Красноярского края: автореф.....докт. техн. наук: 05.18.15/Губаненко Галина Александровна. — Кемерово: 2015. — 32 с.
5. Дерканосова, А. А. Обогащение мучных изделий микроэлементами и витаминами путем изменения рецептурного состава МКС/А. А. Дерканосова, О. Е. Ходырева//Актуальная биотехнология. — 2012. — № 2. — с. 26–28.
6. Дубцов, Г. Г. Научные основы технологий мучных изделий для профилактического и лечебного (диетического) питания: автореф.....докт. техн. наук: 05.18.01/ /Дубцов Георгий Георгиевич. — Москва: 1995. — 68 с.
7. Игорянова, Н. А. Перспективы использования ингредиентов, содержащих пищевые волокна вторичных продуктов переработки зерна, для стабилизации структуры пищевых систем/Н. А. Игорянова, Е. П. Мелешкина// В сборнике: Практические и теоретические аспекты комплексной переработки продовольственного сырья и создания конкурентоспособных продуктов питания — основа обеспечения импортозамещения и продовольственной безопасности России: Труды 19-ой Международной научно-практической конференции, посвященной памяти В. М. Горбатова. — М.: ФГБНУ «ВНИИМП им. В. М. Горбатова», 2016. — с. 142–145
8. Ильина, О. А. Пищевые волокна — важнейший компонент хлебобулочных и кондитерских изделий [Текст] / О. А. Ильина // Хлебопродукты. — 2002. — № 9. — с. 34–36.
9. Коломникова, Я. П. Использование нетрадиционного сырья при производстве безглютеновых мучных кулинарных изделий с целью повышения пищевой ценности/ Я. П. Коломникова, Е. В. Литвинова, С. И. Анохина, Ю. А. Текутьева//Актуальная биотехнология. 2016. — № 1 (16). — с. 45–48
10. Корячкина, С. Я. Использование нетрадиционных видов муки в производстве мучных кондитерских изделий/С. Я. Корячкина// Фундаментальные исследования. — 2005. — № 8. — с. 90–92.
11. Курочкин, А. А. Технологические основы инновационного подхода к переработке семян тыквы /А. А. Курочкин, Г. В. Шабурова, И. Н. Шешнищан, Л. Ю. Кулыгина // В сборнике: Современное состояние и перспективы развития пищевой промышленности и общественного питания. Материалы V Международной научно-практической конференции. — Челябинск, 2011. с. 85–87.

## Отдельные аспекты метрологического обеспечения измерений внутренних диаметров отверстий с винтовой канавкой

Пономарь Светлана Вячеславовна, студент магистратуры  
Балтийский государственный технический университет «Военмех» имени Д. Ф. Устинова (г. Санкт-Петербург)

*В статье рассмотрены измерительные приборы, применяемые для проведения технического контроля внутренних диаметров отверстий с винтовой канавкой, поднята проблема контроля резьб и проанализированы признаки и критерии оптимальной точности измерения.*

*Ключевые слова:* калибр, внутренний диаметр, измерение, нутромер, метрологическое обеспечение.

Решение вопросов точности измерения решает метрологическое обеспечение. Например, для измерения и контроля резьбы применяют специальные резьбовые калибры, и путем свинчивания рабочей резьбы калибра с резьбовой канавкой выявляется годность последней [1]. Порядок таких процедур обычно указывается в нормативном документе каждого калибра.

Для достижения максимальной эффективности резьбовые калибры контролируются поэлементно с большей точностью с помощью различных измерительных приборов [2]. Для этого обычно используют координатно-измерительные машины и длинномеры.

Альтернативой калибрам выступают различные виды нутромеров (в зависимости от точности и конструкции).

Измерители внутреннего диаметра с тремя наконечниками (трехточечные нутромеры) калибруются с помощью установочных колец. Их отличительной особенностью является самоцентрирование относительно диаметров отверстия изделия. Более распространенные и менее дорогие устройства имеют два наконечника и калибруются с помощью измерительных блоков. Как трехточечный, так и обычный нутромер могут быть оснащены индикатором с цифровым табло, чтобы показать внутреннюю ширину отверстия, хотя некоторые датчики не используют ни того, ни другого.

Для точных измерений резьбового соединения наиболее применимы именно трехточечные нутромеры, позволяющие исключить упомянутые выше погрешности.

Трехточечные нутромеры по конструкции отличаются тем, что состоят из трех измерительных обычно линейных или сферических наконечников, расположенных под

углом  $120^\circ$  и конического штока, установленного между ними. Для измерения резьбы оснащены насадками с конусообразными наконечниками.

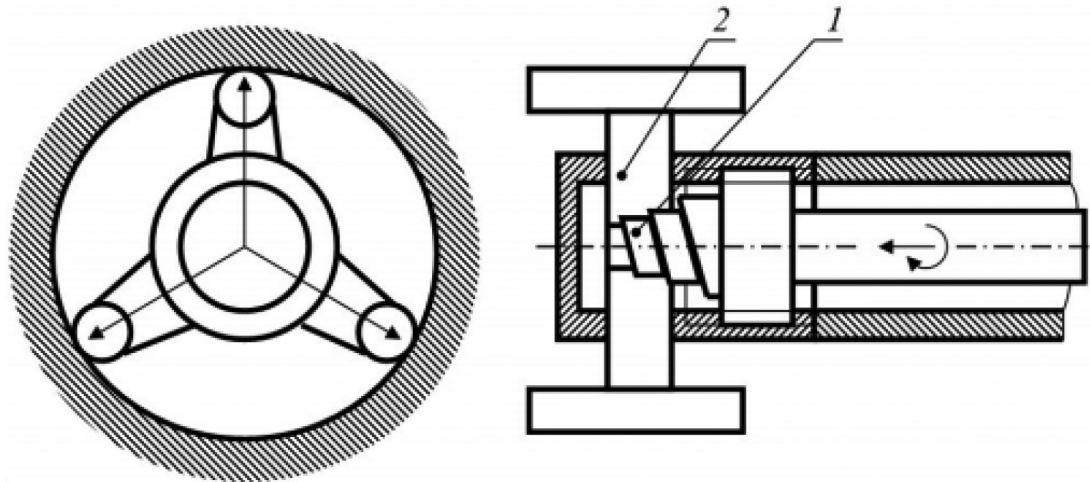


Рис. 1. Схема трехточечного нутромера [3]

На рис. 1 показана схема трехточечного нутромера. Передаточным механизмом служит конус со спиральной поверхностью 1, вращение и перемещение конуса раздвигает измерительные наконечники 2 до касания с измеряемым отверстием. Продольное перемещение конуса измеряется с помощью измерительного винта или цифрового измерительного преобразователя.

Помимо этих более широко известных типов, для специализированных измерений подходят специфические типы нутромеров для измерения внутреннего диаметра.

Телескопические нутромеры для измерения внутреннего диаметра отправляют измерения на другой инструмент, зачастую на микрометр, для отображения. Можно выявить их отличительные особенности: они недороги, просты в использовании и подходят для глубоких отверстий, но они также менее точны, чем другие типы нутромеров.

Пневматические нутромеры для измерения внутреннего диаметра просты в использовании и точны, а также удобны для измерения степени конусности отверстий. Однако их необходимо калибровать каждый раз, когда они используются.

Нутромеры для малых отверстий, доступные в вариантах с цельносферическими или полусферическими наконечниками, лучше подходят для отверстий меньшего диаметра и могут использоваться для проверки формы отверстия. Полусферические нутромеры используются, когда измерение необходимо проводить около дна отверстия.

Однако, когда дело доходит до измерения резьбовых соединений, возникает множество существенных проблем как с юридической, так и с прикладной точки зрения. Несмотря на очевидную простоту в эксплуатации, до сих пор нет четкого подхода к классификации резьбовых калибров как средств измерений в отечественной и между-

народной метрологии. Зачастую резьбовые калибры (эталоны, содержащие информацию о сложных взаимосвязях многих различных типов геометрических параметров) официально являются лишь средствами контроля, не гарантирующими правильность проверяемых резьб. В результате отсутствует схема поверки, которая строго регулирует, как единицы длины передаются от калибра к рабочей резьбе. Нет единства в отношении пригодности конкретного калибра для испытания резьбы с различной точностью. Нет четких требований к перечню параметров, необходимых для наиболее полной и объективной оценки точности изготовления резьбовых калибров и того, как они представлены.

Конечным потребителям важнейших изделий, имеющих множество резьбовых соединений, часто бывает недостаточно штампа в паспортах от метрологического отдела и отдела контроля качества. На деле это приводит к абсурдной ситуации, когда заказчик возвращает детали уже готового изделия, будь то самые незначительные винтики или гайки, для повторного измерения в метрологический отдел, желая получить не только подтверждение годности, но и максимально объективные данные о точности изготовления в числовом виде с различными испытаниями и подсчетами.

Технические и метрологические требования к резьбовым калибрам варьируются от страны к стране. Нет строгого соответствия между российскими и международными нормативными документами, а работа по внедрению единых стандартов так и не получила широкого распространения. В то же время плохая техническая оснащенность внутреннего рынка вынудила многие российские промышленные компании закупать калибры за рубежом. Практически вся нефтяная промышленность перешла на резьбовые соединения по американским стандартам API.

Российскому производству приходится полагаться на зарубежные метрологические ресурсы и тратить дополнительные деньги на транспортировку и пересылку. Возникает целый ряд проблем в случае, когда некоторые предприятия выпускают изделия с уникальными резьбовыми соединениями. Становится невозможно контролировать свойства изделия объективно и точно с использованием стандартных калибров. Предприятия вынуждены изготавливать калибры своими силами, а официальные подтверждения только внутренних специалистов организации зачастую не полностью удовлетворяют заказчиков.

Зарубежные национальные метрологические институты, помимо ВНИИМ, имеющие возможность качественных измерений резьбового соединения, насчитываются не более десятка. И активных продвижений по увеличению их количества в этой отрасли не наблюдается. И дело вовсе не в трудностях или отсутствиях возможностей, а скорее в том, что проблема мало освещается и затрагивается недостаточно широко. Метрологическое обеспечение резьбовых соединений требует пристального взгляда на поднимаемые вопросы по контролю и калибрам.

В Российской Федерации действует около 100 региональных центров стандартизации и методик измерений [4]. Около трети из них предлагают услуги по измерению резьбы. В то же время большинство лабораторий работают на небольших площадях, где номенклатура ка-

либровочных приборов ограничена. Оборудование для измерения лучше всего работает только на крупных промышленных предприятиях, где производство пользуется спросом, но оно мало влияет на общую картину. В то же время спрос на сертифицированные резьбовые калибры неуклонно растет.

В отличие от разнообразия резьбовых калибров, нутромеры зависят лишь от размеров измеряемого изделия, будь то внешний, внутренний диаметр или резьба. Измерения с их помощью не только более точны и способны выявлять годность и негодность изделия, но и в числовом виде доносить информацию, где и какие отклонения были допущены, что позволяет сделать вывод, что они гораздо эффективней выявляют ошибки изготовления.

Однако в стандартном производстве номенклатуры большими партиями лучше применять калибры. Качественные нутромеры имеют существенно более высокую стоимость, чем обычные калибры, а также обязывают иметь соответствующие знания их эксплуатации. Поэтому наиболее эффективно их применять для замеров изделий, которые требуют повышенной точности.

Из чего можно сделать вывод, что для проведения качественных измерений внутреннего диаметра отверстий любого вида (в том числе с винтовой канавкой), специалисту необходимо не только учитывать экономические факторы, но и конструкции измеряемых деталей, конфигурацию, размеры, допуски и требования к точности, расчетное время, а также объем предполагаемых работ.

#### Литература:

1. Новиков, А. К. Калибры для контроля резьбы: учеб.-метод. пособие для студентов технических специальностей / А. К. Новиков, О. А. Суханова // М-во образования Респ. Беларусь; Белорус. гос. ун-т трансп. — Гомель: БелГУТ, 2014. — 52 с.
2. Сурков, И. В. Разработка методики координатных измерений резьбовых конических калибров / И. В. Сурков, Е. А. Суркова, А. И. Буртовая и др. // Труды. — 2015. — Т. 25. — с. 478–486.
3. Петров, А. В. Исследование деформации велосипедных втулок при натяжении спиц / А. В. Петров, А. А. Логинов // Неделя науки СПбПУ. — 2018. — с. 332–335.
4. Димов, Ю. В. Метрология, стандартизация и сертификация. Учебник для вузов. 4-е изд. Стандарт третьего поколения. // Издательский дом «Питер», 2021. — 496 с.

## Дальнейшие перспективы развития автомобильной промышленности большегрузных и малотоннажных автопоездов

Соловьева Ольга Юрьевна, аспирант  
Волгоградский государственный технический университет

*Ключевые слова:* автомобильная промышленность, автопоезд, двигатель.

**В** настоящее время автопоездом или автомобильным поездом считается комбинированное многозвенное транспортное средство, состоящее из автомобиля-тягача

и прицепа (в таком случае он называется прицепным автопоездом) или полуприцепа (в таком случае он называется седельным автопоездом).

Автомобильные поезда могут быть сформированы из различных транспортных средств, например, грузовых, пассажирских и легковых.

Вспомним, что первый полуприцеп был создан в Америке. Его изобретение приписывается Августу Чарльзу Фрюхауфу, создателю корпорации «Fruehauf».

В 1914 году один из его клиентов попросил перевезти лодку. Фрюхауф и его компаньон Нойман решили помочь, и попросили заказчика дать им немного времени на выполнение его просьбы. У клиента был автомобиль Ford Model T. Итогом работы стало решение, сделавшее настоящий переворот в сфере грузоперевозок.

В настоящее время популярность полуприцепов и тягачей во всем мире объясняется следующими факторами:

— процесс сцепки и расцепки современных полуприцепов происходит достаточно легко и быстро, что существенно экономит время перевозчика;

— автопоезда, обладающие хорошей маневренностью, могут развивать достаточно большую скорость на шоссе с хорошим покрытием;

— полуприцепы комфортабельны благодаря своей возможности отложенной разгрузки. Во время ожидания грузчиков или освобождения места на складе водитель тягача может поехать выполнять другой заказ с другим полуприцепом;

— в случае неисправности, поломки тягача груз можно перевезти другим тягачом. При этом нет необходимости перегрузки груза на другое транспортное средство;

— огромное разнообразие всевозможных полуприцепов позволяет выполнить практически любую задачу и перевезти даже самый специфичный груз.

В настоящее время также набирают популярность малотоннажные автопоезда, обладая достоинствами большегрузных автопоездов, помимо этого они обладают следующими достоинствами:

1. Наличие любых прав на автомобиль дает возможность управлять легковым автомобилем с прицепом.

2. Маневренность, в настоящее время дороги в городах очень перегружены, дороги в сельской и гористой местности тоже очень узкие и не всегда хорошего качества.

3. Изнашиваемость дорог снижается в отличие от различных большегрузных грузовиков.

4. Экологичность, использование более современного экологически чистого горючего для легковых автомобилей, по сравнению с грузовиками.

5. Экономичность, окупается использование прицепа за один сезон.

Таким образом с уверенностью можно сказать, что дальнейшее развитие автопоездов как большегрузных, так и малотоннажных будет продолжаться и совершенствоваться. Будет улучшаться их маневренность, экономичность, наверняка будут добавляться новые типы прицепов и полуприцепов, в зависимости от новых нужд потребителей этих видов транспорта. Думаю, что очень скоро появятся и автопоезда-беспилотники, недавно «в США разработали фуру-беспилотник. Она перевезла

коммерческий груз на расстояние больше 190 километров.

Что касается самих автомобилей, в настоящее время ведутся разработки различного вида топлива. В «Российской газете» от 25 февраля 2006 г. была опубликована статья ««Мерседес» на семечках», в которой рассказывается о кубанском умельце, придумавшем двигатель, работающий на подсолнечном масле: «...Отставной капитан Николай Тоскин из поселка Ахтырский Абинского района решил техническую задачу, над которой до него бились американские и немецкие изобретатели: придумал такой двигатель, который может работать на самых разных видах топлива, в том числе на растительном масле. Идею свою он вынашивал двадцать лет. И начал он с хождения по библиотекам, перелопачивать техническую литературу и оказалось, что его идея не бредовая, над ней уже несколько десятков лет бились научно-исследовательские институты США, Англии и Германии. Ему пришла в голову мысль использовать «процесс детонации», т. к. по его подсчетам выходило, что при этом скорость возгорания возрастет в сотни раз и тогда гореть может практически все. В 1995 г. он поехал в Москву и представил свои расчеты и соображения в научно-исследовательский институт, его заявка была принята. Через 3 года после тщательной экспертизы получил патент. Свою идею воплотил в жизнь только спустя ряд лет. Так, из купленного в складчину трактора «Т-34» и его двигателя начали конструировать новый тип двигателя, чтобы убедиться, что двигатель может в реальности работать «на взрыве». В этом двигателе отсутствуют форсунки, коленвал, топливная аппаратура. Смесь готовится вне цилиндра. Соотношение объемов воздуха к топливу 50: 1 (в старых — 15: 1). «... Двигатель завелся сразу же, обороты у него были такие, что думали трактор разлетится, но потом проехали на нем по сельской улице. Затем заливали в двигатель спирт, ацетон, растворитель и др., машина работала» ... Сейчас на заводе Седина приступили к изготовлению деталей для нового варианта двигателя: типа турбины, дискообразного, в котором нет коленвала и шатунов».

Кроме таких экзотических видов топлива рассматривается в качестве топлива природный сжиженный газ, водород и другие виды топлива. Также хотелось бы отметить, что в последнее время набирают популярность электромобили.

В настоящее время автомобильная промышленность считается главной отраслью машиностроения в экономике многих стран. Так происходит из-за следующих факторов:

— автомобильная промышленность во всех развитых странах относится к числу наиболее прибыльных отраслей. Она способствует повышению товарооборота и приносит в казну государств значительный доход от продаж, как на внутреннем, так и на внешнем рынке;

— она является наукоемкой и высокотехнологичной. Благодаря ей многие другие отрасли и предприятия которых выполняют ее заказы. Новые разработки, вводимые



в автомобильной промышленности, неизбежно заставляют эти отрасли совершенствоваться и свои производства;

— ввиду того, что таких отраслей довольно большое количество, то в итоге наблюдается подъем многих отраслей промышленности, а, следовательно, и экономики в целом;

— автомобильная промышленность является стратегически важной отраслью;

— требуется все больше и больше автомобилей для решения различных хозяйственных задач, что увеличивает выпуск продукции.

В настоящее время в ряде секторов автомобильному транспорту отсутствует альтернатива. Это розничная торговля, перевозка дорогостоящих и срочных грузов на малые и средние расстояния, транспортное обеспечение производственной логистики, малого бизнеса. Эффективность и темпы экономических реформ определяются эффективностью автотранспорта, а следовательно, сдерживание развития автомобильного транспорта равнозначно торможению экономического развития и структурных преобразований.

#### Литература:

1. Зигуненко, С. Н. 1000 увлекательных рассказов о машинах / С. Н. Зигуненко. — М.: Астрель: АСТ, 2002. — 287 с.
2. Рубец, А. Д. История автомобильного транспорта России: учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по направлениям подгот. дипломир. специалистов «Эксплуатация назем. трансп. и трансп. оборуд.» и «Орг. перевозок и упр. на трансп». / А. Д. Рубец. — 2-е изд., стереотип. — М.: Academia, 2004. — 299 с.
3. История американских автомобилей. — Текст: электронный // История американских автомобилей: [сайт]. — URL: <http://america-cars.ru/> (дата обращения: 15.12.2021).
4. Бернацкий, В. И. и др. Развитие автомобильных транспортных средств. — М.: Транспорт, 1984.
5. Краткий автомобильный справочник НИИАТ. — М.: Транспорт, 1994.
6. Якобашвили, А. М. Специализированный подвижной состав для грузовых автомобильных перевозок / А. М. Якобашвили, В. С. Олитский, А. Л. Цеханович. — М.: Транспорт, 1988.
7. В США беспилотный грузовик перевез коммерческий груз на 190 километров. — Текст: электронный // Российская газета: [сайт]. — URL: <https://rg.ru/2016/11/13/v-ssha-bespilotnyj-gruzovik-perevez-kommercheskij-gruz-na-190-kilometrov.html> (дата обращения: 15.12.2021).
8. Епифанов, В. В. История автомобилестроения: учебное пособие / В. В. Епифанов. — Ульяновск; УлГТУ, 2019. — 215 с.
9. Виды грузовых автомобилей и прицепов для перевозки. — Текст: электронный // [svezem.ru](http://svezem.ru/): [сайт]. — URL: <https://svezem.ru/article/vidy-gruzovyh-avtomobiley-i-pricepov-dlya-perevozki/> (дата обращения: 15.12.2021).

## Использование реакции конверсии водяного газа (WGS) для удаления CO из водородсодержащего газа установки каталитического риформинга бензиновых фракций

Страхов Богдан Геннадьевич, магистрант;

Хабибрахманова Оксана Валерьевна, кандидат химических наук, доцент;

Попов Сергей Васильевич, кандидат технических наук, доцент

Филиал Самарского государственного технического университета в г. Новокуйбышевске (Самарская обл.)

*Рассматривается состав водородсодержащего газа (ВСГ) установки каталитического риформинга бензиновых фракций, в котором возможно присутствие монооксида углерода (CO). Его наличие может быть причиной отравления катализатора низкотемпературной изомеризации. Для удаления монооксида углерода из ВСГ моделируется возможность проведения реакции конверсии водяного газа с использованием системы Honeywell UniSim Design.*

**Ключевые слова:** каталитический риформинг, катализатор, водородсодержащий газ, монооксид углерода, реактор, моделирование, Honeywell UniSim Design.

#### Введение

На установках каталитического риформинга из прямогонных бензиновых фракций получают дистилляты, используемые как высокооктановые компоненты товарных бензинов, или индивидуальные ароматические углеводороды.



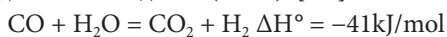
Важной особенностью процесса является одновременный синтез водородсодержащего газа, применяемого во многих гидрогенизационных процессах [1].

Основные компоненты, входящие в состав ВСГ, приведены в таблице 1. Результаты промышленных лабораторных анализов показывают на возможность присутствия в ВСГ малых количеств CO (до 0.3 ppm). При использовании такого ВСГ на установке низкотемпературной изомеризации происходит отравление катализатора, следовательно необходим узел очистки ВСГ от присутствия CO или блок метанизации.

Таблица 1. Компоненты смеси ВСГ (используются идентификаторы среды Honeywell UniSim Design)

Hydrogen
Methane
Ethane
Propane
i-Butane
n-Butane
i-Pentane
n-Pentane
H2O
CO
CO2
Nitrogen
Ammonia
H2S

Для конверсии CO в промышленных масштабах (производство водорода, аммиака и другие) используют реакцию водогазового сдвига (WGS) [2,3]



WGSR — гетерогенный экзотермический процесс (при адиабатических условиях происходит разогрев на 10–12°C на превращенный 1 %об. CO) с эквимолярной реакцией пара и монооксида углерода, константа равновесия которой уменьшается с ростом температуры, и, соответственно, низкие температуры способствуют высоким конверсиям CO, а подача пара в количестве, превышающем стехиометрическое, также увеличивает конверсию CO. Реакция WGS проводится с использованием различных катализаторов на основе оксидов Fe, Cu, Zn, Ce, Cr, Co, Ni и их комбинаций [4–6], в частности при температурах ниже 180°C на высокоактивном оксидном катализаторе Cu-Zn-Al(Cr).

Удалить присутствие CO в ВСГ также можно с помощью реакции метанирования с потреблением водорода, но этот способ не является предпочтительным.

**Цель работы** — оценка возможности использовать реакцию конверсии водяного газа (WGSR) для удаления CO из технологического потока ВСГ.

#### Методы

Проведение исследования основывается на вычислительном эксперименте с использованием моделирующей системы Honeywell UniSim Design [7].

В таблице 2 приведен компонентный состав ВСГ, который ниже используется для двух вариантов расчета — узла паровой конверсии метана и отдельного реактора WGSR. Рассмотрение первого варианта исходит из того, что в составе ВСГ присутствуют метан и монооксид углерода, и их превращения предлагается провести паровой конверсией с использованием известных промышленных катализаторов и технологических режимов аппаратов [2–6]. На целесообразность моделирования второго варианта указывает то, что в ВСГ содержание CO достаточно мало (доли ppm) и имеются промышленные катализаторы низкотемпературной конверсии монооксида углерода.

Таблица 2. Компонентный состав ВСГ (используются идентификаторы среды Honeywell UniSim Design)

	Mole Fractions
Hydrogen	0,947226
Methane	0,030101
Ethane	0,005600
Propane	0,002400
i-Butane	0,000400
n-Butane	0,000400
i-Pentane	0,000100
n-Pentane	0,000100
H2O	0,000000
CO	0,000023
CO2	0,000149
Nitrogen	0,008400
Ammonia	0,000000
H2S	0,005100

Результаты и обсуждение

**Узел паровой конверсии метана, присутствующего в ВСГ**

На рисунке 1 показана модель типовой технологической схемы узла паровой конверсии метана, сформированная в среде Honeywell UniSim Design.

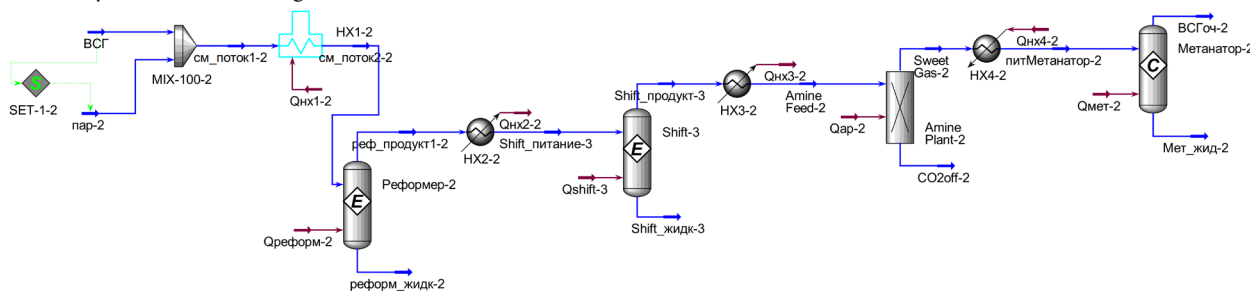


Рис. 1. Технологическая схема узла паровой конверсии метана (распечатка в Honeywell UniSim Design)

Входной поток **ВСГ** смешивается с потоком водяного пара **пар-2** и после нагрева в печи **НХ1-2** до 760°C подается в равновесный реактор **Реформер-2**, в котором протекают реакции:

Component	Mole Wt.	Stoich Coeff
Methane	16,043	-1,000
H2O	18,015	-1,000
CO	28,011	1,000
Hydrogen	2,016	3,000

с константами равновесия:

K Table			
T	Keq	KCalc	% Error
595,0	0,5000	0,5037	-0,7
650,0	3,000	2,917	2,8
705,0	14,00	14,47	-3,4
760,0	63,00	62,63	0,6
815,0	243,0	239,8	1,3
870,0	818,0	823,2	-0,6

Технологические режимы и составы потоков реактора Реформер-2 приведены в таблицах 3 и 4.

Таблица 3. Технологические режимы реактора Реформер-2 (распечатка в среде Honeywell UniSim Design)

Name	см_поток2-2	реформ_жидк	реф_продукт
Vapour	1,0000	0,0000	1,0000
Temperature [C]	760,0	760,0	760,0
Pressure [kPa]	510,0	440,0	440,0
Molar Flow [kgmole/h]	2,226e+004	0,0000	2,265e+004
Mass Flow [kg/h]	3,065e+005	0,0000	3,065e+005
Std Ideal Liq Vol Flow [m3/h]	479,5	0,0000	493,2
Molar Enthalpy [kJ/kgmole]	-1,475e+005	-1,434e+005	-1,434e+005
Molar Entropy [kJ/kgmole-C]	195,5	195,1	195,1
Heat Flow [kJ/h]	-3,285e+009	-0,0000	-3,247e+009

Таблица 4. Составы потоков реактора Реформер-2 (распечатка в среде Honeywell UniSim Design)

	см_поток2-2	реформ_жидк-2	реф_продукт1-2
Hydrogen	0,270636	0,297545	0,297545
Methane	0,008600	0,000026	0,000026
Ethane	0,001600	0,001573	0,001573
Propane	0,000686	0,000674	0,000674
i-Butane	0,000114	0,000112	0,000112
n-Butane	0,000114	0,000112	0,000112
i-Pentane	0,000029	0,000028	0,000028
n-Pentane	0,000029	0,000028	0,000028
H2O	0,714286	0,687631	0,687631
CO	0,000007	0,002252	0,002252
CO2	0,000043	0,006226	0,006226
Nitrogen	0,002400	0,002360	0,002360
Ammonia	0,000000	0,000000	0,000000
H2S	0,001457	0,001433	0,001433

Далее поток с верха аппарата, пройдя холодильник HX2-2 и снизив температуру до 427°C подается в равновесный WGSР реактор Shift-3, где проводится взаимодействие CO и паров воды:

Component	Mole Wt.	Stoich Coeff
CO	28,011	-1,000
H2O	18,015	-1,000
Hydrogen	2,016	1,000
CO2	44,010	1,000

Оценки равновесных констант скорости имеют вид

K Table	
T	Keq
93,3	4830
148,9	856,0
204,4	228,6
232,2	132,1
260,0	80,95
287,8	52,16
315,6	35,08

Режимы и составы потоков реактора приведены в таблицах 5 и 6.

Таблица 5. Технологические режимы реактора Shift-3 (распечатка в среде Honeywell UniSim Design)

Name	Shift_питание	Shift_жидк-3	Shift_продукт
Vapour	1,0000	0,0000	1,0000
Temperature [C]	427,0	430,0	430,0
Pressure [kPa]	416,0	346,0	346,0
Molar Flow [kgmole/h]	2,265e+004	0,0000	2,265e+004
Mass Flow [kg/h]	3,065e+005	0,0000	3,065e+005
Std Ideal Liq Vol Flow [m3/h]	493,2	0,0000	494,4
Molar Enthalpy [kJ/kgmole]	-1,558e+005	-1,557e+005	-1,557e+005
Molar Entropy [kJ/kgmole-C]	181,1	182,8	182,8
Heat Flow [kJ/h]	-3,528e+009	-0,0000	-3,527e+009

Таблица 6. Составы потоков реактора Shift-3 (распечатка в среде Honeywell UniSim Design)

	Shift_питание-3	Shift_жидк-3	Shift_продукт-3
Hydrogen	0,297545	0,299429	0,299430
Methane	0,000026	0,000026	0,000026
Ethane	0,001573	0,001573	0,001573
Propane	0,000674	0,000674	0,000674
i-Butane	0,000112	0,000112	0,000112
n-Butane	0,000112	0,000112	0,000112
i-Pentane	0,000028	0,000028	0,000028
n-Pentane	0,000028	0,000028	0,000028
H2O	0,687631	0,685747	0,685746
CO	0,002252	0,000367	0,000367
CO2	0,006226	0,008111	0,008111
Nitrogen	0,002360	0,002360	0,002360
Ammonia	0,000000	0,000000	0,000000
H2S	0,001433	0,001433	0,001433

С верха реактора Shift-3 поток после охлаждения до 36°C в холодильнике НХ3–2 поступает на выделение из него CO<sub>2</sub> в аппарат Amine Plant-2. Далее технологический поток нагревается до 260°C в теплообменнике НХ4–2 и подается в конверсионный реактор Метанатор-2, где протекают реакции

Component	Mole Wgt.	Stoich Coeff
CO	28,011	-1,000
Hydrogen	2,016	-3,000
H2O	18,015	1,000
Methane	16,043	1,000

и происходит полное конвертирование СО.

Режимы и составы потоков этого реактора показаны в таблицах 7 и 8.

Таблица 7. Технологические режимы реактора Метанатор-2 (распечатка в среде Honeywell UniSim Design)

Name	питМетанато	Мет_жид-2	ВСГоч-2
Vapour	1,0000	0,0000	1,0000
Temperature [C]	260,0	280,0	280,0
Pressure [kPa]	276,0	251,0	251,0
Molar Flow [kgmole/h]	2,256e+004	0,0000	2,254e+004
Mass Flow [kg/h]	3,039e+005	0,0000	3,039e+005
Std Ideal Liq Vol Flow [m3/h]	491,1	0,0000	490,7
Molar Enthalpy [kJ/kgmole]	-1,623e+005	-2,638e+005	-1,618e+005
Molar Entropy [kJ/kgmole-C]	174,8	105,6	176,9
Heat Flow [kJ/h]	-3,661e+009	-0,0000	-3,647e+009

Таблица 8. Составы потоков реактора Метанатор-2 (распечатка в среде Honeywell UniSim Design)

	питМетанатор-2	Мет_жид-2	ВСГоч-2
Hydrogen	0,300570	0,002621	0,299687
Methane	0,000026	0,000001	0,000394
Ethane	0,001579	0,000003	0,001580
Propane	0,000677	0,000001	0,000677
i-Butane	0,000113	0,000000	0,000113
n-Butane	0,000113	0,000000	0,000113
i-Pentane	0,000028	0,000000	0,000028
n-Pentane	0,000028	0,000000	0,000028
H2O	0,688356	0,997190	0,689231
CO	0,000368	0,000000	0,000000
CO2	0,008142	0,000184	0,008148
Nitrogen	0,000000	0,000000	0,000000
Ammonia	0,000000	0,000000	0,000000
H2S	0,000000	0,000000	0,000000

В результате работы узла выход водорода в ВСГ увеличился с 12148 кг/час до 13620 кг/час при полном отсутствии в потоке CO.

**Вариант использования WGSР реактора**

На рисунке 2 приведена модель WGSР реактора. Расход и состав потока.

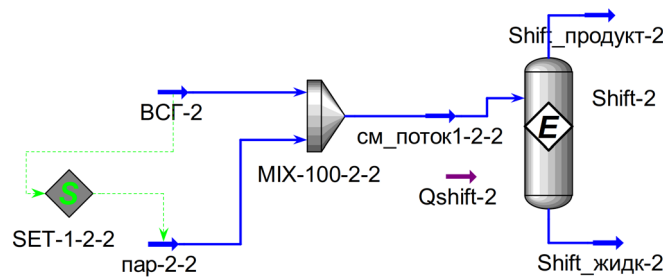


Рис. 2. Технологическая схема WGSР реактора (распечатка в Honeywell UniSim Design)

см\_поток1-2-2 аналогичны потоку см\_поток1-2-2 из рисунка 1. Реактор Shift-2 равновесный, в нем протекает реакция

Component	Mole Wt.	Stoich Coeff
CO	28,011	-1,000
H2O	18,015	-1,000
Hydrogen	2,016	1,000
CO2	44,010	1,000

Для использования термодинамических и кинетических закономерностей реакции конверсии водяного газа в промышленном масштабе для удаления CO из ВСГ необходимо использовать низкотемпературный сдвиг (LTS) при температуре порядка 200°C с катализатором на основе меди. Типичный состав коммерческого катализатора LTS составляет 32–33 % CuO, 34–53 % ZnO, 15–33 % Al 2O3. Активный каталитический компонент — CuO. Назначение ZnO — обеспечение структурной поддержки и предотвращение отравления меди серой. Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> предотвращает диспергирование и усадку гранул [2–6].

В таблицах 9 и 10 показаны расчетные оценки режимов и потоков рассматриваемого одиночного реактора. При полученных режимах значительно уменьшается содержание CO в ВСГ, но это достигается при низких температурах порядка 20°C, при этом скорость реакции будет очень низкой для промышленных условий проведения процесса.



Таблица 9. Технологические режимы реактора Shift-2 (распечатка в среде Honeywell UniSim Design)

Name	см_поток1-2-	Shift_жидк-2	Shift_продукт
Vapour	1,0000	0,0000	1,0000
Temperature [C]	25,04	26,00	26,00
Pressure [kPa]	520,0	420,0	420,0
Molar Flow [kgmole/h]	6363	0,0000	6363
Mass Flow [kg/h]	2,003e+004	0,0000	2,003e+004
Std Ideal Liq Vol Flow [m3/h]	192,5	0,0000	192,5
Molar Enthalpy [kJ/kgmole]	-3338	-2,858e+005	-3310
Molar Entropy [kJ/kgmole-C]	114,6	54,08	116,5
Heat Flow [kJ/h]	-2,124e+007	-0,0000	-2,106e+007

Таблица 10. Составы потоков реактора Shift-2 (распечатка в среде Honeywell UniSim Design)

	см_поток1-2-2	Shift_жидк-2	Shift_продукт-2
Hydrogen	0,946990	0,000155	0,947006
Methane	0,030093	0,000000	0,030093
Ethane	0,005599	0,000000	0,005599
Propane	0,002399	0,000000	0,002399
i-Butane	0,000400	0,000000	0,000400
n-Butane	0,000400	0,000000	0,000400
i-Pentane	0,000100	0,000000	0,000100
n-Pentane	0,000100	0,000000	0,000100
H2O	0,000250	0,998733	0,000234
CO	0,000023	0,000000	0,000007
CO2	0,000149	0,000011	0,000165
Nitrogen	0,008398	0,000015	0,008398
Ammonia	0,000000	0,000000	0,000000
H2S	0,005099	0,001086	0,005099

### Заключение

Проведенный вычислительный эксперимент по расчету вариантов технологической схемы удаления CO из потока ВСГ показал, что при использовании существующих LTS катализаторов промышленное решение возможно только при использовании технологической схемы паровой конверсии метана.

### Литература:

1. Ахметов, С. А. Технология и оборудование процессов переработки нефти и газа. Санкт-Петербург: Недра, 2006г. — 868 с.
2. Ильин, А. А., Бабайкин Д. В., Смирнов Н.Н, Ильин А. П. Проблемы низкотемпературной конверсии монооксида углерода водяным паром в водород в производстве аммиака // Известия высших учебных заведений. Химия и химическая технология, 2013, т. 56 (12), с. 3–14.
3. Ильин, А. А. Исследование зарубежных катализаторов низкотемпературной конверсии монооксида углерода и перспективы модернизации отечественных катализаторов // Рос. хим. ж. (Ж. Рос. хим. об-ва им. Д. И. Менделеева), 2019, т. LXIII, № 2, с. 37–44.
4. Баронская, Н. А. Одностадийный процесс паровой конверсии монооксида углерода: катализаторы и организация катализаторного слоя. — Дисс. канд. техн. наук — Новосибирск, 2008. — 123 с.
5. Козлов, С. П. Численное моделирование химических превращений водородсодержащих газов в микроканалах. — Дисс. канд. ф-м наук — Новосибирск, 2010. — 120 с.
6. Островский, А. С. Математические методы и моделирование при исследовании нестационарных гетерогенно-каталитических химико-технологических процессов. — Дисс. канд. техн. наук — Пермь, 2000. — 129 с.
7. Honeywell, Unisim Design User Guide, 2013

## Моделирование задачи многопериодного транспортного потока

Тарасова Татьяна Александровна, аспирант  
Волгоградский государственный технический университет

В статье приведен обзор математических подходов моделирования транспортных потоков, рассмотрена модель и пример задачи многопериодного потока (динамической сети).

### Введение

Динамика городского населения имеет устойчивую тенденцию к росту. Вместе с ростом городских агломераций увеличивается количество транспортных единиц пассажирского, грузового и личного транспорта. Согласно статистике, в крупных городах доля личного транспорта составляет более 50 % и имеет тренд к увеличению, что в свою очередь неизбежно приводит к увеличению транспортных потоков и к проблемам управления ими. При моделировании управления транспортными потоками широко используют математический аппарат, например:

1. Теорию графов
2. Теорию очередей
3. Имитационное моделирование
4. Теорию случайных процессов
5. Модели случайных графов
6. Дифференциальные модели (транспортный поток как гидродинамическая аналогия)
7. Нейронные сети («умный» режим работы системы светофоров) и многое другое.

Методы моделирования транспортных потоков комбинируются, постоянно дополняются и совершенствуются.

Мы рассмотрим математическую модель и пример задачи многопериодного потока (динамической сети).

### 1. Математическая модель многопериодного потока

В многопериодных потоках может потребоваться несколько периодов для переноса потока по сети (например, в модели сети трубопровода, решение может интерпретироваться как поток, который происходит в течение одного периода и затем останавливается).

Для алгебраического представления динамической сети мы должны определить:

Параметры:

$L(i, j)$  = время выполнения, в периоде, для прохождения потока из узла  $i$  к узлу  $j$  по дуге от  $i$  до  $j$ ,

Переменные:

$x_{ijt}$  = поток, входящий в дугу  $ij$  в узле  $i$  в период  $t$ , и поэтому выходящий в  $j$  в период  $t+L(i, j)$ ,

$V_{jt}$  = запас, остающийся в узле  $j$  в конце периода  $t$ ,

Основное уравнение баланса узла говорит, что (запас в узле  $k$  в конце периода  $t$ ) = (конечный запас в  $k$  в предшествующий период) + (прибывающие потоки) — (потоки из  $k$  в  $t$ ), или алгебраически:

$$V_{kt} = V_{kt-1} + \sum_i x_{ik}(y-L(i,k)) - \sum_j x_{kjt}$$

### 2. Пример задачи многопериодного потока

На рис. 1 представлен пример. Вершины графа (узлы) являются узкими местами (перекресток со светофором), где может собраться транспорт. Ребра графа (дуги) соответствуют дорогам. Число транспортных единиц, которые

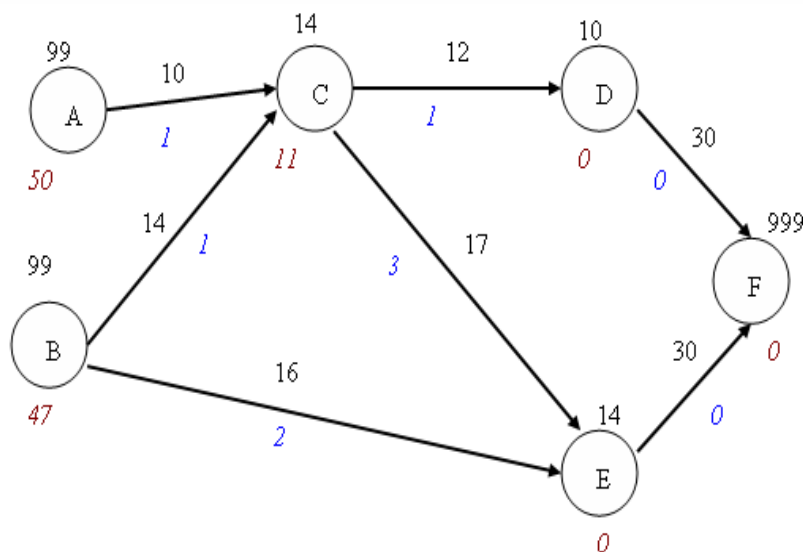


Рис. 1. Граф примера задачи многопериодного потока

покинут каждый узел за период, обозначено красным шрифтом под каждым узлом. Периодом является 10-минутный интервал. Число, которое ниже каждой дуги, является числом периодов, которые он допускает для прохождения по дуге. Цифра выше каждой дуги, является верхним пропускным пределом транспортных единиц через дугу за период. Число, появляющееся выше каждого узла, является верхним пределом единиц транспорта, которые могут ожидать в узле. Узел F соответствует выходу. Необходимо минимизировать количество периодов, которое требуется для освобождения всех узлов.

Решение данной модели было реализовано в оптимизационном пакете Lingo. Результат данной задачи — 70

минут, т. е. за 7 интервалов поток полностью пройдет данный участок пути.

#### **Выводы**

В реальных транспортных системах нас чаще интересует поток, который варьируется от периода до периода (а не как стационарное состояние или как задача непрерывного потока (потока одного периода)), т. е. мы интересуемся многопериодными или динамическими решениями. Рассмотренная модель является примером динамического потока и может использоваться как элемент при моделировании сложной системы транспортных потоков.

#### Литература:

1. Введение в математическое моделирование транспортных потоков: учеб. пособие / Гасников А. В., Кленов С. Л., Нурминский Е. А., Холодов Я. А., Шамрай Н. Б.; Приложения: Бланк М. Л., Гасникова Е. В., Замятин А. А. и Мильшев В. А., Колесников А. В., Райгородский А.М; Под ред. А. В. Гасникова. — М.: МФТИ, 2010. — 362 с..
2. Симонов, Б. В. Элементы теории графов. Теория и практика: учеб. пособие / Б. В. Симонов, О. А. Авдеюк, И. Э. Симонова, И. А. Тарасова; ВолгГТУ. — Волгоград, 2014. — 80 с.
3. Linus Shrage. Optimization Modeling with LINGO. Sixth Edition. — Режим доступа: [www.Lindo.com](http://www.Lindo.com).
4. Оптимизация в инженерных и управленческих задачах: учеб. пособ.(гриф). Доп. Федеральным УМО по укрупнённой группе специальностей и направлений подготовки 23.00.00 «Техника и технологии наземного транспорта» / В. М. Волчков, А. Е. Годенко, Я. В. Калинин, И. А. Тарасова; ВолгГТУ. — Волгоград, 2018. — 134 с.
5. Моделирование узких мест (перекрестков со светофорами) транспортных потоков. Подсваткин Г. С. В книге: Конкурс научно-исследовательских работ студентов Волгоградского государственного технического университета. Тезисы докладов. Волгоград, 2021.

# АРХИТЕКТУРА, ДИЗАЙН И СТРОИТЕЛЬСТВО

## Анализ свойств современных рулонных кровельных материалов

Полященко Ирина Ивановна, студент

Научный руководитель: Бородина Елизавета Андреевна, старший преподаватель  
Поволжский государственный технологический университет (г. Йошкар-Ола)

**Ц**ель работы: исследование характерных свойств рулонных кровельных материалов на основе картона и стекловолокна.

Кровля — это элемент, первоочередной задачей которого является предохранение крыши здания или сооружения от попадания атмосферных осадков.

Известное всем людям рулонное полотно для кровли, рубероид, изобрели в конце XIX века, а повсеместное применение началось с начала XX века по требованиям ГОСТ 10923–93 «Рубероид. Технические условия». Материал хорошо проявляет свои гидроизоляционные свойства благодаря пропитке основания (картона) с обеих сторон битумами с наполнителями и посыпкой.

Картон как основа рулонного материала, обладает в том числе отрицательным свойством — неустойчивость к гниению. Ученые искали решение этой проблемы, поэтому разработали варианты материалов с негниющей основой из стеклоткани, например, стеклорубероид. Из современных материалов распространенным стал Линокрот (Техническое условие 5774–002–13157915–98), который относится к стандартному классу. Линокрот делают на основе стеклохолста (стеклоткань) или полиэфирная основа, с последующим двусторонним нанесением защитных слоев (посыпка и полимерная пленка).

К кровельным материалам премиум-класса относят водостойкий наплавленный битумно-полимерный материал — техноэласт (Техническое условие 5774–003–00287852–99). В отличие от линокрота, в своем составе имеет не окисленный битум, а СБС (стирол-бутади-

ен-стирол) полимерный модификатор и минеральные наполнители.

Сравнение основных эксплуатационных свойств материалов согласно нормативным документам и техническим условиям представлено в табл. 1

Выводы:

1. В настоящее время отсутствуют государственные нормативы на линокрот и техноэласт. Имеются лишь технические условия от производителя. В связи с этим отсутствуют обозначения таких свойств, как относительное удлинение, продавливание, хрупкость при отрицательных температурах, паропроницаемость, наличие дефектов.
2. Наибольший показатель ширины рулона присущ линокроту.
3. Разрывная сила (растяжение) меньше всего у рубероида, больше у техноэласта.
4. Значения гибкости и теплостойкости выше у техноэласта.
5. Водонепроницаемость и водопоглощение у линокрота и техноэласта схожи, у рубероида хуже всех предложенных.
6. Уровень потери посыпки сравнительно ГОСТ 30547–97 у всех материалов превосходит. Но относительно трех представленных материалов, потеря больше у рубероида — 3 г.
7. Что касается монтажа и стоимости полотен, дороже всех обойдется техноэласт, а дешевле — рубероид.
8. И одно из самых главных свойств — долгий срок службы принадлежит техноэласту (более 20 лет).

Литература:

1. ГОСТ 30547–97 «Материалы рулонные кровельные и гидроизоляционные. Общие технические условия» (утв. постановлением Госстроя РФ от 30 апреля 1999 г. N 33) (с изменениями и дополнениями)
2. Межгосударственный стандарт ГОСТ 10923–93 «Рубероид. Технические условия» (принят Межгосударственной научно-технической комиссией по стандартизации и техническому нормированию в строительстве (МНТКС) 10 ноября 1993 г.) (с изменениями и дополнениями)
3. Линокрот ТУ 5774–002–13157915–98. Технический лист № 1.29. Версия от 03.2015
4. Техноэласт ТУ 5774–003–00287852–99. Технический лист № 1.02. Версия от 10.2009

Таблица 1. Основные эксплуатационные характеристики рулонных кровельных материалов

	Свойства	Норматив	Рубероид	Линокрот	Техноэласт
1	Трещины, дыры, разрывы	Полотно рулонного материала не должно иметь трещин, дыр, разрывов и складок, кроме материалов на перфорированной основе	по нормативу	-	-
2	Линейные размеры	Линейные размеры, площадь полотна рулонного материала и допускаемые отклонения от линейных размеров и площади устанавливаются в нормативном документе на конкретный вид материала	шириной 1, 1,025 и 1,05 м. Площадь рулона 10,15,20 м <sup>2</sup>	15*1 м, 10*1 м	10*1 м
3	Разрывная сила (растяжение)	Н (кгс): 215 (22)-для ненаплавливаемых материалов на картонной основе; 274 (28)-для наплавливаемых материалов на картонной основе; 294 (30)-для материалов на стекловолоконной основе; 343 (35)-для материалов на основе из полимерных волокон; 392 (40)-для материалов на комбинированной основе.	225–333 Н	294–800 Н	294–900 Н
4	Гибкость (размер закругления)	Радиус 25 мм, от 0 до +5 °С	25±0,2 мм от -2 до +5 °С	25 мм не выше 0 °С	R=25 мм не выше -25 °С R=10 мм не выше -25 °С
5	Теплостойкость (температура, время)	70 °С в течение 2 ч.	80 °С 2 часа	80 °С	100 °С
6	Водонепроницаемость	Рулонные кровельные материалы (кроме пергамин) должны быть водонепроницаемыми в течение не менее 72 ч при давлении не менее 0,001 МПа (0,01 кгс/см).	0,001 МПа/72ч	Линокрот К — абсолютная. Линокрот -П по требованию гидроизоляции материалов	Техноэласт К — абсолютная. Техноэласт П-по требованию гидроизоляции материалов
7	Водопоглощение	Водопоглощение рулонных материалов (кроме пергамин) должно быть не более 2,0 % по массе при испытании в течение не менее 24 ч.	2,0 %	1,0 %	1,0 %
8	Потеря посыпки	Потеря посыпки для рулонных кровельных материалов с крупнозернистой посыпкой должна быть не более 3,0 г/образец для битумных и не более 2,0 г/образец — для битумно-полимерных материалов.	3,0 г	1,0 г	Техноэласт К — 1,0 г. Техноэласт П- 0 г.
9	Стоимость материала за кв.м (Технониколь)	-	50 руб.	120 руб.	330 руб.
10	Стоимость монтажа за кв. м	-	25 руб.	60 руб.	165 руб.
	Долговечность	-	10 лет	15 лет	более 20 лет



## Конструктивные особенности винтового (болтового) соединения железобетонных колонн типа ЭФВСС

Рудомин Евгений Николаевич, кандидат технических наук, доцент;  
Биленко Виктор Алексеевич, кандидат технических наук, доцент;  
Скрябин Александр Сергеевич, студент магистратуры  
Рязанский институт (филиал) Московского политехнического университета

*В статье рассматривается жесткий узел эксцентрикового фланцевого винтового стыкового соединения сборных железобетонных колонн. Использование данного узла обеспечит повышение качества монтажа сборных каркасных зданий и сокращение сроков строительства. Результатом данного конструктивного решения будет повышение точности сборки, качества монтажа, надёжности и долговечности зданий.*

*Ключевые слова:* железобетонные колонны, жесткий узел, эксцентриковое соединение.

## Design features screw (bolted) connections reinforced concrete columns type EFVSS

*The article deals with the rigid unit of the eccentric flange screw joint of precast concrete columns. The use of this unit will improve the quality of installation of prefabricated frame buildings and reduce the construction time. The result of this design solution will be an increase in the accuracy of assembly, installation quality, reliability and durability of buildings.*

*Keywords:* reinforced concrete columns, rigid assembly, eccentric connection.

Как известно, использование каркасных систем позволяет снизить массу зданий, ускорить цикл возведения, оптимизировать удельный расход железобетонных конструкций. Несущими элементами в каркасном железобетонном здании являются плиты перекрытия, ригели и колонны, соединяемые между собой жестко. Разработкой стыковых узлов каркасных систем занимаются на кафедре промышленного и гражданского строительства РИ(Ф) МПУ.

Нами разработан жесткий узел эксцентрикового фланцевого винтового стыкового соединения (ЭФВСС) сборных железобетонных колонн. Предложенная конструкция узла может найти применение в сборном и сборно-монолитном каркасном строительстве. Использование данного узла обеспечит повышение качества монтажа сборных каркасных зданий и сокращение сроков строительства. Результатом данного конструктивного решения будет повышение точности сборки, качества монтажа, надёжности и долговечности зданий.

В качестве аналога нами принято контактное винтовое стыковое соединение сборных железобетонных колонн [1]. Устройство контактного винтового стыкового соединения сборных железобетонных колонн, включает в себя концевые участки стыкуемых колонн и размещённую в нижнем концевом участке верхней колонны закладную деталь, выполненную в виде торцевой пластины с угловыми отверстиями под анкерные шпильки и оснащённую уголками для образования ниш, к которым приварены анкерные стержни. В верхнем концевом участке нижней колонны расположена другая закладная деталь в виде торцевой пластины с анкерными шпиль-

ками под стяжные гайки, установленные соосно отверстиям в торцевой пластине закладной детали, в нижнем концевом участке верхней колонны.

На рисунке 1 показано эксцентриковое фланцевое винтовое стыковое соединение сборных железобетонных колонн разработанное нами.

Новизна данного предложения заключается в устройстве винтового эксцентрикового стыкового соединения сборных железобетонных колонн. Для совмещения вертикальных осей в двух направлениях верхней колоны по отношению к нижней колонне используются эксцентрики во фланцевом винтовом соединении.

Сущность предложения заключается в том, что эксцентриковое фланцевое винтовое стыковое соединение сборных железобетонных колонн в нижнем концевом участке верхней колонны 1 имеет закладную деталь, выполненную в виде фланцевой торцевой пластины 2 с угловыми отверстиями 3 под эксцентрики 4, оснащённую уголками для образования ниш 5, к которым приварены анкерные стержни 6, в верхнем концевом участке нижней колонны 7 имеется закладная деталь, выполненная в виде фланцевой торцевой пластины 8 с угловыми отверстиями 9 под анкерные шпильки 10.

Для выполнения центровки верхней 1 и нижней 7 колонн на анкерных стержнях 6 навинчены гайки 11, с помощью которых производится крепление колонн между собой. После того, как верхняя колонна 1 выведена эксцентриками 4 в вертикальное и соосное положение, гайками стягиваются торцевые фланцевые пластины, а затем по периметру эксцентриков 4 накладывается сварной шов 12, соединяя жёстко элементы 4 и 2.

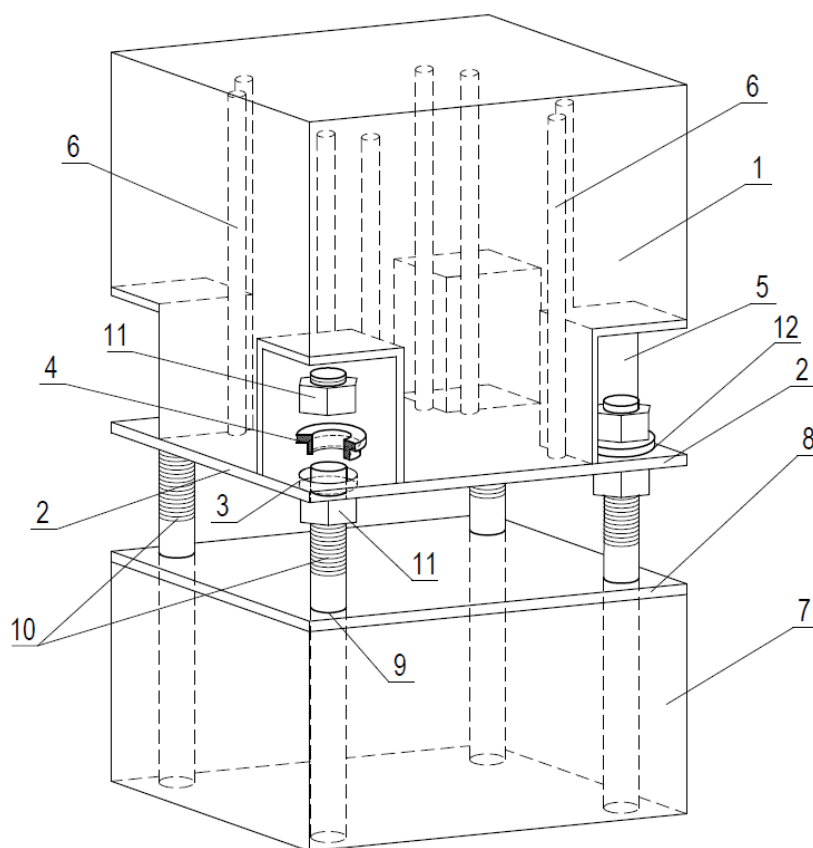


Рис. 1. Эксцентриковое фланцевое винтовое стыковое соединение сборных железобетонных колонн

Предложенная конструкция используется на кафедре промышленного и гражданского строительства и в лаборатории испытания железобетонных конструкций при проведении лабораторных и практических занятий, а также при выполнении магистерских диссертаций.

Данное предложение позволяет повысить качества монтажа сборных каркасных зданий, сокращения сроков строительства и исключения разрушения стыков колонн. Также позволяет отказаться от трудоёмкой ванной сварки или сварки анкерных стержней с помощью накладок.

Анализ научной и нормативной литературы показал отсутствие рекомендаций по расчету эксцентрикового фланцевого винтового узла стыковки сборных железобетонных колонн при действии сил действующих на колонну и предложений по их конструированию. Однако в работе стыка существуют сходный характер с изученными ранее конструкциями, такими как анкерные болты, закладные детали, контактные стыки и сборно-монолитные швы. Используя известные положения, нами будет разработана методика расчета предложенной конструкции.

Литература:

1. Пат. РФ № 2536902, E04B 1/58 Контактное винтовое стыковое соединение сборных железобетонных колонн / А. К. Шпетер и др. — 2013141894; заявлено 12.09.2013; опуб. 27.12.2014 Бюл.№ 36–9 с.

## Бессварное соединение железобетонных колонн. Преимущество и недостатки

Скрябин Александр Сергеевич, студент магистратуры;  
 Рудомин Евгений Николаевич, кандидат технических наук, доцент;  
 Биленко Виктор Алексеевич, кандидат технических наук, доцент  
 Рязанский институт (филиал) Московского политехнического университета

*В статье рассматриваются конструктивные особенности бессварных стыков колонн сборного и сборно-монолитного каркасного строительства. Анализируются известные стыковые узлы, их преимущества и недостатки. Выбирается наиболее технологичный стык для дальнейшей разработки.*

*Ключевые слова:* железобетонные колонны, стыковые узлы, винтовой стык.

## Welded joint reinforced concrete columns. Advantage and disadvantages

*The article deals with the design features of undigested joints of columns of prefabricated and prefabricated monolithic frame construction. The known butt nodes, their advantages and disadvantages are analyzed. The most technologically advanced joint for further development is selected.*

*Keywords:* reinforced concrete columns, butt joints, screw joint.

Для ускорения темпов строительства одним из важных направлений является переход на сборно- и сборно-монолитное возведение каркасных зданий. Дальнейшим развитием сборного и сборно-монолитного каркасного строительства является применение бессварных стыков колонн вместо трудоемких и дорогостоящих сварных стыков, широко применяющихся в промышленном и гражданском строительстве в настоящее время [1].

В работе нами анализируется соединение сборных железобетонных колонн различными видами бессварных стыков как наиболее перспективное в условиях индустриального строительства.

Бессварные стыки сборных и сборно-монолитных железобетонных колонн по своим конструктивным особенностям можно разделить на штепсельные, контактные, болтовые и др. Рассмотрим краткие характеристики некоторых из них.

Штепсельный (вилочный) стык, значительно облегчает процесс монтажа и не требует большого количества дополнительного оборудования с привлечением рабочих высокой квалификации. Торцы колонн в зоне их стыковки по высоте, имеют выпуск арматуры и пазы для хода выпусков арматуры [2]. Данные виды стыков разрабатываются как в России, так и за рубежом [3]. К недостаткам можно отнести заниженную трещиностойкость и жесткость при действии поперечных нагрузок, низкий коэффициент использования резервов прочности продольной и поперечной арматуры и завышенную металлоемкость. В некоторой степени отмеченные недостатки устранены в современных разработках [4].

Контактные стыки сборных железобетонных колонн, осуществляемые при монтаже путем сопряжения плоских торцов элементов через слой цементно-песчаного

раствора или полимерраствора, а также через податливые прокладки с обрывом всей или части продольной арматуры, могут выполняться как с полным, так и с частичным обрывом продольной арматуры [5]. Следует отметить, что объединение торцовых пластин стыкуемых звеньев колонн следует производить сварными накладками на стадии завершения строительства объекта после достижения в стыке усилия от полной расчетной постоянной нагрузки и после зачеканки стыкового зазора цементным раствором. Кроме этого прочность стыков может снижаться из-за высоких кантатных напряжений, возникающих вследствие перекосов торцов стыкаемых колонн, образующихся при их изготовлении [6].

Винтовые (болтовые) стыки сборных железобетонных колонн находят широкое применение в последнее время. Оригинальная конструкция контактного винтового стыкового соединения сборных железобетонных колонн разработана обществом с ограниченной ответственностью «Стройтехинновации ТДСК» [7]. Разработка относится к области строительства и предназначено для многоэтажных и высотных зданий, возводимых в районах с сейсмической активностью, позволяет обеспечить надежность конструкции при действии не только продольных усилий, но и значительных поперечных усилий и изгибающих моментов.

В работе [8] показан винтовой стык колонн с плоскими торцами. Элементы колонн в стыке объединяют металлическими шпильками, прикрепляемыми в угловых нишах к торцовым закладным деталям. Проведенные испытания показали надежность данного стыка. Описанная технология сборки стыка на наш взгляд несколько трудоемка и требует определенное время для набора прочности бетоном шва, особенно в зимнее время.

Оригинальная конструкция болтового соединения колонн разработана семейной компанией Peikko [9]. Штаб-квартира компании находится в г. Лахти, Финляндия. Болтовое винтовое соединение включает башмаки колонн и анкерные болты. Башмаки колонн устанавливаются в тело верхней колонны, а анкерные болты замоноличиваются в тело нижней колонны обеспечивая соединение «колонна-колонна».

Основное преимущество болтового соединения колонн Peikko, заключается в том, что при монтаже нет необходимости устраивать временные раскосы для поддержки колонны, так как, после затяжки гаек, болты принимают на себя действующий момент сил. Болтовое соединение колонн Peikko повышает безопасность и эффективность монтажных работ. При установке болтов используется

специально разработанный шаблон для соблюдения межосевых расстояний.

Соединение колонн болтами осуществляется с помощью гаек и шайб, с их же помощью осуществляется корректировка колонны по высоте, а также относительно вертикальной оси. После установки колонны в проектное положение, пространство между колонной и основанием заполняется бетоном.

На наш взгляд применение винтовых стыковых соединений сборных железобетонных колонн является технологичным, экономически оправданным и наиболее прогрессивным в промышленном и гражданском строительстве. Нами произведено усовершенствование винтового стыкового соединения и подана заявка на изобретение.

#### Литература:

1. Матков, Н. Г., Судаков Г. Н., Гигинейшвили А. Я. Бессварные стыки внецентренно сжатых колонн с обжатием и анкерровкой арматуры растворами / Бетон и железобетон, № 1–1998 г.
2. Анисимов, С. Н. Процессы электротермической обработки штепсельных соединений железобетонных колонн при монтаже сборно-монолитных конструкций: дис. канд. техн. Наук — Йошкар-Ола, 2019. — 149 с.
3. 20 Пат. РФ № 2233368, МПК E04B 1/38 Стыковое соединение сборных железобетонных колонн и способ его выполнения / А. И. Мордич и др. — 2002127878/03, заявлено 17.10.2002; опуб. 27.07.2004 Бюл. № 21. — 7 с.
4. Латыпов, Р. Р. Прочность штепсельных стыков железобетонных колонн / Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук. Казань — 2009
5. Рекомендации по проектированию и выполнению контактных стыков с обрывом арматуры в железобетонных колоннах многоэтажных зданий. НИИЖБ, М., 1985 — с. 49
6. Мордич, А. И. Белевич В. Н. Босаков С. В. Прочность контактного стыка сборных колонн с деформируемой центрирующей прокладкой / Наука и техника, № 5, 2014
7. Пат. РФ № 2536902, E04B 1/58 Контактное винтовое стыковое соединение сборных железобетонных колонн / А. К. Шпетер и др. — 2013141894; заявлено 12.09.2013; опуб. 27.12.2014 Бюл. № 36–9 с.
8. Эффективность и надежность — главные особенности каркасных зданий АРКОС. [Электронный ресурс.] — Режим доступа [rep.bntu.by](http://rep.bntu.by)
9. Болтовые соединения колонн. [Электронный ресурс.] — Режим доступа [www.peikko.ru](http://www.peikko.ru)

# Молодой ученый

Международный научный журнал  
№ 51 (393) / 2021

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»

Номер подписан в печать 29.12.2021. Дата выхода в свет: 05.01.2022.

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

Почтовый адрес редакции: 420126, г. Казань, ул. Амирхана, 10а, а/я 231.

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

E-mail: [info@moluch.ru](mailto:info@moluch.ru); <https://moluch.ru/>

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