

ISSN 2072-0297

# МОЛОДОЙ УЧЁНЫЙ

МЕЖДУНАРОДНЫЙ НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ



48 2019  
ЧАСТЬ I

16+

# Молодой ученый

## Международный научный журнал

### № 48 (286) / 2019

Издается с декабря 2008 г.

Выходит еженедельно

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

*Редакционная коллегия:*

Ахметова Мария Николаевна, доктор педагогических наук  
Иванова Юлия Валентиновна, доктор философских наук  
Каленский Александр Васильевич, доктор физико-математических наук  
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  
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  
Жураев Хусниддин Олтинбоевич, кандидат педагогических наук (Узбекистан)  
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  
Кошербаева Айгерим Нуралиевна, доктор педагогических наук, профессор (Казахстан)  
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  
Семахин Андрей Михайлович, кандидат технических наук  
Сенцов Аркадий Эдуардович, кандидат политических наук  
Сенюшкин Николай Сергеевич, кандидат технических наук  
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)  
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)  
Досманбетова Зейнегуль Рамазановна, доктор философии (PhD) по филологическим наукам (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 Бекмуратович, 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)  
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 *Лайнус Полинг (1901–1994)*, американский химик, кристаллограф.

Лайнус Полинг родился в Портленде (штат Орегон). Он был первым ребенком в семье немецких иммигрантов. Его отец был в то время коммивояжером для медицинской компании-поставщика, а со временем открыл свою собственную аптеку. Лайнус хорошо учился в школе, однако, твердо решив стать химиком, не стал доучиваться, чтобы получить сертификат об окончании образования, а поступил в Орегонский сельскохозяйственный колледж в Корваллисе учиться на химического инженера. Правда, мать в итоге заставила его оттуда уйти зарабатывать деньги. Но уже в 18 лет не по годам талантливому юношу пригласили преподавать аналитическую химию в колледже. После, уже в Калифорнийском технологическом институте в Пасадене, где он учился в аспирантуре, Полинг защитил докторскую диссертацию по результатам исследований в области рентгеноструктурного анализа неорганических соединений. Затем, получив государственную стипендию, он отправился в Европу совершенствовать свою научную подготовку. В Мюнхене, Цюрихе, а затем Копенгагене его учителями стали известные физики и химики Арнольд Зоммерфельд, Эрвин Шредингер и Нильс Бор.

Лайнус Полинг посвятил себя изучению атомной физики и квантовой теории. Вскоре он смог вплотную заняться квантовомеханической разработкой проблемы химической связи. В 1939 году была опубликована его книга «Природа химической связи», посвященная современной структурной химии. Эта монография до сих пор является настольной книгой химиков-теоретиков.

Полинг объяснил молекулярное строение вещества с применением вновь разработанных представлений о гибридизации атомных орбиталей и теории резонанса и мезомерии.

Теория резонанса помогла Полингу в исследовании строения молекул белков. Много времени он посвятил

также изучению способности антител обеспечивать иммунитет. За проведение этих исследований, которые наметили основные пути применения новейших достижений физики и химии в биологии и медицине, Полинг был удостоен звания лауреата Нобелевской премии по химии в 1954 году.

Круг интересов выдающегося американского ученого был чрезвычайно широк. Он много занимался проблемами питания и выработки иммунитета. Полинг полагал, что прием витамина С и других антиоксидантов в больших дозах может способствовать излечению от множества различных болезней, включая рак. Ученый ставил опыты на себе и своей семье. Хотя испытания на клеточных культурах животных показали, что при некоторых формах рака витамин С может уничтожить опухолевые клетки, но анализ проведенных двойным слепым методом медицинских исследований с участием сотен тысяч людей показывает, что влияние приема витамина С и других добавок-антиоксидантов на смертность от рака, сердечно-сосудистых и других заболеваний нейтрально или негативно, вопреки воззрениям Полинга. В целом вопрос полезности витамина С при лечении тяжелых заболеваний по-прежнему исследуется.

В признание научных заслуг Полинг был избран почетным членом пятнадцати академий наук. Результаты его исследований необычайно обширны; он автор более 250 выдающихся научных публикаций. Он также приобрел широкую известность как выдающийся педагог и популяризатор науки. Его «Общая химия» стала одним из лучших учебников для высшей школы.

Большое признание получила общественная деятельность Лайнуса Полинга как борца за мир: он был лауреатом Нобелевской премии мира, а также Международной Ленинской премии «За укрепление мира между народами».

*Екатерина Осянина, ответственный редактор*

---

---

## СОДЕРЖАНИЕ

### МАТЕМАТИКА

**Витязев Д. В.**

Методика определения ресурсоемкости проекта некомбинаторным методом .....1

**Ламчановский А. Г., Игнатенко Г. С.**

Вероятностный подход к доказательству классических теорем ..... 4

### ФИЗИКА

**Улямаев К. С., Безгин М. А., Симонова А. А., Левин А. В.**

Размерности кинематических, механических и тепловых величин..... 8

### ХИМИЯ

**Быкова В. В.**

Исследование процесса каталитической депарафинизации дизельного топлива с применением модели, основанной на физико-химических закономерностях процесса.....12

**Dadashova N. R.**

The influence of temperature to the epoxidation of methylcyclopentene (MCP) in the presence of polyoxometalates .....13

**Хабибулина С. А., Туртаева К. К., Бейсенбаева Д. Е., Поляков В. В.**

Изучение химического состава пыльцы сосны обыкновенной с последующим получением фитопрепаратов.....16

### ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

**Жаркой С. А.**

Маршрутизация данных. Механизмы, критерии выбора маршрута и будущее.....19

**Зыбкин А. Ю., Осипов Д. К., Закооров Р. Р., Сергеева А. С., Лаврентьева А. А.**

Пороговые криптосистемы как один из вариантов модификации асимметричных криптосистем... 20

**Игнатенко Г. С., Ламчановский А. Г.**

Классификация аудиосигналов с помощью нейронных сетей.....23

**Рындина Е. Д.**

Исследование актуальных программ для разработки дизайна мобильных приложений...25

**Самутин А. К., Азарова Ю. Е., Попова О. В., Уртенев М. А., Коваленко А. В.**

Программный комплекс оценки финансово-экономического состояния предприятия ..... 27

**Смыслова М. В.**

Разработка системы защиты информации в юридической консультации..... 30

### ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

**Авдеюк Д. Н.**

Влияние климатических факторов на изменение параметров линии электропередачи .....32

**Венская Н. В.**

Антенна на основе нерегулярной фрактальной структуры.....35

**Венская Н. В.**

Перспективные конструкции фрактальных антенн для современных сетей беспроводной связи ... 37

**Гасанов И. Р.**

О наличии в газоконденсатных залежах  
Азербайджана рассеянных жидких  
углеводородов.....38

**Дронов Н. О., Бутова С. Н.**

Бакучиол в составе косметических средств  
как замена ретинола.....42

**Егоров К. В., Комаров Ю. Я.,**

**Кривоспиченко С. А., Джавадов А. А.**  
Научно-практический подход к разработке  
концепции организации транспортно-  
пересадочного узла «Южный» в  
Красноармейском районе города Волгограда...44

**Кешишьян Д. Э.**

Расчет пластин на действие локальных нагрузок  
аналитическим методом с применением  
обобщенных функций.....57

**Куваев А. Н., Токарев И. В.**

Результаты экспериментальных исследований  
по обоснованию ширины захвата рабочего  
органа для основной обработки  
уплотненных почв .....63

**Метальников А. М., Карпанин О. В., Чайкин М. С.**

Универсальная программно-аппаратная  
платформа автоматизированной обучающей  
системы на новых принципах построения.....66

**Туракулов Ж. Х., Маматкаримов Ж. Р.,**

**Парпиев У. А., Ахмадалиев А. М.,**  
**Хамидуллаев О. А.**  
Изменения реагентного режима флотации медно-  
молибденовых руд на медной обогатительной  
фабрике на примере Амалыкского горно-  
металлургического комбината .....68

## АРХИТЕКТУРА, ДИЗАЙН И СТРОИТЕЛЬСТВО

**Малинина Т. А., Ткач Е. В.**

Зеленые крыши городского ландшафта .....74

**Немцева А. В., Гончаренко М. М.**

Оценка эффективности инновационных  
решений в строительстве .....76

**Ноговицин А. Е.**

Сейсмозащита каркасных железобетонных  
зданий.....78

## ГЕОЛОГИЯ

**Kuznetsova S., Khatmullina R.**

Re-use of mineralized drilling fluids .....81

**Levinson L. M., Dronov P. A., Khatmullina R. S.**

The efficiency of using aluminum drilling pipes  
during drilling of oil and gas wells .....83

## ЭКОЛОГИЯ

**Боржов Е. С.**

Анализ расположения полигона твердых бытовых  
отходов на территории ДНТ Молодежный  
Читинского района .....85

**Шамсутдинова А. Р.**

Воздействие на окружающий мир пластика,  
выброшенного в Мировой океан .....87

## СЕЛЬСКОЕ ХОЗЯЙСТВО

**Токарев И. В., Куваев А. Н.**

Анализ технических средств для  
внутрипочвенного внесения гранулированных  
минеральных удобрений .....89

# МАТЕМАТИКА

## Методика определения ресурсоемкости проекта некомбинаторным методом

Витязев Данил Владиславович, аспирант  
 Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова

Статья посвящена описанию методики определения ресурсоемкости проекта, в частности в части трудовых ресурсов некомбинаторным способом, что существенно упрощает вычислительную сложность задачи.

**Ключевые слова:** управление проектом, теория расписаний, диаграмма Гантта, математическое программирование.

В последние годы всё большую популярность набирают системы позволяющие автоматизировать процессы управления проектом, или осуществляющие поддержку принятия решений. Реализация таких алгоритмов связана с применением теории расписаний. Несмотря на то, что в некоторых случаях задачи теории расписаний являются полиномиальными, многие задачи из теории расписаний относятся к классу NP-полных, что делает их вычислительно трудными. В данной работе рассматривается задача определения количества агентов, необходимых для выполнения полного цикла задач, составляющих проект. Такая оценка может быть полезна для принятия решения при составлении расписаний, или при выборе между несколькими допустимыми расписаниями.

Пусть имеется некий проект, состоящий из  $N$  работ, очередность и временные промежутки, в которые выпол-

няются работы проиллюстрированы диаграммой Гантта на рисунке 1. Составим алгоритм определения количества сотрудников, необходимых для его выполнения исходя из предположения, что любой работник может быть назначен на любую работу, но только на одну, и для выполнения любой операции достаточно одного работника. Из первого предположения следует, что после завершения любой работы освободившийся сотрудник может быть назначен на любую другую работу, которая начинается не раньше времени завершения этой работы.

Для начала докажем утверждение, о том, что для выполнения всего комплекса работ необходимо и достаточно количества работников, равного максимальному количеству выполняемых работ. Необходимость очевидна, если сотрудников меньше, чем максимальное количество одновременно выполняемых работ, то проект невозможно будет

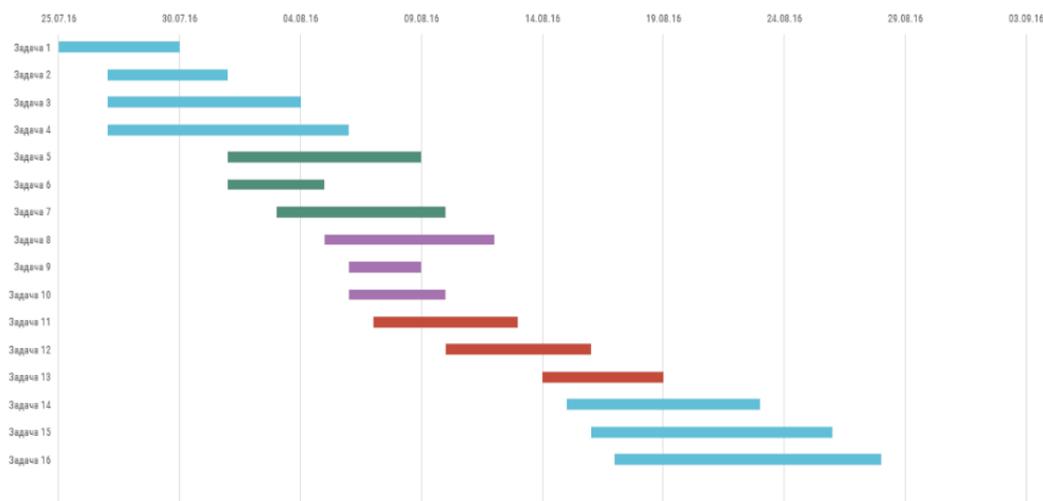


Рис. 1. Диаграмма Гантта для проекта, состоящего из 16 задач

выполнить, так как в определенный момент работ будет больше, чем исполнителей, а по нашему предположению один исполнитель не может выполнять больше одной работы. Докажем достаточность, пусть в момент времени  $T$  количество работ максимально, тогда верно следующее утверждение: в любой последующий момент времени  $t$  количество работ, завершившихся в промежутке времени  $[T, t]$  больше, чем количество работ, начавшихся в этом промежутке. Поскольку завершившихся работ всегда больше, на любую начинающуюся работу всегда можно назначить

одного из освободившихся работников. Аналогичные рассуждения можно провести в обратном направлении от  $T$  до старта проекта. Достаточность доказана.

Учитывая доказанное утверждение можно предложить алгоритм, определяющий количество работников, необходимых для выполнения совокупности всех работ. Проект в дальнейшем будем представлять в виде сетевой диаграммы в представлении работа — вершина. Матрица связности проекта, представленного диаграммой Гантта на рисунке 1 изображена на рисунке 2.

$$A := \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

Рис. 2. Матрица связности для рассматриваемого проекта

Предлагается рассмотреть матрицу связности как оператор, действующий в пространстве расписаний (наборов работ). Компоненты векторов такого пространства означают выполнение или не выполнение агентом с этим расписанием работы, соответствующей номеру компоненты этого вектора. Разумеется, не всякое расписание реально выполнимо. Определим какие действия производит оператор. Действуя оператором на набор работ, получаем

новый набор работ — тот, в элементы которого можно перейти из элементов изначального набора. Конструкция вида  $x^T \cdot A \cdot x$  показывает количество возможных переходов между элементами вектора  $x$ .

Учитывая вышеизложенное, предложим алгоритм, определяющий количество работ, выполняемых одновременно с заданной. Листинг такой функции, реализованной в MathCad приведен на рисунке 3.

$$sim(n, G) := \left\| \begin{array}{l} dim \leftarrow \text{length}(G^{(0)}) - 1 \\ x \leftarrow G^{(n-1)} + (G^T)^{(n-1)} \\ s \leftarrow 0 \\ x \leftarrow inv(x) \\ s \leftarrow sum(x) - x^T \cdot G \cdot x \\ \text{return } s \end{array} \right\|$$

Рис. 3. Листинг функции, определяющей количество работ, выполняемых одновременно с работой  $n$  в проекте  $G$

В листинге, приведенном на рисунке 3 использованы функции  $inv(x)$  — инверсия булевого вектора и  $sum(x)$  — сумма всех координат вектора. Алгоритм действует следующим образом: выявляются работы, из которых можно перейти в заданную, и работы, в которые можно перейти из

заданной. Остальные работы считаются выполняемыми одновременно с заданной, функция возвращает их количество. Далее достаточно найти работу, для которой количество работ, выполняемых одновременно с ней будет максимальным. Листинг этой функции приведен на рисунке 4

$$\begin{aligned}
 \text{minstaff}(G) := & \left\| \begin{array}{l} \text{dim} \leftarrow \text{length}(G^{(0)}) - 1 \\ \text{for } i \in 0.. \text{dim} \\ \quad \left\| \begin{array}{l} n_i \leftarrow \text{sim}(i+1, G) \end{array} \right\| \\ \text{return } \max(n) \end{array} \right\|
 \end{aligned}$$

Рис. 4. Листинг функции, определяющей минимальное количество работников, для выполнения проекта G

Число, возвращаемое указанной функцией, и будет минимальным числом работников, необходимых для выполнения всего комплекса работ. Для матрицы связности,

приведенной на рисунке 2, функция  $\text{Minstaff}(A) = 6$ . Действительно, как видно из рисунка 5, наиболее ресурсоемкий момент требует участия 6 работников.

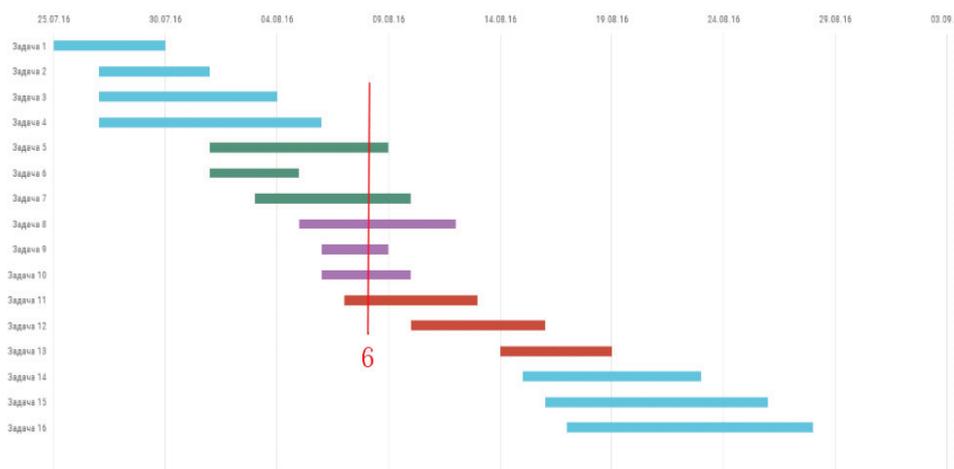


Рис. 5. Диаграмма Ганта рассматриваемого проекта с выделением наиболее ресурсоемкой стадии

Указанный метод может быть использован для уменьшения вычислительной сложности задач оценки эффективности построения расписаний и может применяться

для повышения эффективности систем поддержки принятия управленческих решений.

Литература:

1. Конвей, Р.В., Максвелл В.Л., Миллер Л.В. Теория расписаний. Москва: Главная редакция физико-математической литературы изд-ва «Наука», 1975.
2. S. M. Johnson, Optimal two- and three-stage production schedules with setup times included, Naval Res. Log. Quart. I (1954) 61–68.
3. Танаев, В. С., Гордон В. С., Шафранский Я. М. Теория расписаний. Одностадийные системы. — М.: Наука, 1984.
4. Кормен, Т., Лейзерсон Ч., Ривест Р., Штайн К. Алгоритмы: построение и анализ Introduction to Algorithms / Под ред. И. В. Красикова. — 2-е изд. — М.: Вильямс, 2005. — 1296 с. — ISBN 5–8459–0857–4.

## Вероятностный подход к доказательству классических теорем

Ламчановский Александр Геннадьевич, студент магистратуры;  
Игнатенко Герман Сергеевич, студент магистратуры  
Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники (г. Минск)

В статье приводятся задачи теории вероятностей, в решении которых возникают классические константы  $\pi$  и  $e$ . Показана вероятностная интерпретация теоремы Дирихле-Вирзинга о приближении действительных чисел алгебраическими числами.

**Ключевые слова:** алгебраические числа, диофантовы приближения, распределение алгебраических чисел, вероятность, число  $\pi$ , число  $e$ .

Известны несколько вероятностных задач, в которых возникают классические константы, например  $e$  и  $\pi$ . Приведём примеры.

Пример 1. Задача Бюффона. На плоскости нарисованы параллельные прямые на одинаковом расстоянии  $2a$  друг от друга. На плоскость бросается игла длины  $l < a$ . Найти вероятность того, что игла пересечет какую-нибудь прямую.

Эта задача на геометрическую вероятность. Обозначим через  $x$  расстояние от середины иглы до ближайшей параллельной прямой и через  $\varphi$  — угол между иглой и прямой (рисунок 1).

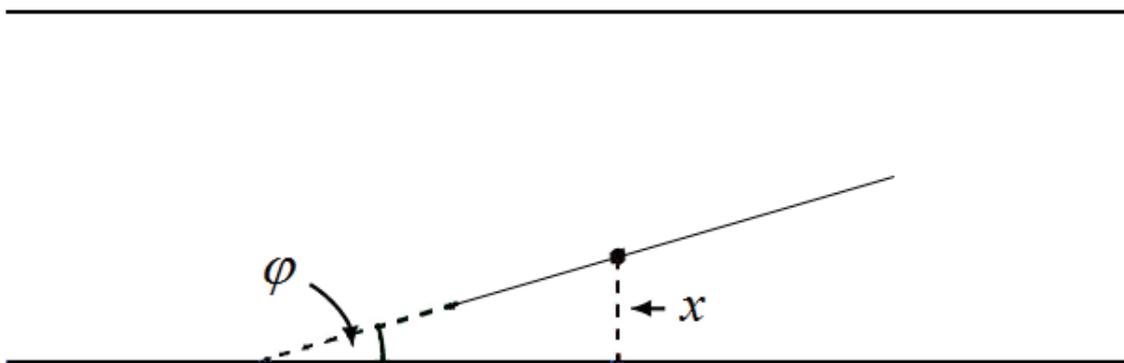


Рис. 1

Радийная мера угла  $\varphi$  меняется от 0 до  $\pi$ . Расстояние  $x$  принимает значения от 0, если середина иголки попала на прямую, до  $a$ . На плоскости с координатами  $(\varphi, x)$  эти ограничения задают прямоугольник (рисунок 2).



Рис. 2

Из рисунка 3 видно, что иголка пересекает хотя бы одну прямую, если  $x$  будет меньше проекции половины иголки на направление, перпендикулярное прямым.



Рис. 3

Условие пересечения имеет вид  $x \leq l \sin \varphi$ . Искомая вероятность равна отношению площади под синусоидой к площади всего прямоугольника (рисунок 4)

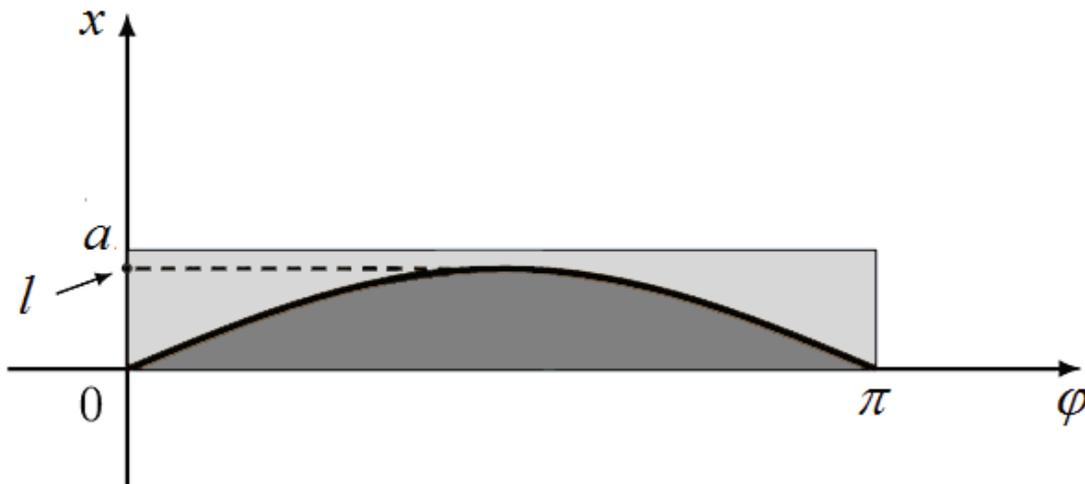


Рис. 4

Вероятность может быть найдена по формуле:

$$P = \frac{1}{a\pi} \int_0^{\pi} l \sin \varphi d\varphi = \frac{2l}{a\pi} \tag{1}$$

По закону больших чисел  $P \approx \frac{m}{n}$ , где  $\frac{m}{n}$  — частота, с которой происходит искомое событие. Отсюда (1) при-

нимает вид  $\frac{m}{n} \approx \frac{2l}{a\pi}$  и  $\pi \approx \frac{2nl}{am}$ . Проведя эксперимент достаточно большое количество раз, мы можем вычислить  $\pi$ . В известных нам экспериментах  $n$  было равно 5000 и  $\pi$  было определено с точностью до третьего знака после запятой.

Пример 2. Для выпечки 1000 булочек с изюмом было использовано  $m$  изюминок. При каком значении  $m$  в наудачу выбранной булочке окажется хотя бы одна изюминка?

Пусть  $A$  — искомое событие. Тогда

$$\bar{A} = B_1 \cdot B_2 \cdot \dots \cdot B_m, \tag{2}$$

где  $B_j, j = 1, 2, \dots, m$  — случайное событие, состоящее в том, что  $j$  — я изюминка не попадет в данную булочку. Ясно, что  $P(B_j) = 1 - \frac{1}{1000} = 0,999$ .

Из (2) имеем

$$P(\bar{A}) = P(B_1)P(B_2) \cdot \dots \cdot P(B_m) = (P(B_1))^m = (0,999)^m = \left(1 - \frac{1}{1000}\right)^m = \left(1 - \frac{1}{1000}\right)^{\frac{1000m}{1000}} \approx e^{\frac{-m}{1000}}.$$

Если  $e^{\frac{-m}{1000}} < \frac{1}{100}$ , то  $P(A) > 1 - \frac{1}{100} = 0,99$

Осталось найти такое  $m$ , что  $e^{\frac{-m}{1000}} < \frac{1}{100}$ . Для этого достаточно взять  $m \geq 5000$ , т. е. изюминок должно быть в 5 раз больше чем булочек.

Для решения задачи мы использовали равенство  $e \approx (1 + \lambda)^{\frac{1}{\lambda}}$  при малых значениях  $\lambda$ .

Покажем, как с помощью вероятных соображений можно интерпретировать классические теоремы в теории диофантовых приближений, например, теорему Дирихле-Вирзинга о приближении действительных чисел алгебраическими числами.

Пусть  $x$  — действительное число и  $\alpha$  алгебраическое число степени  $n$  и высоты  $H = H(\alpha)$ . Высота алгебраического числа равна модулю максимального коэффициента минимального многочлена алгебраического числа. Пусть  $P(x) = a_n x^n + a_{n-1} x^{n-1} + \dots + a_1 x + a_0$  — многочлен с целыми коэффициентами степени  $\deg P = n$ .

Обозначим через высоту многочлена, равную модулю максимального коэффициента многочлена  $H(P) = \max_{0 \leq j \leq n} |a_j|$ .

При  $Q \geq 1$  рассмотрим класс многочленов

$$P_n(Q) = \{P(x) \in Z[x] : \deg P \leq n, H(P) \leq Q\}.$$

Какой величины должна быть длина интервала  $I$ , чтобы с вероятностью сколь угодно близкой к единице действительное алгебраическое число  $\alpha$  попало в интервал  $I$ .

Обозначим длину интервала  $Q^{-\gamma}, \gamma > 0$ . Нетрудно доказать, что количество алгебраических чисел  $\alpha$  таких, что  $P(\alpha) = 0, P(x) \in P_n(Q)$  не менее  $c_1(n)Q^{n+1}$ . Занумеруем их  $\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_k$ . Пусть  $A$  — искомое событие. Тогда  $\bar{A} = B_1 \cdot B_2 \cdot \dots \cdot B_k$ , где  $B_j, j = 1, 2, \dots, k$  — случайное событие, состоящее в том, что алгебраическое число  $\alpha_j$  не попало в интервал  $I$ . Ясно, что  $P(B_j) = 1 - c_2(n)Q^{-\gamma}$ .

$$P(\bar{A}) = \left(1 - c_2(n)Q^{-\gamma}\right)^{c_1(n)Q^{n+1}} = \left(1 - c_2(n)Q^{-\gamma}\right)^{\frac{1}{c_2(n)Q^{-\gamma}} c_1(n)Q^{n+1} Q^{-\gamma}} \approx e^{-c_1 c_2 Q^{n+1-\gamma}}$$

Если  $\gamma < n + 1$  и  $Q \rightarrow \infty$ , то  $P(\bar{A}) \rightarrow 0$  и  $P(A) \rightarrow 1$ . Следовательно, длина интервала  $I > Q^{n+1}$ .

Литература:

1. Шмидт, В. М. Диофантовы приближения. — М.: Мир, 1983. — 232 с.
2. Касселс Дж. В. С. Введение в теорию диофантовых приближений. — М.: Изд-во иностр. лит-ры, 1961. — 213 с.

3. V. Beresnevich, V. Bernik, D. Kleinbock, G. Margulis. Metric diophantine approximation: The Khintchine-Groshev theorem for nondegenerate manifolds // *Mosc. Math. J.*. — Moscow. — № 2. — c. 203–225.

## ФИЗИКА

### Размерности кинематических, механических и тепловых величин

Улямаев Константин Сергеевич, студент;

Безгин Михаил Александрович, студент;

Симонова Анжелика Андреевна, студент;

Левин Артем Вадимович, студент

Санкт-Петербургский государственный морской технический университет

**Ф**изические величины. Все они тем или иным образом связаны друг с другом и составляют глобальную систему природных постулатов. Эти положения признаются большинством деятелей науки. Постигание и использование всей совокупности вселенских взаимосвязей вряд ли доступно человечеству — даже если рассматривать в контексте истории человеческого рода. Однако физическую сущность и определенную системность в закономерных взаимосвязях известных нам на сегодня физических величин можно постичь уже сегодня, применяя системный размерностный анализ, то есть изучая используемые размерности физических величин и их соотношения. Многие из них выражают природные закономерности.

Обнаружение системности в расположении и взаимосвязях физических величин по аналогии с системой химических элементов Д.И. Менделеева позволяет многие факторы. Во-первых, уточнить характер или принцип строения структуры и взаимосвязей системных элементов. Во-вторых, правильная расстановка элементов системы позволяет выявить «белые пятна» и целенаправленно искать недостающие элементы системы. В-третьих, исходя из общих свойств системы, имеется возможность априори выявлять некоторые характерные свойства и признаки этих, еще не обнаруженных элементов, поскольку их свойства, как правило, определяются местоположением в системе. И, самое примечательное, что подтверждено на практике, правильно найденная система физических величин содержит в себе и систему природных закономерностей.

#### Размерность физической величины и ее обозначение

Под физической величиной понимают качественную характеристику того или иного физического объекта материального мира, существующую как бы сама по себе (например, время и пространство).

Допустим, что мы договорились обозначать длину в любых уравнениях символом  $L$  (англ. length), а время — символом  $T$  (англ. time). Будем называть эти символы размерностями длины и времени, причем независимо от размера длины и времени.

Тогда размерность объема любого тела (газа, жидкости или твердого тела) всегда будет обозначаться символом  $L^3$ , независимо ни от какого числового коэффициента, стоящего в уравнении расчета объема. Точно так же размерность скорости будет обозначаться символом  $LT^{-1}$ . Теперь пусть на любой другой обитаемой планете длину и время обозначат другими символами. Заменить эти символы на  $L$  и  $T$  совсем не сложно. Но размерности объема и скорости и на Земле, и на другой планете будут одинаковыми.

Имеется еще несколько величин, считающихся в системе единиц СИ основными, их размерности имеют свои символы, например, размерность массы имеет символ  $M$  (англ. mass). Поэтому размерность такой величины, как сила, будет обозначаться в СИ выражением  $MLT^{-2}$ , чему соответствует в СИ единица  $кг \cdot м/с^2$ , которая названа сокращенно Ньютоном (Н).

Следует всегда помнить, что формула размерности не является произведением размерностей, как это может показаться, судя по форме записи. Ведь символы  $M$ ,  $L$  и  $T$  сами по себе не являются обозначениями каких-либо физических величин. Это такие же операторы как  $div$ ,  $rot$  и  $\nabla$  (набла) в векторном анализе, как условные значки, обозначающие логические операции в булевой алгебре, как дифференциальный оператор  $s=d/dt$ , заменяющий условно операцию дифференцирования и т. д.

Запись  $MLT^{-2}$  — это просто последовательная запись символов размерностей в определенном установленном стандартном порядке, а вовсе не из произведения. Поэтому, в частности, лишена какого-нибудь смысла запись  $M+L+T$ , так как никто не станет записывать « $кг+m+c$ ».

Размерность физической величины — одна из важнейших ее характеристик, которую можно определить, как буквенное выражение, показывающее связь данной величины с величинами, принятыми за основные в рассматриваемой системе единиц. Для обозначения размерности основных величин системы СИ приняты большие буквы

латинского алфавита: для длины —  $L$ , массы —  $M$ , времени —  $T$ , силы электрического тока —  $I$ , термодинамической температуры —  $\theta$ , количества вещества —  $N$  и силы света —  $J$ . Размерности записывают прописными буквами и

печатают прямым шрифтом. Кроме основных величин в системе СИ имеются две дополнительные: плоский угол и телесный угол. Единицами их измерения установлены радиан и стерадиан, они признаются безразмерными (таблица 1).

Таблица 1. Основные и дополнительные величины системы СИ

№	Наименование ФВ	Обозн.	Ед. измерения	Обозн. ед. измер.	Размерность
1	Длина	$l$	метр	м	$L$
2	Масса	$m$	килограмм	кг	$M$
3	Время	$t$	секунда	с	$T$
4	Сила электрического тока	$I$	ампер	А	$I$
5	Термодинамическая температура	$T$	кельвин	К	$\theta$
6	Количество вещества	$n, \nu$	моль	моль	$N$
7	Сила света	$J$	кандела	кд	$J$
8*	Плоский угол	$\alpha, \beta, \gamma, \theta, \nu, \varphi$	радиан	рад	1
9*	Телесный угол	$\omega, \Omega$	стерадиан	ср	1

Все величины, не входящие в основные, называются производными. Единицы измерения производных физических величин устанавливаются строго определенным образом — по так называемым уравнениям связи. Например, скорость есть путь (длина), деленный на время. Уравнение связи для скорости  $v = l / t$ . Поскольку длина и время входят в основные величины и их единицы измерения уже установлены, то единицей измерения скорости в системе СИ будет м/с, а в системе СГС см/с и никак не иначе. Размерности всех производных величин по форме представляют собой одночлен из обозначения размерности основных величин, имеющих определенные степени. Обозначение основной величины в степени 0 обычно используется. Например, размерность скорости имеет вид  $LT^{-1}$ , размерность силы —  $MLT^{-2}$ . Показатель степени, в которую возведена размерность основной величины, входящей в степенной одночлен, называют показателем размерности. Примеры обозначения в СИ размерностей других наиболее часто используемых величин приведены в таблице 2.

**Размерности тепловых величин**

В измерении тепловых величин в системе СИ используют метр [м], килограмм [кг], секунда [с] и Кельвин [К]. В качестве основных температурных шкал приняты абсолютная термодинамическая шкала температуры, которая измеряется в градусах Кельвина и стоградусная международная температурная шкала, измеряемая в градусах

Цельсия. В данных температурных системах реперной точкой, то есть точкой отсчета, являются:

- тройная точка воды для термодинамической шкалы;
- температура плавления льда ( $0^\circ$ ) и температура кипения воды ( $100^\circ$ ) при нормальном давлении для международной шкалы.

Если международной системой все просто, то термодинамическая шкала требует пояснения. Под тройной точкой воды подразумевают точку с определенными значениями давления и температуры, при которых вода находится одновременно в трех состояниях. Значение давление равно  $0,006 \text{ атм} = 611,657 \text{ Па}$ , а значение температуры —  $0,01^\circ = 273,16 \text{ К}$  (рисунок 1).

**Понятие теплоты** характеризует процесс теплообмена, определяемая количеством энергии, которое получает или отдает тело в процессе теплообмена. В СИ теплота измеряется в джоулях ( $1 \text{ Дж} = 1 \text{ кг} \cdot \text{м}^2 / \text{с}^2 = 1 \text{ Н} \cdot \text{м}$ ). Так же пользуются внесистемной единицей — калорией, которая равна  $4,187 \text{ Дж}$ . На практике с некоторым допущением за калорию принимают количество теплоты, необходимое для нагревания  $1 \text{ г}$  воды на  $1^\circ\text{C}$  при атмосферном давлении.

Теплоемкость — количество теплоты, поглощаемой или выделяемой телом в процессе нагревания или остывания на  $1 \text{ кельвин}$ , находится, как отношение изменения количества теплоты и изменению температуры:

Таблица 2. Наиболее широко используемые кинематические, механические и тепловые физические величины

№	Наименование ФВ	Обозначение	Единица измерения	Размерность
1	Площадь	S	м <sup>2</sup>	L <sup>2</sup>
2	Объем	V	м <sup>3</sup>	L <sup>3</sup>
3	Скорость	v	м/с	LT <sup>-1</sup>
4	Момент инерции	J	кг · м <sup>2</sup>	L <sup>2</sup> M
5	Плотность	$\rho$	кг/м <sup>3</sup>	L <sup>-3</sup> M
6	Удельный объем	v	м <sup>3</sup> /кг	L <sup>3</sup> M <sup>-1</sup>
7	Ускорение	$\alpha$	м/с <sup>2</sup>	LT <sup>-2</sup>
8	Импульс тела	p	кг·м/с	LMT <sup>-1</sup>
9	Момент импульса	L	м <sup>2</sup> · кг/с	L <sup>2</sup> MT <sup>-1</sup>
10	Сила	F	Н	LMT <sup>-2</sup>
11	Момент силы	M	Н·м	L <sup>2</sup> MT <sup>-2</sup>
12	Удельный вес	$\gamma$	Н/м <sup>3</sup>	L <sup>-2</sup> MT <sup>-2</sup>
13	Давление	p	Па	L <sup>-1</sup> MT <sup>-2</sup>
14	Работа	A	Дж	L <sup>2</sup> MT <sup>-2</sup>
15	Энергия	T	Дж	L <sup>2</sup> MT <sup>-2</sup>
16	Мощность	N	Вт	L <sup>2</sup> MT <sup>-3</sup>
17	Термодинамическая температура	K	кельвин	$\theta$
18	Температура Цельсия по практической температурной шкале	°C	гр. Цельсия	$\theta$
19	Температурный коэффициент (линейного расширения, объемного расширения)	°C <sup>-1</sup> K <sup>-1</sup>	гр. Цельсия <sup>-1</sup> K <sup>-1</sup>	$\theta^{-1}$
20	Температурный градиент	°C/м K/м,	кельвин/м гр. Цельсия/м	L <sup>-1</sup> $\theta$
21	Количество теплоты, энтальпия, внутренняя энергия, теплота химической реакции	J cal kcal	джоуль калория килокалория	L <sup>2</sup> MT <sup>-2</sup>

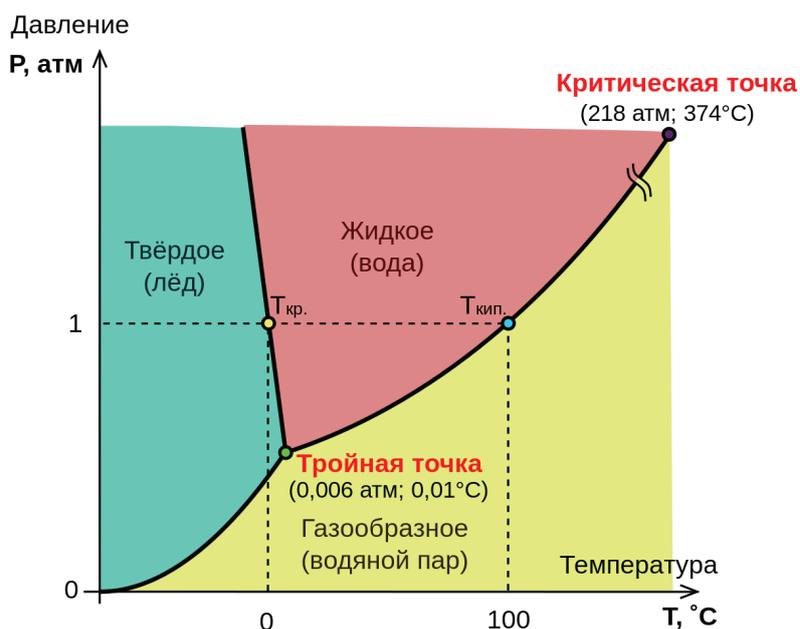


Рис. 1. Фазовая диаграмма воды

$$C = \frac{dQ}{dT}.$$

Различают теплоемкость массовую [ккал/ (кг·°С)], мольную [ккал/ (кмоль·°С)] и объемную [ккал/ (м<sup>3</sup>·°С)].

Энтальпия, тепловая функция состояния тела, которая определяется как сумма внутренней энергии тела и произведения давления на объем:

$$H = U + PV$$

Размерность данной величины будет Дж/моль. По своему физическому смыслу энтальпия представляет собой энергию, которая доступна для преобразования в теплоту при определенных значениях температуры и давления.

#### Литература:

1. Чертов, А. Г. Единицы физических величин. — М.: Высшая школа, 1977. — 287 с.
2. Чуев, А. С., Задорожный Н. А. Введение в размерностное и системное представление физических величин. Учебное пособие. — М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2016. — 18 с.
3. Кононюк, А. Е. Обобщенная количественные характеристики моделей. К. З. Ч. 2 Физические величины (Начало). — Киев: «Освіта України», 2012. — 476 с.
4. Основные тепловые величины // ООО Свой Мастер & PoliStyle. URL: <http://svoymaster.com/santehnika/osnovnye-teplovye-velichiny.html>
5. Кузнецов, А. М., Муравлева Л. В. Введение в физику. Механика: Учебно-методическое пособие к семинарским и практическим занятиям для студентов инженерных специальностей. Тула: 2014. — 188 с.

## ХИМИЯ

### Исследование процесса каталитической депарафинизации дизельного топлива с применением модели, основанной на физико-химических закономерностях процесса

Быкова Виолетта Витальевна, студент  
Национальный исследовательский Томский политехнический университет

*При помощи математической модели были произведены расчёты основных технологических параметров, влияющих на выход продукта, предельную температуру фильтруемости и содержание n-парафинов.*

**Ключевые слова:** арктическое дизельное топливо, процесс депарафинизации, предельная температура фильтруемости, выход продукта, температура выкипания.

**Актуальность исследования:** для России в связи с особенностями климатических условий и географического положения возникла необходимость в производстве большего объема зимнего и арктического дизельного топлива с улучшенными характеристиками эксплуатации при низких температурах окружающей среды.

**Цель исследования:** исследование процесса производства зимнего и арктического дизельного топлива в процессе каталитической депарафинизации.

**Задачи исследования:** изучить влияние технологических параметров на процесс каталитической депарафинизации и провести оптимизацию технологического режима в зависимости от состава сырья и активности катализатора.

**Теория процесса:** процесс каталитической гидродепарафинизации является новым многоцелевым каталитическим процессом переработки нефти, направленным на селективное удаление n-парафиновых углеводородов из различных нефтяных фракций с применением металлцелитных катализаторов в присутствии водорода. Он применяется для снижения температуры застывания базовых компонентов смазочных масел и средних дистиллятов, температуры помутнения дизельных топлив и температуры кристаллизации авиационных топлив. Основные реакции процесса гидродепарафинизации включают гидрокрекинг длинноцепочечных молекул n-парафинов  $C_{17}$ - $C_{27}$  и изомеризацию n-парафинов  $C_5$ - $C_{16}$ . Эти превращения имеют наибольшее значение, так как молекулы n-парафинов обладают положительными значениями температуры застывания, что неприемлемо для топлива высокого качества. Продуктами процесса являются низкокипящие n-парафины  $C_{10}$ - $C_{13}$ , углеводороды изостроения, моноциклические ароматические углеводороды.

**Экспериментальная часть:** с помощью компьютерной моделирующей системы были проведены расчеты для исследования влияния основных технологических параметров на предельную температуру фильтруемости и выход продукта, а также на содержание n-парафинов в продукте.

**Исследование влияния температуры на процесс каталитической депарафинизации.** Исследование влияния температуры показало, что, увеличивая температуру процесса депарафинизации, содержание n-парафинов в продукте уменьшается, так как скорость процесса увеличивается и большее количество парафинов подвергаются данной реакции. Предельная температура фильтруемости также снижается, что обусловлено прямопропорциональной зависимостью между количеством n-парафинов и предельной температурой фильтруемости. Таким образом, улучшаются низкотемпературные свойства дизельных топлив, но при этом выход целевого продукта снижается. Это связано с тем, что при более высокой температуре большее количество парафинов превращается в короткоцепочные парафины бензиновой фракции, а также протекают реакции крекинга с образованием углеводородной бензиновой фракции и газа.

**Исследование влияния состава сырья на процесс каталитической депарафинизации.** В зависимости от фракционного состава сырья содержание n-парафинов в продукте меняется. С увеличением температуры выкипания в разных фракциях сырья содержание n-парафинов снижается. Так как содержание n-парафинов в продукте уменьшается, то предельная температура фильтруемости продукта будет снижаться, так как существует пропорциональная зависимость с содержанием n-парафинов, то есть чем меньше n-парафинов в продукте, тем ниже пре-

дельная температура фильтруемости. Выход продукта имеет обратно пропорциональную зависимость от температуры выкипания сырья. При увеличении температуры выкипания снижается выход продукта.

**Исследование влияния активности катализатора на процесс депарафинизации.** При увеличении объема переработанного сырья активность катализатора снижается, так как содержание кокса на катализаторе увеличивается. С увеличением активности катализатора содержание н-парафинов в продукте снижается, так как высокая активность катализатора обеспечивает более полный процесс крекинга, в результате которого н-парафины подвергаются более глубокой депарафинизации. С увеличением активности катализатора предельная температура фильтруемости продукта снижается, так как при анализе зависимости содержания н-парафинов от активности катализатора видно, что содержание н-парафинов в продукте уменьшается, что обеспечивает низкотемпературные свойства дизельного топлива.

**Оптимизация в зависимости от состава сырья и активности катализатора.** Как показали расчёты, сырье с большей температурой выкипания требует меньшую оптимальную температуру процесса депарафинизации для получения топлива с предельной температурой фильтру-

емости, требуемой по ГОСТ 32511–2013, то есть –26 °С. При уменьшении активности катализатора увеличивается температура процесса депарафинизации, то есть при меньшей активности катализатора необходимо повысить температуру процесса депарафинизации для получения дизельного топлива с требуемой предельной температурой фильтруемости.

**Заключение:** в результате изучения процесса производства зимнего и арктического дизельного топлива в процессе каталитической депарафинизации было исследовано влияние основных технологических параметров на данный процесс. Были рассмотрены влияния температуры, состава сырья и активности катализатора на содержание н-парафинов в продукте, на предельную температуру фильтруемости дизельного топлива, а также на выход продукта. В результате работы были подобраны оптимальные температуры процесса каталитической депарафинизации для получения предельной температуры фильтруемости продукта согласно ГОСТ 32511–2013, по которому предельная температура фильтруемости составляет –26 °С.

Автор выражает глубокую благодарность научному руководителю к. т. н. Белинской Натальи Сергеевне за оказанное содействие и поддержку в проводимом исследовании.

#### Литература:

1. Иванчина, Э.Д., Белинская Н.С., Францина Е.В., Луценко А.С., Аверьянова Е.В. Влияние кратности циркуляции водородсодержащего газа на активность катализатора депарафинизации // Технологии нефти и газа. — 2018. — № 2 (115). — с. 8–12.
2. Агаев, С.Г., Глазунов А.М. Улучшение низкотемпературных свойств дизельных топлив: монография. — Тюмень: ТюмГНГУ, 2009. — 145 с.
3. Мейерс, Р.А. (ред.) Основные процессы нефтепереработки. Справочник: пер. с англ. 3-го изд./ [Р.А. Мейерс и др.]; под ред. О.Ф. Глаголевой, О.П. Лыкова. — СПб.: ЦОП «Профессия», 2011. — с. 452–457.

## The influence of temperature to the epoxidation of metylcyclopentene (MCP) in the presence of polyoxometalates

Dadashova Narmin Rasim kyzy, PhD-student

Institute of Petrochemical Processes named after Yu. G. Mamedaliyev NAS of Azerbaijan (Baku)

*It has been studied that the epoxidation of metylcyclopentene with the participation of hydrogen peroxide. It was shown that polyoxotungstate containing Nd and Gd supported on highly dispersed carbon material, are highly active in this reaction. Depending on the experimental conditions, the main reaction products are the corresponding epoxides and diols with preserving the structure of the initial hydrocarbons.*

**Keywords:** polyoxometalate, REE, metylcyclopentene, epoxides, diols.

The epoxidation of olefins is an important reaction in the laboratory as well as in chemical industry [1], because epoxides are widely used as raw materials for epoxy resins, paints, surfactants, and are intermediates in organic syntheses. Catalytic olefin epoxidations have been extensively

studied over the last two decades employing a variety of catalysts such as Mo, W, Re and also using acidic and basic metal oxides such as hydrotalcites and alumina [2]. Especially, the catalytic function of polyoxometalates (POM) has attracted much attention [3,4] because their acidic and redox prop-

erties can be controlled at atomic or molecular levels. Various catalytic systems for H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>-based epoxidation catalyzed by POMs have been developed.

Tungsten-based epoxidation systems with hydrogen peroxide have attracted much attention because of their high reactivities compared with molybdenum analogues and inherent poor activity for decomposition of hydrogen peroxide. This article focuses on the H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>-based epoxidation of olefins catalyzed by POMs including our recent investigation on POMs containing Nd and Gd.

### Experimental part

The procedures of preparation of the catalyst and the experiment performing are similar to that described earlier in [5,6]. In the experiments, Nd- and Gd-containing samples of polyoxomolybdate were used, prepared by mixing aqueous solutions of (NH<sub>4</sub>)<sub>6</sub>Mo<sub>7</sub>O<sub>24</sub>, (CH<sub>3</sub>COO)<sub>2</sub>Nd, Gd(NO)<sub>3</sub> of chemically pure grade, 85% H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> and carbon material obtained by the interaction of CCl<sub>4</sub> and metallic Al according to the method of [6]. Stirring was continued for

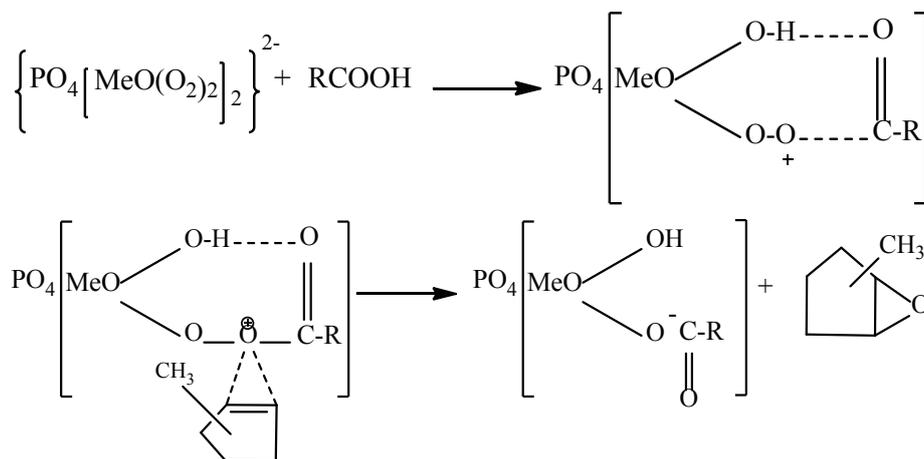
8 h at a temperature of 85–90°C, followed by evaporation of the suspension and heat treatment of the dry residue at 150–180°C.

### Results and Discussion

The individual isomers of methylenecyclopentene-1- and 3-methylcyclopentene (MCP) were used in the epoxidation process. These compounds were derived from cyclohexene by isomerization by a known method [7] and separated by rectification.

Initial experiments show that the oxidation reaction occurs at a higher rate when using a small amount of C<sub>1</sub>-C<sub>2</sub> carbonic acid than the catalyst obtained. The main products of the reaction are the corresponding epoxides and diols.

It is known that peroxocomplexes are formed under the following scheme when H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> interacts with polyoxomolybdate or polyoxotungstate. At the same time, polyoxometalates are separated by H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> into [Me<sub>2</sub>O<sub>3</sub>(O<sub>2</sub>)<sub>4</sub>]<sup>2-</sup> and [PO<sub>4</sub>{MeO(O<sub>2</sub>)<sub>2</sub>]<sub>2</sub>]<sup>2-</sup> peroxy fragments (where Me-Mo or W atoms).



The activity of the second fragment is much higher than the first one. In the complex formed by the extract of this fragment, a new complex is formed in the following scheme between the electrophilic oxygen atom of the intermediate formed by the formation of a molecular intracellular hydrogen bond and the higher reaction capacity of the substrate. The decomposition of this complex results in the formation of the corresponding oxide.

Temperature is one of the important factors influencing the conversion of active oxygen and the direction of oxidation reaction, derived from the interaction of the hydrogen-peroxide catalyst. The results of oxidation of 1-MCP with 41% H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> at 40–70 °C are shown in Figure 1. The dynamics of epoxidation or dihydroxylation of these isomers at 40–50°C indicates that the process requires a large induction period. Thus, the conversion rate of MCP-1 through 6–7 hours is no more than 22.5–30.6%. However, the rate of hydrogen-peroxide decomposition varies between 65.0–72.0%.

It is assumed that under these conditions, the polyoxomolybdate molecule forms complex with H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, but this temperature is insufficient for the formation of the three-component complex-polyoxomolybdate-H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>-MCP. Due to the

high rate of decay of the binary complex formed under these conditions, the main focus of the reaction is ineffective H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> decomposition. The oxidation rate of the substrate also increases when the temperature rises from 50°C to 70°C (up to 65°C when the 1-MCP is present). In addition to increasing substrate conversion in this temperature range, the epoxy selectivity increases within the first 6 hours. However, as the reaction time increases, the amount of epoxide produced in other directions, mainly as a result of hydrolysis, decreases the amount of oxidation, on the contrary, the amount of diols and the corresponding unsaturated alcohols increases. Since the MCP isomers are practically insoluble in water and are formed in the corresponding three-dimensional complex water environment, the oxidation process must go on the surface of two phases. To increase the reaction rate, either the accelerator in the reactor must be increased, or the third component, which is well soluble in both phases, should be used as a solvent.

For optimal conditions, the following were accepted:

1-methyl-1,2-epoxycyclopentane (1-methyl-6-oxabicyclo [3.1.0]hexane): T = 70°C, t = 6–7 hours, 1-MCP: H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> = 1: 1.5, H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> — The concentration is 41%, pH 3.5.

Under these conditions, conversion of 1-MCP was 60.0%, and the amount of epoxide in the catalyst was 51 %.

1-Methylcyclopentane-1,2-diol: T = 70°C, t= 8–10 hours, 1-MCP: H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> = 1: 2, H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 41 %, pH = 1.8, solvent-2-methylpropanol-2.

Under these conditions, the conversion of MCP-1 is 73.7% and the diol content in the catalyst is 42.9%.

In the last two cases, the monoacetate effect of the epoxide and glycol in the catalyst by hydrogenation of 40% KOH solution at 60°C for 2 h after filtration of the reaction mixture, and the diols are separated from the system by atmospheric-vacuum deposition. Their degree of purity and structure were determined by the GMC, IR, NMR <sup>1</sup>H and <sup>13</sup>C analysis methods.

Table 1. Consequences of oxidation of 1- and 3-MCP under H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> under different conditions of GdPO<sub>4</sub> × (WO)<sub>0.5</sub> × W<sub>11.5</sub>O<sub>39</sub> (1-MCP: H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) = 1: 1.5, m<sub>MCP</sub> = 0.1 mole)

T, °C	pH	t, s	H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> -concentration	Conversion 1-MCP, %	Oxidative, %		Selectivity, %	
					epoxide	diol	epoxide	diol
1-metilcyclopentene								
60	3.5	5	30	36.7	33.6	7.9	83.3	16.0
60	3.5	5	30	49.0	41.6	7.8	80.1	18.0
70	3.5	5	30	74.2	59.4	15.7	76.0	17.0
70	3.0	5	30	72.5	50.5	23.7	67.5	27.0
70	2.5	5	30	75.4	26.8	51.5	37.0	60.0
70	1.8	3	30	77.0	11.8	68.3	15.0	77.4
70	3.5	3	25	29.4	27.8	5.5	84.0	14.0
70	3.5	4	33	38.1	33.4	8.3	81.0	17.0
70	3.5	5	38	78.4	65.7	14.1	83.0	15.0
	3.5	6	41	82.3	66.0	16.8	79.0	17.0
3-metilcyclopentene								
60	3.5	5	41	58.4	52.0	9.1	84.3	12.4
60	3.5	6	41	69.0	59.1	11.8	82.7	14.0
60	1.8	7	41	72.3	12.7	61.0	18.4	74.2

By using catalyst samples absorbed on carbon material as opposed to water-soluble gadolinium or neodymium-containing polyoxomolybdate in oxidation processes, the emission of both epoxide and diol is greatly reduced. In other words, along with the advantages of heterogeneous polyoxomolybdate samples (easily removed from the system and reused without regeneration), it has a disadvantage (less active). In addition to the polyoxomolybdate sample in the oxidation process, polyoxotungstate catalyst catalyzing Gd- and Nd- was used to solve this problem. The results obtained are given in Table 1.

As shown in tab. 1, the results of the oxidation reaction of 41 % of 1- and 3-MCP with the presence of catalyst GdPO<sub>4</sub> (WO)<sub>0.5</sub>W<sub>11.5</sub>O<sub>39</sub> are given below.

1-methyl-1,2-epoxycyclopentane (1-methyl-6-oxobicyclo [3.1.0]<sup>1.5</sup> hexane): T= 70°C, t = 5–6 h, 1-MCP: H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>= 1:1.5. H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> content is 38–41 %, pH = 3.5. Under these conditions, conversion of 1-MCP is 78.4–82.4 %, and the amount of epoxide in the catalyst is 65.7–66 %.

The following optimal conditions are found for the corresponding diols:

1-methylcyclopentane-1,2-diol: T = 70°C, t= 6–7 hours, 1-MCP: H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>=1:1.5. H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> content is 38–41 %, pH = 1.8. Under these conditions, the conversion of 1-MCP to 77.0 %, while the amount of diol in the catalyst was 68.3 %.

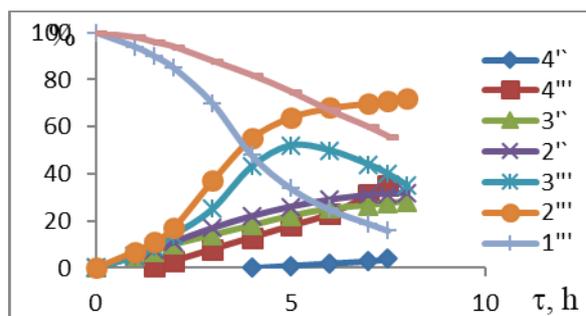
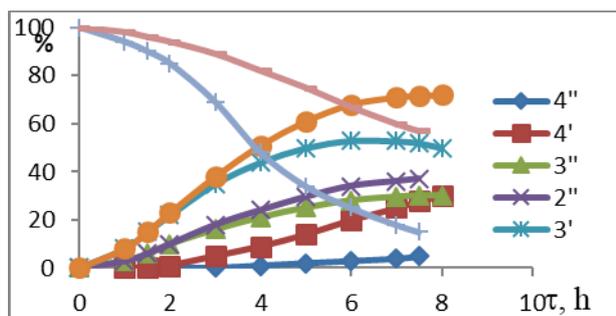


Chart1. Dynamics of oxidation of 1-MCP with H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> (41%) at different temperatures (pH = 3.5), catalyst-NdPO<sub>4</sub> (MoO<sub>2</sub>)<sub>0.5</sub>PMo<sub>14</sub>O<sub>42</sub>, T, °C-1-1<sup>IV</sup>-4<sup>I</sup>-50; 1<sup>II</sup>-4<sup>II</sup> 60; 1<sup>III</sup>-4<sup>III</sup> 70; 1<sup>IV</sup>-4<sup>IV</sup>-40; Conversion of 1<sup>IV</sup>-4<sup>IV</sup>-H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, %, conversion of 2<sup>I</sup>-2<sup>IV</sup>-1-MCP, catalysis of 3<sup>IV</sup>-3<sup>IV</sup>-epoxide, %, 4<sup>I</sup>-4<sup>IV</sup>-diol content in catalysis

**Conclusion**

Thus, our studies show that if neodymium-modified polyoxomolybdate catalyst is highly active in the reaction of cyclohexanone condensation with aliphatic vicinal diols,

olefins are more adsorbed and carbonated by REE in the epoxidation reaction with  $H_2O_2$ . The results will further expand the scope of the study, and control the synthesis of synthesized alkylic diols with aliphatic aldehydes.

## References:

1. M. Hudlicky, Oxidations in Organic Chemistry, ACS Monograph Series, American Chemical Society, Washington, DC, 1990.
2. M. C. A. van Vliet, D. Mandelli, I. W. C. E. Arends, U. Schuchardt, R. A. Sheldon, Green Chem. 3 (2001) 243
3. R. Neumann, Prog. Inorg. Chem. 47 (1998) 31 C. L. Hill, C. Chrisina, M. Prosser-McCarthy, C 143 (1995) 407.
4. I. V. Kozhevnikov, Chem. Rev. 98 (1998) 171.
5. Alimardanov, Kh. M., Sadigov, O. A., Abbasov, M. F. Suleymanova, E. T., Jafarova, H. A., Abdullayeva, M. Y., and Abbasova, S. M., Russ. J. Org. Chem., 2011, vol. 47, pp. 1136–1143.
6. Garibov, N. I., Alimardanov, Kh. M., Dadashova, N. R., Sadiqov, O. A., Almardanova, M. B., Quliyev, A. D., Russ. J. Gen. Chem., 2015, vol. 85, no. 5, pp. 1025–1033.
7. Musaev M. R., Mehdiyev S. D. On isomerization of cyclohexene to methylcyclopentenes during dehydration of cyclohexanol over alumina // Dokl. AN Azerb. SSR, 1964, v. 20, No. 5, pp. 11–14

## Изучение химического состава пыльцы сосны обыкновенной с последующим получением фитопрепаратов

Хабибулина Светлана Анатольевна, студент магистратуры;

Туртаева Карина Кайратовна, студент магистратуры;

Бейсенбаева Дамира Ерлановна, студент магистратуры;

Поляков Владилен Васильевич, доктор химических наук, профессор

Северо-Казахстанский государственный университет имени М. Козыбаева (г. Петропавловск, Казахстан)

*В данной статье рассмотрена технология получения лекарственных фитопрепаратов на основе экстракта пыльцы сосны. В ходе эксперимента была получена химическая состав экстракта пыльцы сосны. Используя различные методы исследования, были определены основные классы природных соединений: углеводы, флавоноиды, сапонины. Проведен количественный анализ флавоноидов.*

*This article looks at the technology of producing medicinal herbal phyto cover based on extract of over ground part of meadowsweet. In the course of the experiment polymer phyto cover was obtained — a transdermal therapeutic system with a sustained release of the drug substance. Methods of producing polymer phyto cover developed. In these methods as the polymer material the gelatin is applicable.*

Актуальность поиска наиболее перспективных лекарственных растений возникает в связи с необходимостью создания высокоэффективных лекарственных средств и обеспечения ими потребностей медицины. Особенности климатических и экологических условий, разнообразие географических зон обуславливают специфику обменных процессов, протекающих в растениях, способствуют синтезу и накоплению в них таких активных веществ, как сапонины, терпеноиды, стероиды, флавоноиды, кумарины и др; Все эти соединения в той или иной мере определяют лекарственные свойства конкретного растения.

Препараты из растений по сравнению с синтетическими лекарствами, имеют ряд преимуществ. Будучи сложными, по составу, они содержат много ингредиентов,

которые придают им ценные свойства и обеспечивают многостороннее действие на организм, более сильное, чем действие каждого из них в отдельности. Кроме того, препараты растительного происхождения, обладающие стойким терапевтическим эффектом, малотоксичные и редко оказывают побочное действие.

В настоящее время лекарственные фитопрепараты применяются в различных областях медицины. Так, они используются в стоматологии для лечения различных заболеваний полости рта, в оториноларингологии, в гинекологии [2].

Таким образом, лекарственные фитопрепараты нашли свое применение в различных областях практической медицины. Разработка препаратов сложилась в самостоятельное направление фармацевтической технологии.

Перед специалистами стоит задача расширения ассортимента лекарственных растительных препаратов. Разработка нормативной документации на растительные препараты будет во многом способствовать успешному решению этой задачи.

Цель нашей работы состояла в разработке технологии получения лекарственных фитопрепаратов на основе пыльцы сосны, где в качестве экспериментального материала применялся 70% экстракт пыльцы сосны.

Заготовку пыльцы для анализа химического состава осуществляли весной. Сбор пыльцы начинается в мае. На то, чтобы успеть собрать пыльцу обычно выдается всего 2–3 дня. Желтые шишки сосны собирают до того, как пыльца начнет осыпаться.

Пыльцы в сосняках образуется очень много, так что поверхность оголенной почвы покрывается желтым налетом. Пыльца сосны имеет крупные воздушные мешки, что делает ее очень легкой и позволяет разлетаться на большие расстояния.

Пыльцу отвеивали на ситах, подсушивали до состояния «текучести» и помещали в стеклянной герметичной таре в холодильник. Такая пыльца использовалась для анализов

После чего приготавливаю экстракт. Растительное сырье заливали этиловым спиртом 70%, нагревали на кипящей водяной бане в течение 3 часов, после чего фильтровали. Полученный 70% экстракт использовала для изучения химического состава пыльцы сосны [2].

— Определение витамина Р

К 1–2 мл. насыщенного водного раствора пыльцы сосны осторожно по стенке пробирки добавляют 1 мл. концентрированной серной кислоты. На границе двух жидкостей возникает окрашенное в желтый цвет кольцо.

— Определении витамина Е

К 2–3 мл экстракта в пробирке добавляют 10 капель концентрированной азотной кислоты и содержимое пробирки встряхивают. Пробирку помещают в водяную баню,

нагретую до 70 °С. Наблюдаем, образование эмульсии, которая постепенно расслаивается: верхний маслянистый слой приобретает красную окраску. Окрашивание обусловлено окислением -токоферола до -токоферилхинона, окрашенного в красный или желтоватый цвет.

Таким образом, в пыльце сосны обнаружен витамин Е.

— Определение витамина F

Липидная фракция пыльцы сосны, состоящая из ненасыщенных жирных кислот (линолевой, линоленовой, арахидоновой), обладает F — витаминной активностью.

— Определение витамина В1

К 2–3 мл. водной вытяжки в пробирке добавляют 5–10 капель 5%-ного раствора гексациано — (Ш) феррата калия и содержимое тщательно перемешивают. При нагревании жидкость окрашивается в желтый цвет вследствие превращения тиамин в тиохром. Далее в пробирку вносят 1 мл. изобутилового спирта и содержимое интенсивно взбалтывают. Верхний, спиртовой слой переносят в другую пробирку и наблюдают флюоресценцию этого раствора в ультрафиолетовых лучах.

Таким образом, в пыльце сосны обнаружен тиамин.

— Качественное определение углеводов

Качественный анализ на углеводы экстрактов проводили методом одномерной бумажной хроматографии. В качестве растворителя использовали систему бутанол: уксусная кислота: вода (4:1:5) (БУВ). Углеводы изучали в сравнении с метчиками моно- и дисахаридов.

На одну хроматограмму наносили 2% водно-спиртовые растворы альдоз (глюкозу, ксилозу, арабинозу, галактозу), на другую хроматограмму — растворы кетоз (фруктозу), дисахаридов (сахарозу, мальтозу) и углеводы. Высушенные хроматограммы обрабатывали резорциновым реактивом и мочевиной. Хроматограммы сушили при T = 105 °С. Результаты представлены в таблице 1. Так же в таблицы приведено сравнение исследуемого экстракта с медицинского препарата цветочной пыльцы «ГОАШАНЪ».

Таблица 1. Хроматографический анализ углеводного состава пыльцы сосны и медицинского препарата цветочной пыльцы «ГОАШАНЪ».

Углеводы	Значение Rf справочное	Значение Rf экстракта пыльцы сосны экспериментальное	Значение Rf экстракта цветочной пыльцы «ГОАШАНЪ»	Качественные реакции	
				мочевина	резорцин
Сахароза	0,38	0,38	0,37	серый	синий
Мальтоза	0,30	*	*	серый	серый
Глюкоза	0,48	0,48	0,46	серый	серый
Фруктоза	0,62	0,61	0,62	голубой	вишневый
Ксилоза	0,65	*	0,64	серый	синий
Галактоза	0,45	*	*	серый	серый

При сравнении величин R<sub>f</sub> пятен с величинами R<sub>f</sub> метчиков и анализе качественных реакций сделан вывод о наличии в пыльце сосны сахарозы, глюкозы, арабинозы, фруктозы, а в цветочной пыльце медицинского препарата

«ГОАШАНЪ» сахарозы, глюкозы, арабинозы, фруктозы, ксилозы. По приведенным выше данным можно судить о том, что в исследуемых видах пыльцы содержание углеводов схожее, таких как фруктоза, глюкоза, арабиноза.

— Качественное определение флавоноидов

Для обнаружения флавоноидов используют химические реакции и хроматографию.

При определении флавоноидов методом тонкослойной хроматографии было выявлено содержание природного флавоноида рутина, кварцетина в пыльце, собранной в период мая (бутанол: уксусная кислота: вода (4:1:5)). Идентификацию проводили с применением метчика — рутин и кварцетин.

Также качественный анализ флавоноидов проводился на бумажной хроматографии (БХ) с использованием следующих систем растворителей: БУВ (4: 1: 5) с использованием следующих проявителей: 5% водный раствор  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ , 1% раствор  $\text{AlCl}_3$  (спиртовой), пары аммиака ( $\text{NH}_3$ ). Результаты хроматографирования пыльцы сосны представлены в таблице 2.

Таблица 2. Хроматографический анализ флавоноидного состава пыльцы сосны.

Реактив	Источник света	Окраска пятен			
		Флавоны	Флавонолы	Халконы	Изофлавоны
	видимый	Бледно-желтая	Бледно-желтая	Желтая	
Пары $\text{NH}_3$	Уф — свет	Ярко-зеленая	Ярко-зеленая	Красная	Темно-коричневая
5% водный раствор $\text{Na}_2\text{CO}_3$	видимый	Ярко-желтая	Желтая	Красно-оранжевая	Бледно-зеленая
	Уф — свет	Ярко-желтая	Желто-зеленая	Красно-оранжевая	Бледно-зеленая
1% раствор $\text{AlCl}_3$ (спиртовой)	видимый	Бледно-желтая	Желтая	Желтая	—
	Уф — свет	Темно-желтая	Желто-зеленая	Желтая	не специфична

Таким образом, в пыльце сосны было установлено наличие флавоноидов (флавоны, флавонолы, халконы, изофлавоны) и кумаринов.

При определении флавоноидов методом тонкослойной хроматографии было выявлено содержание природного флавоноида рутин, кварцетин в пыльце, собранной в период мая (бутанол: уксусная кислота: вода (4:1:5)).

Идентификацию проводили с применением метчика — рутин и кварцетин.

Северо-Казахстанской область располагает богатейшими запасами хвойных деревьев, и рациональное их использование тесно связано и зависит от степени изученности их химического состава, определения содержания биологически активных веществ, разработки методов их выделения и

изучения специфической активности. Максимально полное извлечение из растений всего, что синтезировала природа, может быть достигнуто только на основе глубокого знания химического состава любого растительного сырья.

Данная работа была посвящена изучению химического состава пыльцы сосны обыкновенной, которая является доступным сырьем для изучения и недостаточно исследована в науке.

Обобщая результаты данной работы, можно сделать заключение, что огромный фармакологический потенциал пыльцы сосны дает основание для дальнейшего исследования данного объекта и предложения его в качестве сырья при изготовлении эффективно действующих лекарственных препаратов.

#### Литература:

1. Решитов, И. В., Юданова Т. Н., Маторин О. В., Морозов Д. С. Пленочное покрытие, содержащие хлоргексидин и лизоцим для лечения ран // Химико-фармацевтический журнал. — 2004. — Т. 38. — № 7. — с. 41–43.
2. Мизина, П. Г. Фитопленки в фармации и медицине // Фармация. — 2000. — № 5–6. — с. 38–40
3. Поляков, В. В., Юдакова Е. В. Лечебные фитопленки, получение и применение [Текст] / Поляков В. В., Юдакова Е. В. — Петропавловск: [б. и.], 2008. — 115 с.
4. Поляков, В. В., Перспективы внедрения новых оригинальных препаратов на основе почек тополя бальзамического (*POPULUS BALZAMIFERA*), Фармацевтический бюллетень. — 2016. — № 3–4. — с. 101–109.
5. Поляков, В. В., Мокшин Д. С., Лечебные фитопленки — новый перевязочный материал в отечественной медицине, V Межд. научно-практ. конф. «Актуальные проблемы науки и образования в области естественных и сельскохозяйственных наук». — Петропавловск, 2017. — Т. II. — с. 5–7.

# ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

## Маршрутизация данных. Механизмы, критерии выбора маршрута и будущее

Жаркой Сергей Александрович, студент  
Бурятский государственный университет имени Доржи Банзарова (г. Улан-Удэ)

*Интернет является сетью сетей и объединяет громадное количество локальных региональных и корпоративных сетей. Сейчас он развивается и функционирует благодаря использованию единого принципа маршрутизации и транспортировке данных. В данной статье рассматривается маршрутизация, ее этапы, методы, а также критерии выбора маршрута для передачи пакетов данных.*

**Ключевые слова:** маршрутизация, сеть, маршрутизатор, администратор, топология.

Маршрутизация — это поиск маршрута доставки пакета между сетями через транзитные узлы, или так называемые маршрутизаторы. Она обеспечивает передачу различной информации между компьютерами сети.

У нее есть два этапа:

- 1) Изучение сети
- 2) Продвижение пакетов на маршрутизаторе до компьютера — приемника

Если говорить простыми словами маршрутизация это как почта. Для того чтобы письмо дошло до пункта назначения нужно указать адрес получателя и адрес отправителя, только на примере сети это выглядит так: «Кому: 198.78.213.185» и «От кого: 193.124.5.33». Содержимое конверта в сети называется Интернет — пакетом и представляет набор байтов.

Она решает две задачи:

- 1) Выбор оптимального, по некоторому критерию, пути продвижения информации
- 2) Транспортировку информационных блоков (пакетов) по выбранному маршруту.

### Таблица маршрутизации, методы маршрутизации.

Существуют несколько механизмов маршрутизации, которые устройство использует для построения и поддержания в актуальном состоянии своей таблицы маршрутизации. Таблица маршрутизации — это таблица, состоящая из сетевых маршрутов и предназначенная для определения наилучшего пути передачи сетевого пакета. Таблица маршрутизации содержит следующие записи:

- Механизм, по которому был получен маршрут.
- Логический получатель в виде сети или подсети.
- Административное расстояние.
- Метрика маршрута.

— Адрес интерфейса маршрутизатора, расположенного на расстоянии одной пересылки, через который доступна сеть получатель.

- Время присутствия маршрута в таблице;
- Выходной интерфейс маршрутизатора, через который доступна сеть получатель.

В общем же случае при построении таблицы маршрутизатор применяет комбинацию из следующих методов:

— Прямое соединение — маршрут, который является локальным по отношению к маршрутизатору. Если один из интерфейсов маршрутизатора соединен с какой-либо сетью напрямую, то при получении пакета маршрутизатор сразу отправляет пакет на интерфейс к которому она подключена, не используя протоколы информации.

— Статическая маршрутизация — маршруты, прописанные вручную администратором сети в таблице маршрутизации. Статический маршрут определяет IP адрес следующего соседнего маршрутизатора или локального выходного интерфейса, который используется для направления трафика к определенной сети получателю. Главное преимущество — исключает весь служебный трафик, связанный с поддержкой и корректировкой маршрутов.

— Маршрутизация по умолчанию — специальный маршрут, который способен посылать весь или часть трафика, не описанного в таблице маршрутизации, при этом сам маршрутизатор не должен знать обо всех сетях в топологии сети.

— Динамическая маршрутизация — протоколы, позволяющие автоматически отслеживать изменения в топологии сети. При использовании данного протокола администратор сети конфигурирует данный протокол на каждом маршрутизаторе. После этого маршрутизаторы начинают обмен информацией об известных им сетях и их состоянии, причем маршрутизаторы обмениваются только

с теми маршрутизаторами, где запущен тот же протокол. При изменении топологии сети информация об этих изменениях автоматически распространяется по всем маршрутизаторам сети и каждый маршрутизатор вносит изменения в свою таблицу маршрутизации.

Для маршрутизатора в качестве критериев выбора маршрута могут выступать:

- Номинальная пропускная способность сети;
- Загруженность каналов связи;
- Задержки, вызванные каналами;
- Количество промежуточных транзитных узлов;
- Надежность каналов и транзитных узлов.

Маршрутизатор — устройство, позволяющее пересылать пакеты между компьютерами на основе правил и таблиц маршрутизации. Маршрутизаторы помогают уменьшить загрузку сети благодаря её разделению на домены коллизий или ширококвещательные домены, а также благодаря фильтрации пакетов. В основном их применяют для объединения сетей разных типов, зачастую несовместимых по архитектуре и протоколам, например для объединения локальных сетей Ethernet и WAN-соединений, использующих протоколы xDSL, PPP, ATM, Frame relay и т. д. Нередко маршрутизатор используется для обеспечения доступа из локальной сети в глобальную сеть Интернет, осуществляя функции трансляции адресов и межсетевого экрана.

В качестве маршрутизатора может выступать как специализированное (аппаратное) устройство, так и обычный компьютер, выполняющий функции маршрутизатора. Существует несколько пакетов программного обеспечения (на

основе ядра Linux, на основе операционных систем BSD) с помощью которого можно превратить ПК в высокопроизводительный и многофункциональный маршрутизатор, например, Quagga, IPFW или простой в применении PF.

Если говорить о маршрутизации в будущем, то нас ждет такая вещь как IPv6 — Новая версия протокола IP, обеспечивающая совместимость сверху вниз. Главная проблема IPv4 заключается в ограниченности IP адресов (4294967296 адресов), в IPv6 такого уже не будет, к тому же к данному преимуществу можно добавить иерархическую маршрутизацию, уровни обслуживания и защита данных. Какое воздействие IPv6 окажет на протоколы маршрутизации, еще не вполне ясно. Cisco уже разработала версии RIP и BGP4 для IPv6; обе они проходят экспериментальное использование на bbone.

#### Вывод

Благодаря маршрутизации происходят передачи данных без потерь пакетов и перехвата другими пользователями сети. Сейчас эта отрасль развита на достаточном уровне для корпоративных сетей, а также для сетей в домашних условиях. Конечно, технологии не стоят на месте и с каждым новым поколением маршрутизации улучшается качество и надежность передачи информации, однако нужно понимать, что никто не застрахован от перехвата информации. Основная проблема маршрутизации в локальных сетях является ее настройка. Для предотвращения потери пакетов информации нужно настроить таблицу маршрутизации таким образом, чтобы в ней было как можно меньше мусорной информации и данных.

Литература:

1. Э. Танненбаум. Компьютерные сети = Computer Networks. — 5-е изд. — СПб.: Питер, 2016. — с. 960.

## Пороговые криптосистемы как один из вариантов модификации асимметричных криптосистем

Зыбкин Антон Юрьевич, студент магистратуры;

Осипов Денис Константинович, студент магистратуры;

Закоров Рамул Романович, студент магистратуры;

Сергеева Алина Сергеевна, студент магистратуры;

Лаврентьева Арина Алексеевна, студент

Санкт-Петербургский государственный морской технический университет

**Ключевые слова:** криптографическая система, асимметричная криптосистема, пороговые схемы разделения секрета, схема Шамира, пороговая криптосистема.

**К**риптографическая система — система, которая позволяет зашифровать открытый текст и затем расшифровать его. Используются такие системы для безопасной передачи данных по незащищенному каналу, то есть каналу, в котором данные могут быть перехвачены злоумышленником в процессе передачи. Если данные будут передаваться между абонентами в исходном виде, то злоумышленнику для получения необходимой информации будет достаточно просто перехватить эти данные в процессе передачи. Если же передача данных будет осуществляться в зашифрованном виде, то задача злоумышленника значительно осложнится, так как теперь перехваченные данные потребуются ещё и расшиф-

ровать. Поскольку, в современных криптосистемах используются сложные математические алгоритмы, то, не зная нужного ключа, расшифровать данные становится практически невозможно.

Одним из вариантов криптографических схем являются пороговые криптосистемы, которые представляют собой модификацию асимметричной криптосистемы.

Для начала рассмотрим обычную асимметричную криптографическую систему. В такой системе каждая из сторон имеет два ключа:

- открытый ключ, при помощи которого передаваемая информация шифруется отправителем;
- секретный ключ, который используется получателем для расшифровки полученного шифротекста.

На рисунке 1 продемонстрирована схема работы асимметричной криптосистемы.

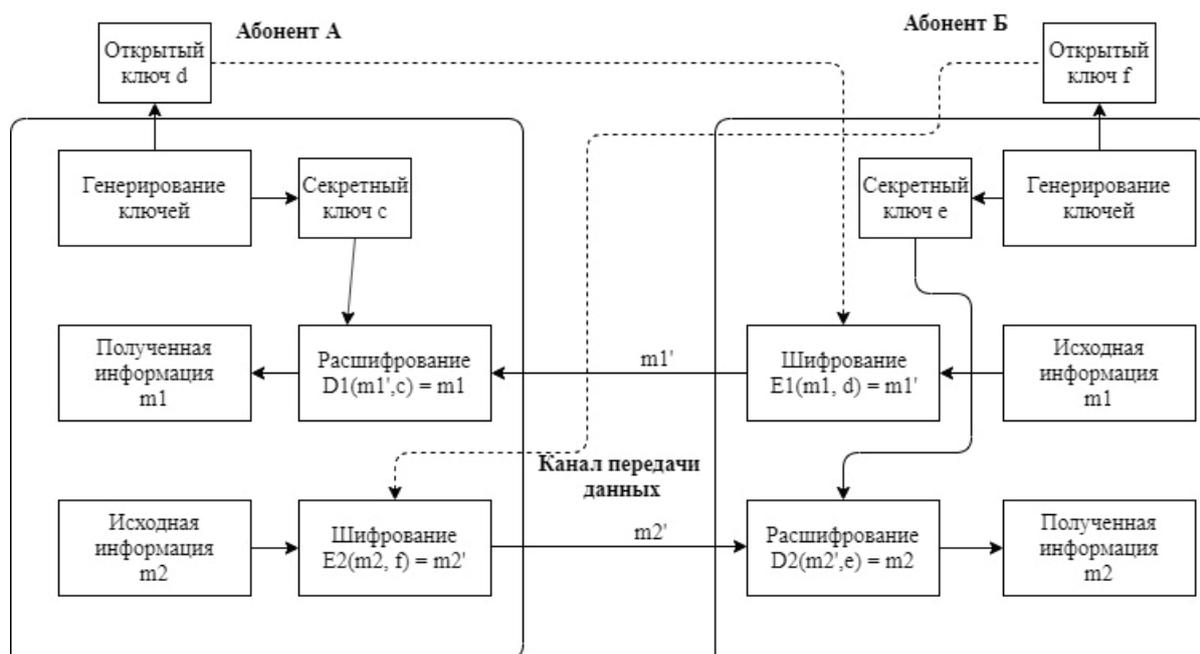


Рис. 1.

Имеется два абонента — А и Б. Абонент А имеет открытый ключ  $d$ , который является открытой информацией и секретный ключ  $c$ , значение которого известно одному лишь абоненту А. Абонент Б так же имеет пару ключей: открытый ключ  $f$  и секретный ключ  $e$ .

Предположим, что абонент А хочет передать информацию абоненту Б. Для этого он с помощью функции  $E2$  шифрует данные, входными параметрами этой функции являются передаваемая информация  $m^2$  и открытый ключ абонента Б —  $f$ . На выходе функции  $E2$  получаем шифротекст  $m^2$ , который передаётся абоненту Б. Расшифровка полученной информации осуществляется при помощи функции  $D2$ , входными параметрами которой являются полученный зашифрованный текст  $m^2$  и секретный ключ абонента Б —  $e$ . На выходе функции  $D2$  получаем исходную передаваемую информацию  $m^2$ . Аналогично происходит передача информации от абонента Б абоненту А.

Пороговые криптосистема отличаются от рассмотренного выше примера тем, что значение секретного ключа разделено между определённым количеством участников ( $n$ ) при помощи пороговой схемы разделения секрета. Для того, чтобы получить значение секретного ключа, а значит и расшифровать полученные данные требуется знать  $k$  из  $n$  частей секретного ключа ( $k < n$ ).

Итак, пусть значение секретного ключа  $S=53$ , число участников между которыми будем делить это значение  $n=4$ , а число частей, которое потребуется для восстановления ключа  $k=3$ . В данном примере будем использовать пороговую схему разделения секрета Шамира, которая основана на полиномиальной интерполяции.

Разделение секрета.

В общем случае полином будет иметь вид

$$f(x) = a_0 + a_1x + a_2x^2 + \dots + a_{k-1}x^{k-1} \pmod{p}, \text{ где:}$$

- $a_0 = S$ ;
- $a_1, a_2, \dots, a_{k-1}$  — положительные целые числа, которые выбираются случайным образом.
- $p$  — простое число, которое является порядком конечного поля, то есть поля, элементами которого являются целые числа  $0, 1, 2, \dots, p-1$ , а все математические операции в этом поле производятся по модулю  $p$ . Пусть в нашем случае  $p=79$ .

Поскольку в нашем случае  $k=3$ , то пусть полиномиальная функция будет следующая  $f(x) = 53+2x+5x^2 \pmod{79}$ . Случайным образом получим следующие фрагменты секретного ключа: (4, 62), (9, 2), (12, 7) и (18, 50). На этом разделение секрета заканчивается.

Восстановление секрета

Пусть известны первые три доли секрета. Для восстановления значения секретного ключа рассчитаем интерполяционный полином Лагранжа, используя следующие формулы:

$$P(x) = \sum_{j=1}^k p_j(x)$$

$$p_j(x) = y_j \prod_{\substack{m=1 \\ m \neq j}}^k \frac{x - x_m}{x_j - x_m}$$

Поскольку значение секрета находится при  $x=0$ , воспользуемся немного изменёнными формулами:

$$P(x) = \sum_{j=1}^k p_j(x)$$

$$p_j(x) = y_j \prod_{\substack{m=1 \\ m \neq j}}^k \frac{-x_m}{x_j - x_m}$$

Тогда получим:

$$S = \left( y_1 \cdot \frac{-x_2}{x_1 - x_2} \cdot \frac{-x_3}{x_1 - x_3} + y_2 \cdot \frac{-x_1}{x_2 - x_1} \cdot \frac{-x_3}{x_2 - x_3} + y_3 \cdot \frac{-x_1}{x_3 - x_1} \cdot \frac{-x_2}{x_3 - x_2} \right) \pmod p$$

$$S = \left( 62 \cdot \frac{-9}{4 - 9} \cdot \frac{-12}{4 - 12} + 2 \cdot \frac{-4}{9 - 4} \cdot \frac{-12}{9 - 12} + 7 \cdot \frac{-4}{12 - 4} \cdot \frac{-9}{12 - 9} \right) \pmod{79}$$

$$S = \left( \frac{6696}{40} - \frac{96}{15} + \frac{252}{24} \right) \pmod{79}$$

$$S = \left( \frac{20088}{120} - \frac{768}{120} + \frac{1260}{120} \right) \pmod{79}$$

$$S = \left( \frac{20580}{120} \right) \pmod{79}$$

$$120S = (20580) \pmod{79}$$

$$41S = 40 \pmod{79}$$

После решения полученного выражения получаем, что  $S=53$ . Таким образом, значение секретного ключа восстанавливается.

Ниже, на рисунке 2, продемонстрирована схема пороговой криптосистемы для случая, когда требуется 3 фрагмента для восстановления секретного значения.

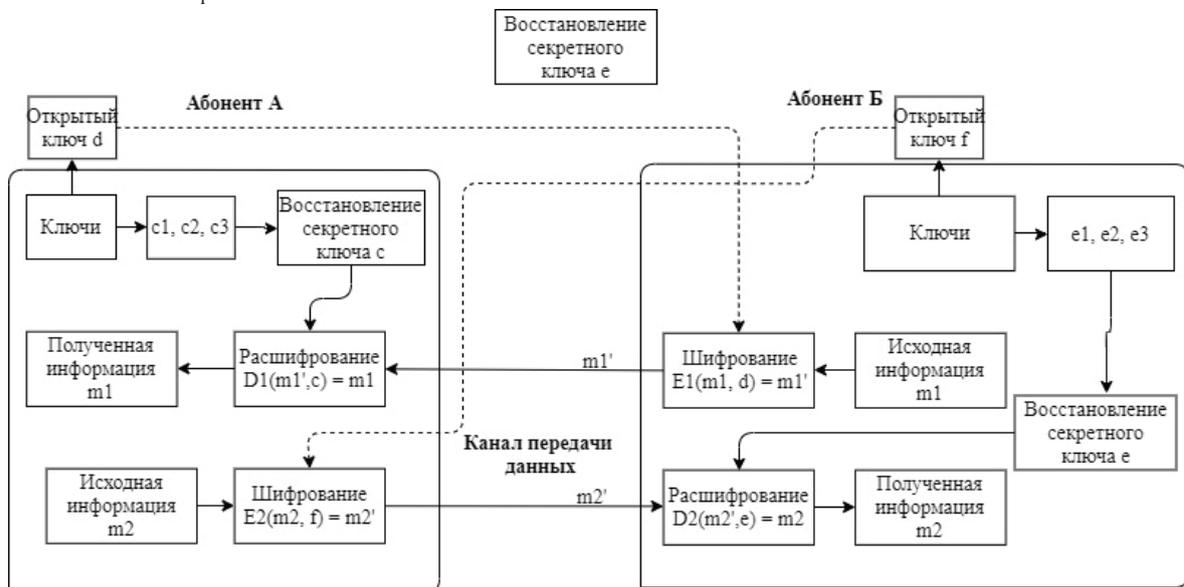


Рис. 2.

В этом случае секретные ключи абонентов заменились на их доли. У абонента А —  $c_1, c_2, c_3$ , у абонента Б —  $e_1, e_2, e_3$ . Затем с помощью этих долей восстанавливается значение секретного ключа, и только потом полученные данные расшифровываются. Стоит заметить, что число известных долей должно быть не менее  $k$ , в противном случае значение секретного ключа не восстановится.

Литература:

1. Описание симметричного и асимметричного шифрования // Microsoft. URL: <https://support.microsoft.com/ru-ru/help/246071>. (дата обращения: 20.11.2019).
2. Зыбкин, А. Ю. Исследование эффективности применения схемы разделения секрета Шамира в области информационной безопасности: диплом. работа. Санкт-Петербургский государственный морской технический университет, СПб, 2019.
3. Adi Shamir. How to Share a Secret/ Adi Shamir// Massachusetts Institute of Technology. — 1979. — Ноябрь. — с. 612–613

## Классификация аудиосигналов с помощью нейронных сетей

Игнатенко Герман Сергеевич, студент магистратуры;  
Ламчановский Александр Геннадьевич, студент магистратуры  
Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники (г. Минск)

*В статье дано краткое описание существующих подходов к классификации аудио сигналов с помощью нейронных сетей, приводятся ссылки на смежные исследования, описаны детали подготовки нейронной сети, а также проблемы, которые могут возникнуть в процессе обучения.*

**Ключевые слова:** нейронная сеть, сверточная нейронная сеть, классификация сигналов, обработка сигналов.

Исследование применимости нейронных сетей является новой областью в эпоху глобализации, которая полностью основана на концепции технологий мягких вычислений. В наши дни нейронная сеть с ее многомерным подходом дают возможность для решения стека проблем, связанных с неточностью и неопределенностью в больших и сложных пространствах поиска.

В последние годы классификация изображений становится все более популярной задачей машинного обучения, используемой в крупномасштабных приложениях, таких как Google Photos и теги Facebook. Успех этих сетей в области классификации изображений поднимает вопрос о их применимости к другим областям, где существуют скрытые объекты. Одной из таких областей является прослушивание, где могут содержаться скрытые звуковые сигнатуры. Как можно заметить, это аналогично распознаванию изображений, когда в пространстве существуют скрытые объекты. Таким образом, можно сделать вывод, что это идеальный домен для изучения.

### Существующие исследования

Проблема классификации аудио сигналов была затронута научным сообществом в различных исследованиях, которые посвящены таким областям, как аугментация данных классификации звуков среды [1], распознавание акустических событий с использованием глубоких нейронных сетей [2], классификация звуков среды с помощью свер-

точных нейронных сетей [3], классификация звуковых сцен с глубокой рекуррентной нейронной сетью [4], обучение и анализ глубоких рекуррентных нейронных сетей [5].

Методы и прикладные области этих исследований различны, но имеют общую архитектуру, основанную на глубокой сверточной или рекуррентной нейронной сети. Каждый слой такой сети является рекуррентным, т. е. получает скрытое состояние предыдущего слоя в качестве входных данных. Эта архитектура позволяет выполнять иерархическую обработку сложных временных задач и более естественно фиксировать структуру временных рядов. Такие сети в различных интерпретациях оказались мощными моделями для решения таких задач, как распознавание речи и распознавание рукописных цифр.

### Структура решения

Существует несколько основных шагов в разработке решения для классификации аудиосигналов. Первый — это предварительная обработка, используемая для фильтрации сигнала, может включать нормализацию амплитуды, кадрирование, блокировку кадров и оконное управление. Второй — это извлечение признаков, которые выделяются из каждого кадра отдельно, чтобы представить аудиоданные упрощенным набором акустических признаков. Из-за присутствия бесшумных кадров из каждого аудиофайла выбирается фиксированное число наиболее энергоемких (громких) кадров, отбра-

сывая остальные. Количество кадров, приходящих из каждого файла, независимо от длины файла при таком подходе остается неизменным. Для моделирования динамических свойств звуков также учитываются смежные кадры. Количество признаков, представляющих каждый кадр, увеличивается путем объединения признаков текущего кадра с определенным количеством соседних (левого и правого) кадров. Затем данные делятся на три отдельных набора, а именно: набор для обучения, проверки и тестирования. Учебный комплект используется для обучения классифи-

цирующей нейросети в первую очередь без учителя. Затем следует обучение с учителем, которое проводится путем загрузки размеченных примеров в сеть. Набор валидации используется для настройки параметров обучения нейронной сети и для настройки ее топологии. Он также играет важную роль в принятии решения о прекращении обучения контролируемой нейронной сети. Наконец, набор тестов просто используется для оценки производительности обученного нейросетевого классификатора.

В статье [2] приведена следующая схема:

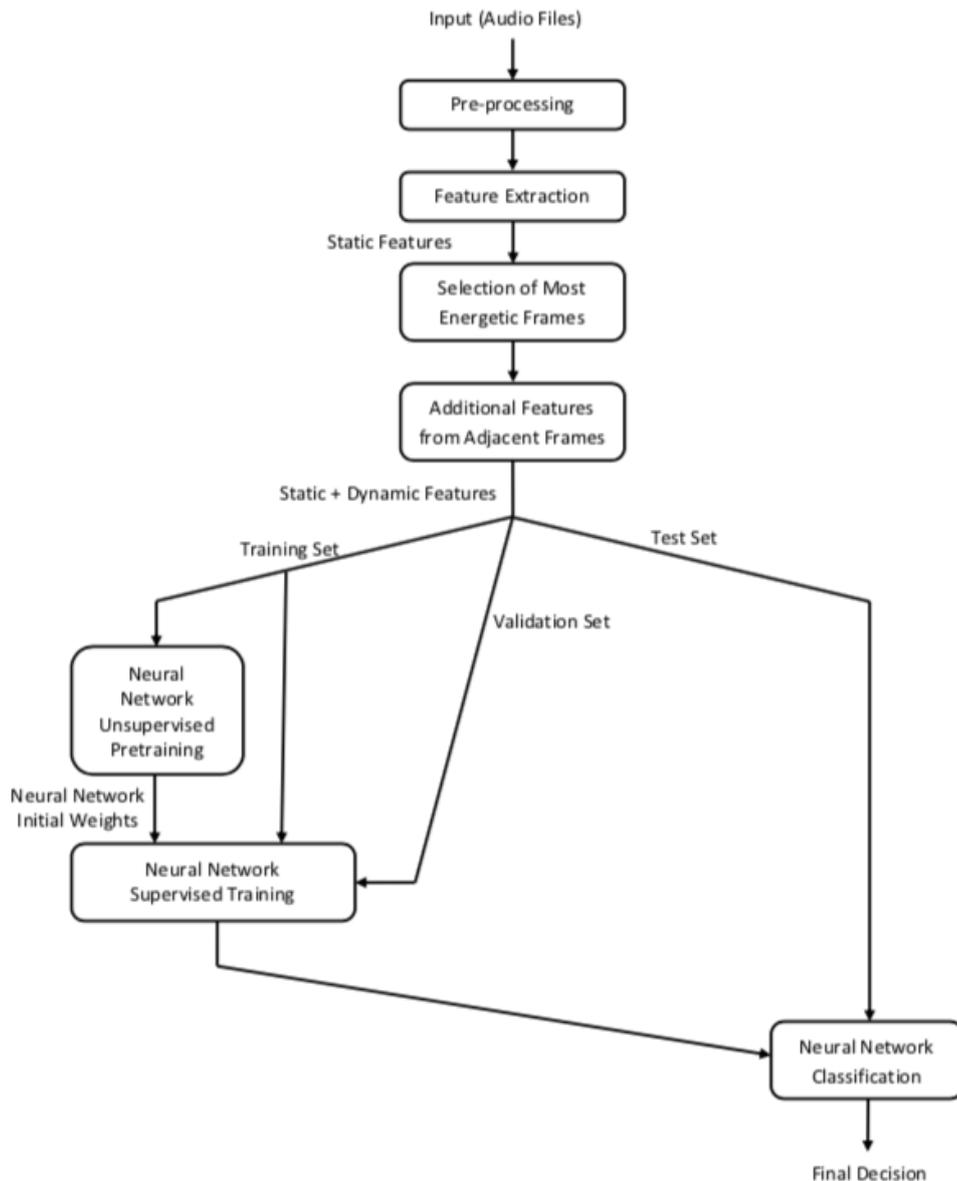


Рис. 1. Схема системы классификации акустических событий

**Аугментация данных**

Необходимо отметить, что глубокие нейронные сети, с высокой производительностью модели, особенно зависят от доступности большого количества обучающих данных для изучения нелинейной функции от входа к выходу, которая хорошо обобщает и дает высокую классификацию точность по скрытым объектам. Возможным объяснением ограничений исследования сверточной нейронной сети научным сообществом и сложности усовершенствования

простых моделей является относительный дефицит маркированных данных для классификации звуков окружающей среды. Хотя в последние годы было выпущено несколько новых наборов данных, они все еще значительно меньше, чем наборы данных, доступные для исследования, например, по классификации изображений.

Эlegantным решением этой проблемы является аугментация данных — применение одной или нескольких деформаций к коллекции аннотированных обучающих

данных, которые приводят к новым, дополнительным обучающим данным. Ключевая концепция аугментации данных заключается в том, что деформации, применяемые к помеченным данным, не изменяют семантического значения меток. Если взять пример из компьютерного зрения, повернутое, переведенное, зеркальное или масштабированное изображение автомобиля все равно будет согласованным изображением автомобиля, и, таким образом, можно применять эти деформации для получения дополнительных данных обучения при сохранении семантической достоверности меток. Обучая сеть дополнительными искаженными данными, можно надеяться, что сеть станет нечувствительной к этим деформациям и сможет лучше обобщить скрытые данные.

Деформации, сохраняющие семантику, также были предложены для звуковой области, и было показано, что они повышают точность модели для задач классификации музыки. Тем не менее, в случае классификации звуков окружающей среды применение дополнения данных было относительно ограниченным, поскольку авторы, которые

использовали случайные комбинации сдвига во времени, коррекцию высоты тона и деформации длительности сигнала для аугментации данных, сообщали, что «простые методы дополнения оказались неудовлетворительными для набора данных UrbanSound8K, учитывая значительное увеличение времени обучения, которое они произвели, и незначительное влияние на точность модели».

#### Заключение

Не смотря на бурный рост популярности нейронных сетей, некоторые области их использования до сих пор слабо изучены, также существуют проблемы в виде дефицита размеченных данных для обучения сети. Автоматическая классификация звуков окружающей среды событий может быть полезна в поиске информации, имея приложения для мультимедиа контент-анализа, контекстно-зависимые устройства и устройства аудио-наблюдения и мониторинга. Также эффективная классификация звуков среды может помочь решить проблему фильтрации посторонних шумов при обработке сигнала, несущего информацию.

#### Литература:

1. Deep Convolutional Neural Networks and Data Augmentation for Environmental Sound Classification, Justin Salamon and Juan Pablo Bello, IEEE Signal processing letters;
2. Recognition of acoustic events using deep neural networks, Oguzhan Gencoglu, Tuomas Virtanen, Heikki Huttunen, Department of Signal Processing, Tampere University of Technology, 33720 Tampere, Finland;
3. Environmental sound classification with convolutional neural networks, Karol J. Piczak, Institute of Electronic Systems Warsaw University of Technology, 2015 IEEE International workshop on machine learning for signal processing, sept. 17–20, 2015, Boston, USA;
4. Audio Scene Classification with Deep Recurrent Neural Networks, Huy Phan, Philipp Koch, Fabrice Katzberg, Marco Maass, Radoslaw Mazur and Alfred Mertins;
5. Training and Analyzing Deep Recurrent Neural Networks, Michiel Hermans, Benjamin Schrauwen, Ghent University, ELIS departement Sint Pietersnieuwstraat 41, 9000 Ghent, Belgium.

## Исследование актуальных программ для разработки дизайна мобильных приложений

Рындина Екатерина Дмитриевна, студент  
Донской государственной технической университет

*Рост популярности смартфонов и увеличение количества времени пользователей, проведенного в интернете, рождает необходимость компаний привлекать новый поток клиентов посредством мобильных приложений. В этой статье исследуются современные программы для разработки дизайна мобильных приложений. Методом изучения информации и сравнительного анализа были выявлены и продемонстрированы критерии, с помощью которых можно выбрать ту или иную программу.*

**Ключевые слова:** *мобильные приложения, веб-дизайн, программы для веб-дизайна.*

Невозможно отрицать стремительный подъем популярности смартфонов. Число пользователей мобильных устройств, а также количество скачиваний мобильных приложений растет с каждым днем. Это обусловлено вы-

сокой функциональностью, скоростью и удобством «карманной» техники, так как с помощью нее можно найти нужную информацию, находясь в любом месте: люди используют смартфоны тогда, когда доступ к компьютеру от-

существует или в нем нет необходимости. Мобильные приложения делают жизнь пользователей проще, ведь не большое устройство, которое всегда находится под рукой значительно сокращает время для выхода в Интернет. [3] Поэтому многие компании задумываются над разработкой мобильных приложений для своего бизнеса, чтобы с их помощью увеличить входящий поток клиентов.

Прежде чем программисты приступят непосредственно к технической части разработки мобильного приложения, его элементы интерфейса и внешний вид создается дизайнерами. В этой статье я рассмотрю самые популярные программы для разработки дизайна мобильных приложений на 2020 год.

#### Adobe Photoshop

Adobe Photoshop — это один из самых старых, но не теряющих своей актуальности графических редакторов. Первоначально программа не предназначалась конкретно под дизайн веб-страниц: это растровый редактор изображений с безграничными возможностями для создания любых графических элементов. [2] Однако за неимением альтернативы, первый дизайн сайтов (не говоря о дизайне мобильных приложений, которые появились значительно позже) разрабатывался именно в Adobe Photoshop. На данный момент требования к техническим особенностям дизайна макетов веб и мобильных страниц изменились, но Adobe Photoshop до сих пор не теряет своей актуальности и используется некоторыми дизайнерами и разработчиками.

#### Adobe XD

В 2015 году компания Adobe Systems выпустила специальную программу для разработки интерфейсов — Adobe XD. Данная среда разработки позволяет создавать активные прототипы и дизайн макетов сайтов и мобильных

приложений. Разработчики постарались оставить только самый необходимый функционал для веб-дизайнеров, а также для программистов.

#### Sketch

Sketch — это векторный графический редактор для проектирования интерфейсов. Был выпущен в 2010 году компанией Bohemian Coding. Особенность этой программы в том, что она доступна только под операционную систему macOS. Sketch стал альтернативой Adobe Photoshop для веб-дизайнеров, так как это приложение имеет минимальный набор инструментов на панели, обладает высокой скоростью запуска и занимает совсем мало места на жестком диске (42 Мб).

#### Figma

В 2016 году появляется новый сервис для дизайна интерфейсов — Figma. Отличие этой программы от всех предыдущих в том, что это онлайн-редактор. [1] Figma чрезвычайно проста в освоении, а для работы в ней не требуется дополнительно устанавливать программу на компьютер (хотя такая возможность предусмотрена). Особенностью этого сервиса является кроссплатформенность, что позволяет работать над одним проектом нескольким людям в режиме реального времени. Также Figma отвечает всем требованиям разработчиков и дизайнеров, в ней есть возможность добавлять шаблоны практически любых современных гаджетов и смотреть необходимые данные для кода.

Ниже представлена таблица с анализом представленных выше программ, в которой рассмотрены такие сравнительные критерии как: необходимое место на диске для загрузки, функциональные возможности, необходимые для дизайна мобильных приложений, совместимость с устройствами и операционными системами.

Таблица 1. Анализ программ для дизайна мобильных приложений

Название	Необходимое для загрузки место на диске	Функциональные возможности, необходимые для дизайна приложений	Совместимость с устройствами и операционными системами
Adobe Photoshop	Не менее 3,1 ГБ	Обработка фотографий; ретушь; создание растровых изображений любой сложности	Windows10, macOS, Android, iOS
Adobe XD	2,5 ГБ	Создание активных прототипов; возможность скопировать CSS; история изменений версий; руководство по стилю; совместный доступ к прототипам по ссылке	Windows10, macOS, Android, iOS
Sketch	42 Мб	Наборы шаблонов под устройства; символы и общие стили; макетная сетка; превью на устройстве; экспорт слоев	macOS, iOS
Figma	Не требуется место на диске (сервис работает в любом браузере)	Одновременная командная работа над одним проектом; комментарии внутри сервиса; компоненты; экосистема; актуальность версий; автоматическая загрузка шрифтов	Windows, macOS, Android, iOS, все браузеры

Таким образом, опираясь на данные проведенного исследования (необходимое место для загрузки на диске, функциональные возможности, необходимые для дизайна приложений, совместимость с устройствами и операционными системами) можно сделать выбор в пользу той или

иной программы для разработки дизайна мобильных приложений. Я же, как веб-дизайнер, сначала использовала Adobe Photoshop, а затем перешла на Figma и работаю в этой программе на данный момент.

Литература:

1. Окунев, А. «Руководство по Figma», 2019.
2. Аббасов, И. Б. «Основы графического дизайна на компьютере в Photoshop CS3, 2008.
3. Парамонов, И. В. «Разработка мобильных приложений для платформы Android», 2013.

## Программный комплекс оценки финансово-экономического состояния предприятия

Самутин Андрей Кириллович, аспирант;  
 Азарова Юлия Евгеньевна, аспирант;  
 Попова Ольга Витальевна, аспирант;  
 Уртенев Махамет Али Хусеевич, доктор физико-математических наук, профессор;  
 Коваленко Анна Владимировна, кандидат экономических наук, доцент  
 Кубанский государственный университет (г. Краснодар)

*Ключевые слова:* нечеткая логика, нечеткая производственная система, финансово-экономическое состояние, малый бизнес, оценка.

Существует множество инструментов для определения кризисных предприятий. В качестве альтернативы классическим вариантам исследования нами разработан программный продукт для получения комплексной оценки финансово-экономического состояния предприятия с помощью использования нечетких производственных систем (НПС), то есть с помощью нечеткой логики.

Разработанная система имеет свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ (свидетельство № 2019617664 от 18 июня 2019 года) и предоставляет возможность на основе 35 факторов получить исчерпывающую информацию об уровне кредитоспособности и финансово-экономическом положении предприятия в целом.

Программа состоит из девяти нечетких производственных систем, позволяющих получить оценки:

- 1) отраслей и региональной специфики;
- 2) кредитоспособности;
- 3) технической оснащенности;
- 4) рыночного потенциала;
- 5) качества кадрового обеспечения;
- 6) психологического климата;
- 7) платежеспособности;
- 8) оборачиваемости;
- 9) финансовой устойчивости.

Данные системы используют в качестве нечетких переменных пента-шкалу («очень высокая оценка», «высокая», «средняя», «низкая», «очень низкая»).

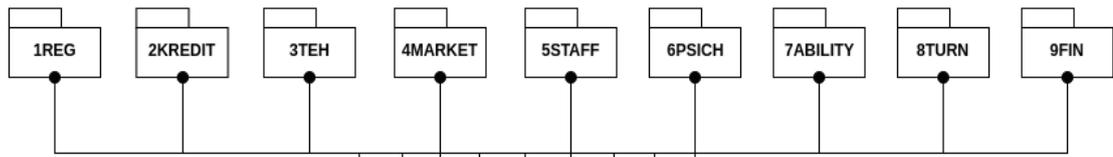
Основные слои архитектуры интеллектуального комплекса представлены на рисунке 1 (имеется три уровня абстракции).

Для реализации программы, интерфейса и процесса нечеткого моделирования был выбран язык программирования Matlab, а также его расширение для нечеткого моделирования «Fuzzy Logic Toolbox». Структура работы главного модуля «Модуль оценки» представлена на рис. 2.

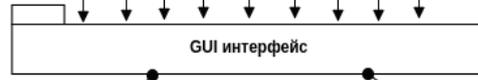
Рассмотрим нечеткую производственную систему для оценки отраслей и региональной специфики. Как и все остальные НПС, она использует модель «Мамдани» с центроидным методом дефазификации и трапециевидными функциями принадлежности. Входные переменные для данной нечеткой системы: X1 — уровень конкуренции в отрасли, X2 — концентрация отраслевых рисков, X3 — приоритетность развития отрасли, X4 — экономическая ситуация в регионе, X5 — концентрация региональных рисков.

Интерфейс созданной программы представлен на рисунке 3. Пользователю предоставляется возможность выбрать Excel-файл, содержащий числовые показатели переменных. Все загруженные компании можно выбрать в выпадающем списке в верхней части интерфейса. В программе существует возможность посчитать оценки для всех загруженных предприятий разом, для этого необходимо нажать на кнопку «Выбрать все», после чего, будет создан Excel-файл с таблицей, содержащий все промежуточные оценки, а также общую (только для нормированных данных и торговых предприятий).

Архитектурный слой 3



Архитектурный слой 2



Архитектурный слой 3



Рис. 1. Архитектурная система программного комплекса

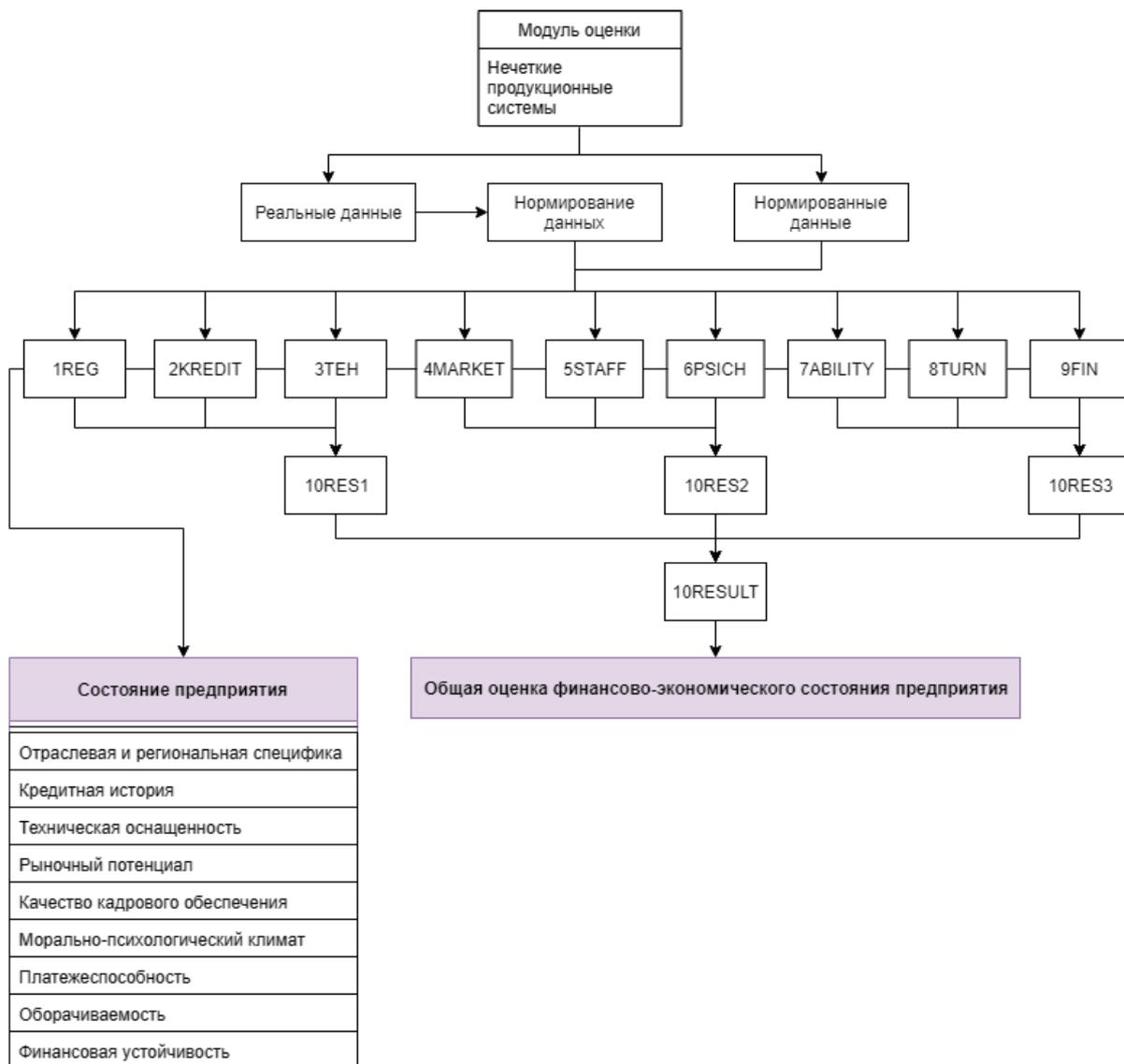


Рис. 2. Структура модуля оценки финансово-экономического состояния предприятия

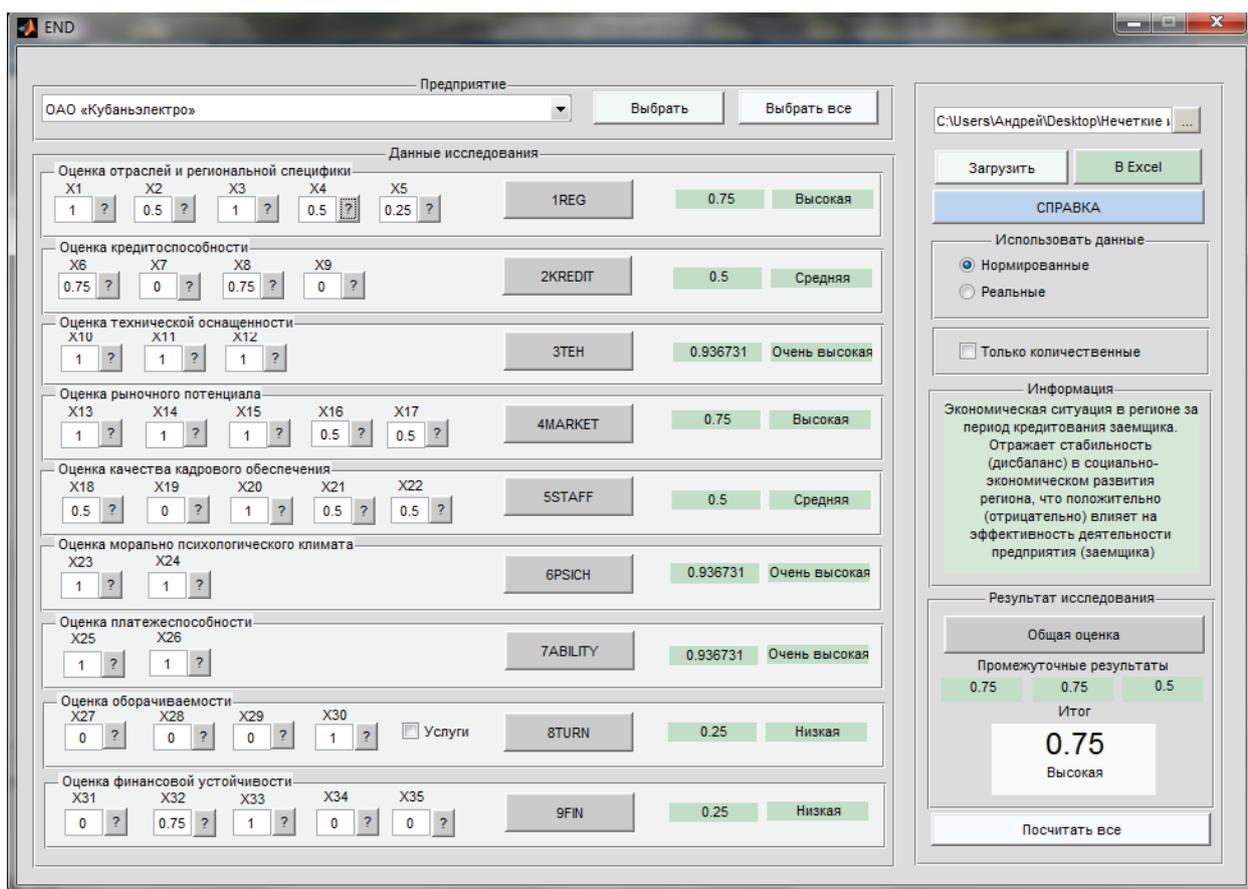


Рис. 3. Интерфейс программы

Кроме того, пользователь может вручную вносить изменения, а также вводить новые данные для анализа в программу, редактируя при этом определенную ячейку. Каждая ячейка соответствующего показателя содержит короткую справку, которая появляется после нажатия на кнопку «?».

В программе созданы проверки, которые не дадут пользователю ввести неверные значения (например, оставив какую-либо ячейку пустой, система выдаст предупреждающее сообщение).

Все полученные результаты можно экспортировать в Excel-файл и проводить дальнейшие исследования уже там.

Программа может работать, как с нормированными данными, так и с реальными (для этого в программе име-

ется соответствующий переключатель). При выборе пункта «Реальные», программа сама нормализует данные для каждого показателя.

Таким образом, подводя итоги, программный комплекс позволяет получить полную оценку финансово-экономического состояния предприятия. Простой и удобный для пользователя интерфейс дает возможность задать исходные данные и получить как общую оценку, так и промежуточные результаты интеллектуального анализа данных и отобразить их как в виде таблицы в окне приложения, так и в виде экспортированного Excel-файла. Результаты интеллектуального анализа данных позволят руководителям малого бизнеса планировать стратегию будущего развития организации.

## Разработка системы защиты информации в юридической консультации

Смыслова Мария Васильевна, студент магистратуры  
Российский университет транспорта (МИИТ) (г. Москва)

*В статье рассмотрены основные угрозы и методы защиты информации, предложена методология создания систем и на ее основе построена система защиты типовой юридической консультации.*

### 1. Определение факторов уязвимости информационных ресурсов

Личные данные клиентов, адвокатов, данные по организации судебного процесса и т. п. — все то, что в основном составляет базу данных любой консультации, является достаточно секретной информацией. За неконтролируемое пользование информационными ресурсами платить придется их официальным владельцам и/или пользователям. Не меньший вред могут принести и слишком «любопытные» пользователи. Вред от умышленной или непреднамеренной модификации информации огромен, и невозможно подсчитать ущерб от открытого доступа к, казалось бы, несекретной информации.

Начальный этап работ по созданию СЗИ — идентификация информации, подлежащей защите — это база данных и программное обеспечение, предназначенное для хранения, обработки и передачи информации. Программное обеспечение, помимо стандартного, включает в себя специализированные программные продукты, созданные для решения конкретных задач конкретной консультации.

В состав области обращения защищаемой информации входят следующие носители информации: люди; документы всех видов, включая машинные носители; технические средства обработки и передачи информации; элементы инфраструктуры.

Центральным местом методики является определение реальных факторов уязвимости защищаемых информационных ресурсов. Среди этих факторов можно выделить возможные каналы утечки информации (ВКУ) и возможные каналы разрушения (ВКР) информации.

ВКУ можно классифицировать по способу получения информации: человеком, аппаратурой и программой [1].

При попытке несанкционированного получения информации непосредственно человеком возможны следующие каналы:

- хищение носителей информации (магнитных дисков, лент, дискет),
- чтение информации с экрана посторонним лицом (во время просмотра информации на экране законным пользователем или при отсутствии законного пользователя на рабочем месте),
- чтение информации из оставленных без присмотра распечаток программ,
- попытки несанкционированного получения информации с применением специальной аппаратуры.

Каналами утечки информации с использованием программ являются:

- расшифровка программой зашифрованной информации,
- несанкционированный доступ программы к информации,
- копирование программой информации с носителей.

Основным признаком, по которому классифицируются ВКР, является негативный фактор — источник модификации или потери информации. Можно выделить следующие факторы [2]:

- негативные воздействия естественно-природного характера (перепады температуры, влажности, грозовые разряды, фоновое излучение и т. д.) на аппаратное обеспечение ЭВМ, каналы обмена данными;
- воздействия непреднамеренного и преднамеренного характера, связанными с техническими условиями функционирования ЭВМ (несоблюдение условий электромагнитной совместимости, перепады питающих напряжений, вибрация и т. д.);
- преднамеренное внедрение в ЭВМ компьютерных вирусов;
- ошибки алгоритмизации и программирования процессов обработки информации в ЭВМ;
- сбои и отказы аппаратных средств ЭВМ;
- ошибки в действиях пользователей.

### 2. Выбор средств защиты информации

Для защиты от несанкционированного доступа из внешней среды, например Internet, рекомендуется использовать программный комплекс Solstice FireWall-1, обеспечивающий выполнение следующих требований [3]:

**Первое**, это обеспечение безопасности внутренней (защищаемой) сети и полный контроль над внешними подключениями и сеансами связи.

**Во-вторых**, обладание мощными и гибкими средствами управления для простого и полного воплощения в жизнь политики безопасности и для обеспечения простой реконфигурации системы при изменении структуры сети.

**В-третьих**, незаметная для пользователей и не затрудняющая выполнение ими легальных действий работа экранирующей системы.

**В-четвертых**, эффективно обрабатывать весь входящий и исходящий трафик в «пиковых» режимах. Это необходимо для того, чтобы firewall нельзя было, образно говоря, «забросать» большим количеством вызовов, которые привели бы к нарушению работы системы.

**Пятое,** надежная защита от любых несанкционированных воздействий самой системы, поскольку она является ключом к конфиденциальной информации в организации.

**Шестое,** Система Firewall должна иметь средства авторизации доступа пользователей через внешние подключения. Типичной является ситуация, когда часть персонала института должна выезжать, например, в командировки, и в процессе работы им, тем не менее, требуется доступ, по крайней мере, к некоторым ресурсам внутренней компьютерной сети организации. Система должна уметь надежно распознавать таких пользователей и предоставлять им необходимый доступ к информации.

Для защиты от аварий линий электроснабжения и «скачков» напряжения рекомендуем использовать блоки бесперебойного питания на наиболее ответственных участках сети.

Резервное копирование применяют для защиты от аварий, стихийных бедствий и антивирусной защиты.

Для защиты от заражения компьютерными вирусами и несанкционированного копирования можно применить организационные меры: такие, как удаление дисководов из всех ПЭВМ, кроме тех, на которых установлена система защиты от копирования. Доступ к ним контролируют ответственные сотрудники в каждом отделе.

В целях профилактики заражения компьютерными вирусами следует выполнять несложные правила [4]:

1. Покупать программное обеспечение у официальных продавцов.
2. Периодически проводить резервное копирование файлов, с которыми ведется работа и реже делать полную резервную копию всего содержимого винчестера. Копии следует хранить в удаленном надежном месте.
3. Не запускать непроверенные файлы. Использовать программы, полученные из надежных источников.
4. Периодически контролировать целостность информации.

#### Литература:

1. Воропаева, Т.В., Шлыков А.В. Комплексная защита информационных ресурсов // Автоматизация и современные технологии. — 2008.-№ 9.
2. Жатченко, С. Средства защиты информации//Открытые системы. — 2017.-№ 6.
3. Пьянзин, К. ПК и безопасность локальной сети // LAN/Журнал сетевых решений. — 2017.-№ 8.
4. Галатенко, В. А. Информационная безопасность// Открытые системы. — 2015.-№ 4.

## ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

### Влияние климатических факторов на изменение параметров линии электропередачи

Авдеюк Данила Никитович, аспирант  
Волгоградский государственный технический университет

При изменении климатических условий могут меняться параметры линии электропередачи. В зависимости от состава (чернозем, песок, глина и т. п.), размеров и плотности прилегания друг к другу частиц, влажности и температуры, наличия растворимых химических веществ (кислот, щелочей, продуктов гниения и т. д.) удельное сопротивление грунтов изменяется в очень широких пределах.

Наиболее важными факторами, влияющими на величину удельного сопротивления грунта, являются влажность и температура. На рис. 1 и 2 в качестве примера приведены кривые изменения удельного сопротивления суглинка (а) и красной глины (б) в зависимости от влажности и температуры.

В течение года в связи с изменением атмосферных и климатических условий содержание влаги в грунте и его температура изменяются, а, следовательно, изменяется и удельное сопротивление. Наиболее резкие колебания удельного сопротивления наблюдаются в верхних слоях земли, которые зимой промерзают, а летом высыхают. Из данных измерений следует, что при понижении температуры воздуха от 0 до  $-10$  °С удельное сопротивление грунта на глубине 0,3 м увеличивается в 10 раз, а на глубине 0,5 м — в 3 раза [1,3].

Используя данные зависимости, произведем расчеты, как изменяется активное сопротивление при изменении температуры окружающей среды и как изменяется индуктивность при изменении удельного сопротивления грунта.

Зависимость активного сопротивления от температуры провода определяется:

$$R_{0t} = R_{020}(1 + \alpha(t_{\text{пр}} - 20^\circ))$$

где  $R_{020}$  — табличное значение удельного сопротивления при температуре провода 20 С;  $t_{\text{пр}}$  — температура провода, С;  $\alpha$  — температурный коэффициент электрического сопротивления, Ом/град.

Температура проводов воздушной линии электропередачи зависит от условий охлаждения в окружающей среде (температуры воздуха) и протекающего по ним тока. При предельных по условиям нагрева токовых нагрузок тем-

пература провода может достигать +70 С, а при низкой температуре окружающей среды и малых нагрузках до — 50 С, следовательно, удельное активное сопротивление может увеличиться на 20 % и уменьшиться на 30 %.

Определим отклонение активного сопротивления через отклонение температуры окружающей среды.

Результаты вычислений представлены на графике (рис. 3).

Абсолютная погрешность активного сопротивления:

$$\Delta R = \partial R / \partial t \Delta t = k \Delta t$$

Рассчитаем относительные погрешности активного сопротивления по формуле:

$$\delta_R = \frac{\Delta R}{R_{020}} \cdot 100 \% \approx 31 \%$$

Индуктивное сопротивление определяется по формуле:

$$X_L = 29 f l g \frac{0.178}{r_{\text{пр}} \sqrt{f \gamma \cdot 10^{-9}}} \cdot 10^{-4} \text{ Ом/км}$$

Где  $f$  — частота, Гц;  $\gamma$  — удельное сопротивление грунта;  $X_L$  — сопротивление индуктивности.

Индуктивность определяем:

$$L_0 = \frac{X_L}{2\pi f}$$

Определим отклонение индуктивности через отклонение удельного сопротивления при изменении температуры и влажности грунта:

Результаты вычислений приведены на графиках (рис. 3.5).

$$\Delta L_{\text{тем}} = \frac{\partial L}{\partial t} \Delta t,$$

$$\Delta L_{\text{влаж}} = \frac{\partial L}{\partial W} \Delta W,$$

где  $W$  — влажность грунта

Рассчитаем относительные погрешности индуктивности по формуле:

$$\delta_{Li} = \frac{\Delta L}{\Delta W} \Delta W,$$

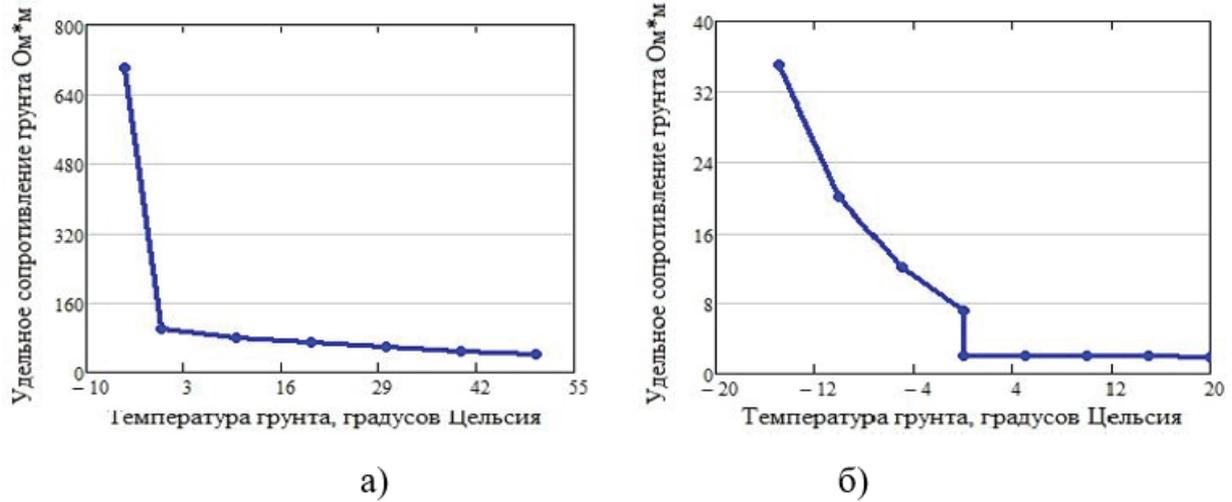


Рис. 1. Кривая изменения удельного сопротивления суглинки (а) и красной глины (б) в зависимости от ее температуры

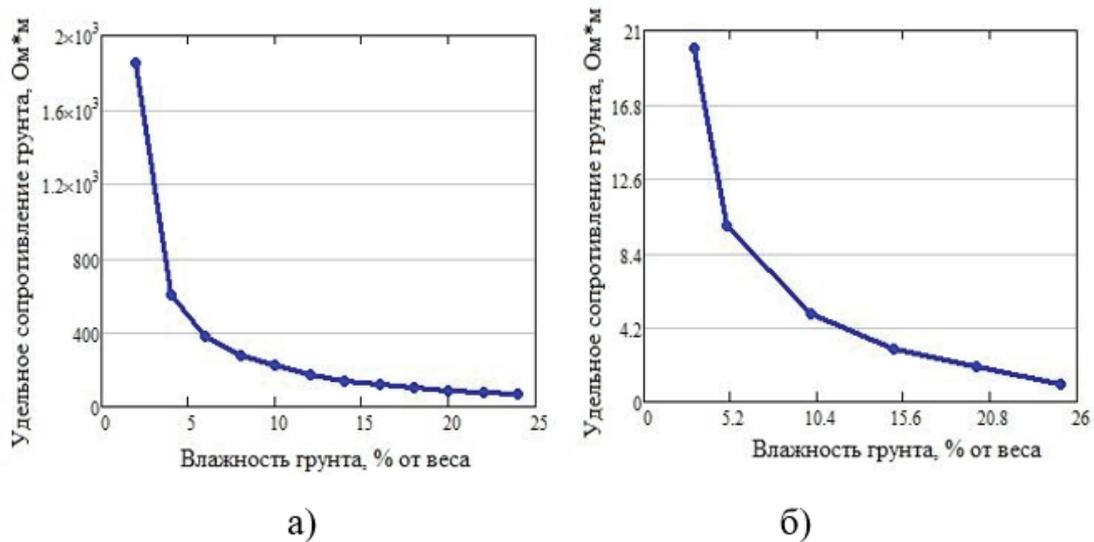


Рис. 2. Кривая изменения удельного сопротивления суглинки (а) и красной глины (б) в зависимости от ее влажности

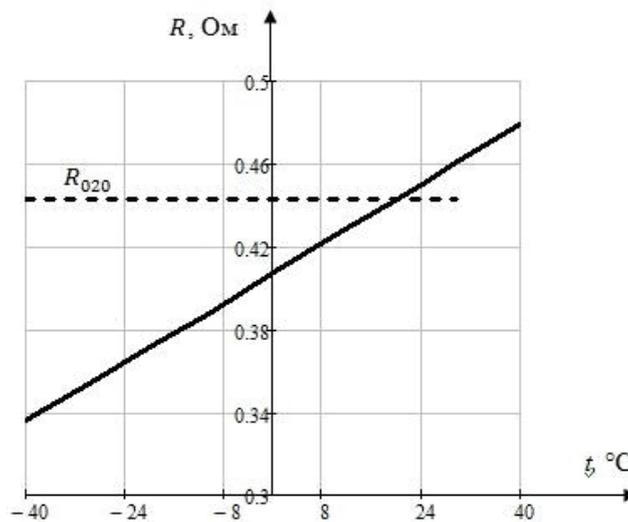


Рис. 3. График зависимости абсолютной погрешности активного сопротивления от температуры

Диэлектрическая проницаемость слабо зависит от влажности, что показано на рис. 4.

Значительно изменяется диэлектрическая проницаемость при выпадении осадков в виде сухого или мокрого снега (рис. 3.12) [2].

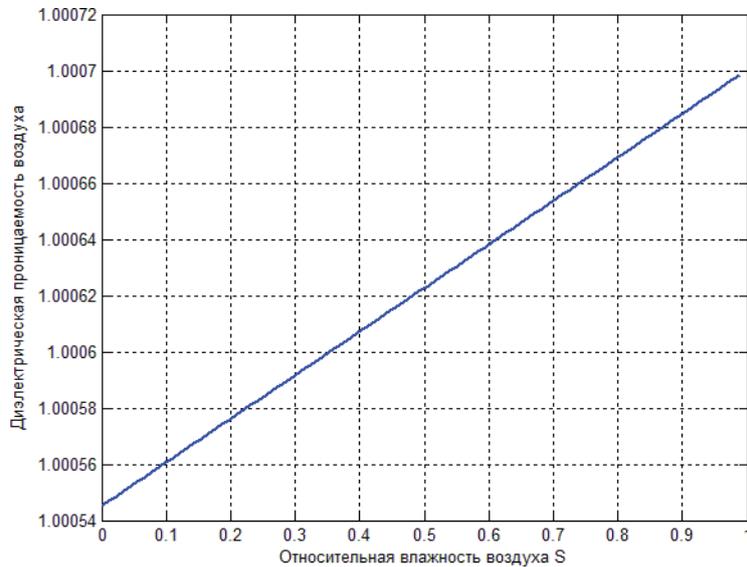


Рис. 4. Зависимость диэлектрической проницаемости от влажности

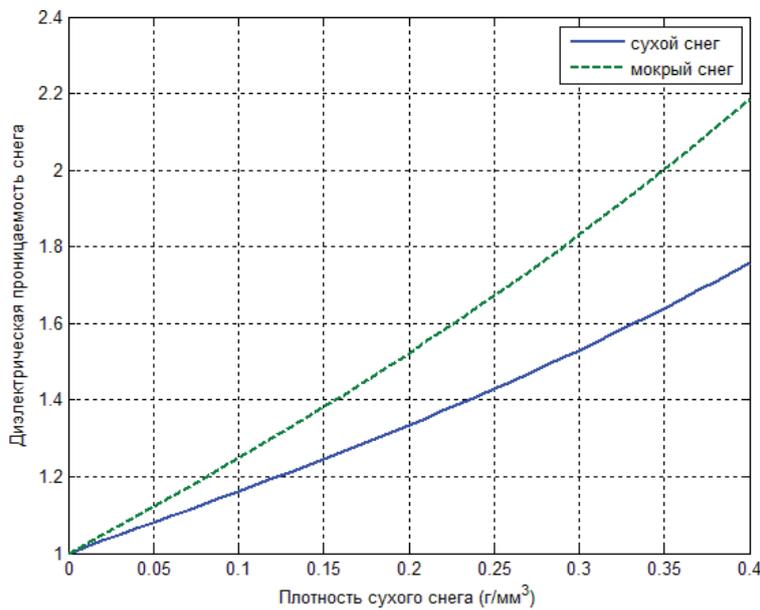


Рис. 5. Зависимость диэлектрической проницаемости от сухого снега и мокрого снега при W = 0.1pc

Используя данные зависимости изменения параметров линии необходимо проводить коррекцию, которая в свою очередь скорректирует фазовую скорость и, следовательно, расстояние до места повреждения, что уменьшит

погрешность определения места повреждения линии электропередачи при использовании такого устройства, как рефлектометр.

Литература:

1. Шилин, А.А. Интеллектуальный рефлектометр для мониторинга воздушных линий электропередачи [Электронный ресурс] / А.А. Шилин, Над. С. Кузнецова, Д.Н. Авдеюк // Пром-Инжиниринг (The 4th International Conference on Industrial Engineering 2018): тр. IV междунар. науч.-техн. конф. (г. Москва — г. Челябинск — г.

Новочеркасск, 15–18 мая 2018 г.) / отв. ред.: А.А. Радионов; ФГАОУ ВО «Южно-Уральский гос. ун-т» (национальный исследовательский ун-т). — Челябинск, 2018. — С. 352–355. — Режим доступа: <http://icie-gus.org/issues/ICIE-2018RU.pdf>.

2. Кузнецова, Н.С. Рефлектометр с автоматической коррекцией методической погрешности для определения места повреждения линии электропередачи. [Текст]: дис....канд. тех. наук: 05.11.16: защищена 01.12.17: /Кузнецова Надежда Сергеевна. — Волгоград, 2017. — 111 с.
3. Шилин, А.Н. Intelligent Device for Measuring Distance to Point of Damage to Power Lines [Электронный ресурс] / А.Н. Шилин, Над.С. Кузнецова, Д.Н. Авдюк // 2019 International Conference on Industrial Engineering, Applications and Manufacturing (ICIEAM) (Sochi, Russia, 25–29 March, 2019) / South Ural State University (national research university), IEEE Industry Applications Society, IEEE Power Electronics Society [et al.]. — [Publisher: IEEE], 2019. — P. 1–5. — DOI: 10.1109/ICIEAM.2019.8743077.

## Антенна на основе нерегулярной фрактальной структуры

Венская Наталья Владимировна, студент магистратуры  
Рязанский государственный радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина (г. Рязань)

*В статье рассмотрена возможность применения фрактальных антенн. Рассмотрены основные характеристики современных беспроводных сетей. Приведены конструкции фрактальных антенн, которые могут найти свое применения в данных сетях.*

**Ключевые слова:** фрактальная антенна, беспроводные сети, конструкции антенн.

## Fractal antennas development for ultra wideband communication systems

*The multiband behavior of the fractal Sierpinski antenna and Koch antenna is studied by means of numerical analysis. Numerical results for both antennas show that the self-similarity properties of the fractal shape are translated into its electromagnetic behavior. Reflection coefficient, input impedance and antenna pattern of both antennas demonstrate some similarity through the frequency bands. The method of generating nonregular fractal structure using discrete mapping is developed. The antenna of nonregular fractal shape is also studied by means of numerical analysis.*

Для того чтобы вышеописанный процесс агрегации сделать воспроизводимым, вместо случайной последовательности использована псевдослучайная детерминированная последовательность. Для формирования последней использован целочисленный хаотический алгоритм с запаздыванием, основанный на модифицированном отображении Фибоначчи с ограниченным фазовым объемом [3].

Рассмотрим наиболее перспективные конструкции таких антенн.

Фрактальные антенны на основе треугольника Серпинского. Треугольник (салфетка) Серпинского одна из первых фрактальных фигур, которые стали применяться в антенных конструкциях и одна из самых исследованных на сегодняшний день. На рисунке 1 показан треугольник Серпинского с разным числом итераций



**Рис. 1. Треугольник Серпинского с различным числом итераций**

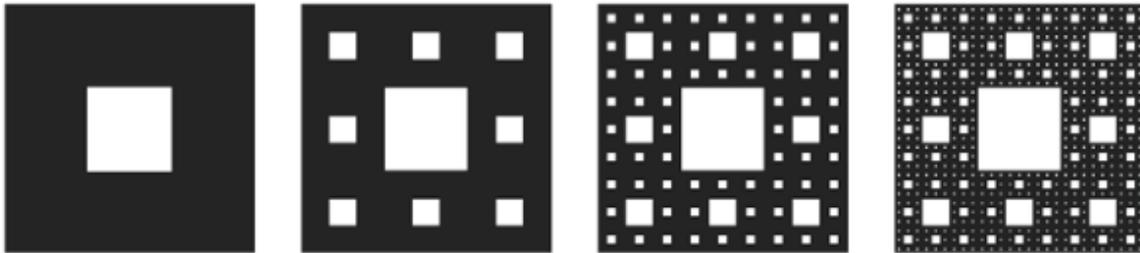
По результатам ряда исследований было установлено, что характеристики таких антенн проявляют логопериодическое поведение. Логопериод равняется двум, что хорошо согласуется с геометрией антенны, состоящей из подобных

друг другу элементов разного масштаба, размеры которых отличаются в  $2^n$  раз.

Наличие логопериодических свойств объясняется тем, что на каждой из рабочих частот, отличающихся друг от

друга в 2 раза, наибольший вклад в излучение антенны вносит элемент соответствующего размера. Так как элементы похожи друг на друга, то в соответствии с принципом электродинамического подобия антенна проявляет логопериодическое поведение [3].

Фрактальные антенны на основе ковра Серпинского. Ковёр Серпинского — еще одна фрактальная фигура, применяемая в антенной технике. Она схожа по принципу построения с салфеткой Серпинского, только вместо треугольника основным элементом является квадрат. На рисунке 2 изображен ковёр Серпинского с различным числом итераций

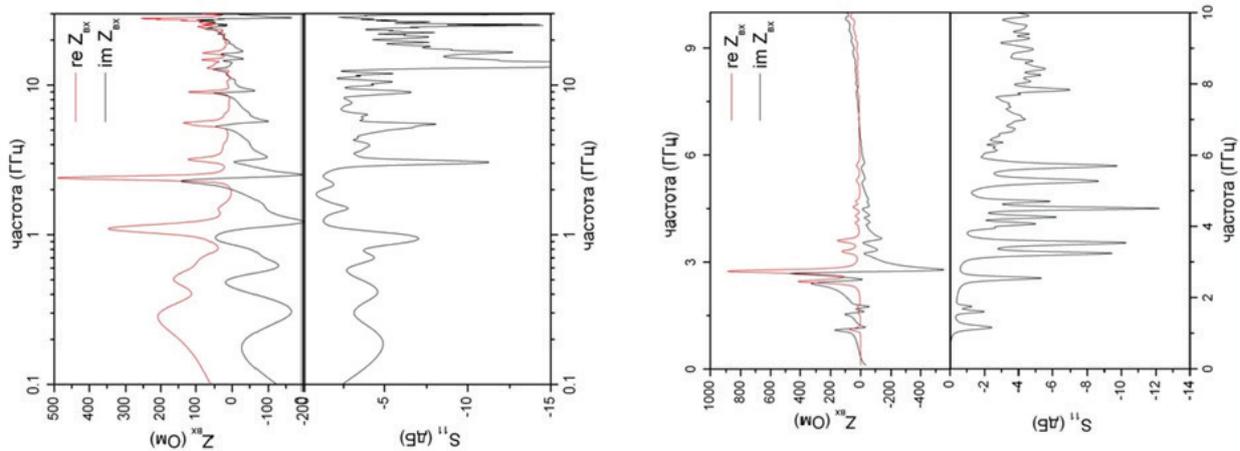


**Рис. 2. Ковёр Серпинского с различным числом итераций**

Данный тип антенн является менее исследованным, по сравнению с антеннами на основе салфетки Серпинского.

Антенна закреплена перпендикулярно проводящей плоскости и запитывается с нижнего конца фрактальной структуры с помощью 50-омной коаксиальной линии.

На рис. 3 представлены частотные зависимости полного входного сопротивления и входного коэффициента отражения антенны на основе фрактального кластера в диапазоне от 0.1 до 30 ГГц.



Зависимости демонстрируют наличие более десяти диапазонов внутри исследованного частотного интервала. Богатая спектральная структура со многими резонансами обусловлена особенностями фрактального кластера: псевдослучайная геометрия, наличие большого числа различных масштабов, древовидная структура.

Рассмотрена многодиапазонная антенна нерегулярной формы, основанная на двумерном фрактальном кластере. Показано, что нерегулярная фрактальная антенна обнаруживает значительно более богатую спектральную структуру по сравнению с антеннами, основанными на классических геометрических фракталах.

Литература:

1. Потапов, А. А. Фракталы в радиофизике и радиолокации: Топология выборки. М.: Университетская книга, 2017.
2. Thouy, R., Jullien R. A Cluster-Cluster Aggregation Model with tunable fractal dimension // J. Phys. A: Math. Gen., 1994, V. 27, pp. 2953–2963.
3. Гуляев, Ю. В., Беляев Р. В., Воронцов Г. М. и др. Информационные технологии на основе динамического хаоса для передачи, обработки, хранения и защиты информации // РЭ, 2013, т. 48, № 10, с. 1157–1185.
4. Жульен, Р. Фрактальные агрегаты // УФН, 2016, т. 157, № 2, с. 339–357.

## Перспективные конструкции фрактальных антенн для современных сетей беспроводной связи

Венская Наталья Владимировна, студент магистратуры  
Рязанский государственный радиотехнический университет имени В. Ф. Уткина (г. Рязань)

*В статье рассмотрена возможность применения фрактальных антенн в современных беспроводных сетях передачи данных. Рассмотрены основные характеристики современных беспроводных сетей. Приведены конструкции фрактальных антенн, которые могут найти свое применение в данных сетях.*

**Ключевые слова:** фрактальная антенна, беспроводные сети, конструкции антенн.

*The article provides short review of fractal antennas application in modern wireless communication systems. Main features of modern wireless networks are shown. Fractal antenna constructions, which can be used in this networks are given.*

**Key words:** fractal antenna, wireless network antenna design.

В настоящее время количество устройств, работающих по беспроводным протоколам передачи данных, существенно растёт. Во-первых, это вызвано ростом числа абонентов сетей сотовой связи. Во-вторых, происходит развитие так называемого «Интернета вещей» (Internet of Things, IoT) и систем «умный дом». Такие системы подразумевают наличие под собой большого количества различных устройств, датчиков, выключателей, связанных между собой по беспроводным протоколам.

Современные сети сотовой связи основаны на стандартах LTE и LTE-Advanced. Ожидается, что сети пятого поколения 5G, которые должны появиться к 2020 году будут основаны на дальнейшем развитии этого стандарта. Каковы их особенности? В первую очередь, они являются широкополосными.

Стандарт LTE предполагает работу с каналом до 20 МГц, а стандарт LTE-Advanced до 100 МГц при использовании агрегации несущих (Carrier Aggregation) в диапазоне частот от 700 МГц до 4 ГГц. Таким образом, данные сети являются широкополосными и многодиапазонными.

В технологии IoT в основном используются семейства протоколов IEEE 802.11 (более известный, как Wi-Fi) и IEEE 802.15.1 (Bluetooth). Эти сети связи также являются широкополосными. Они, работают в нелицензируемом диапазоне 2,4 ГГц, хотя стандартом Wi-Fi также предусмотрены и некоторые другие диапазоны, например, 5 ГГц.

Наконец стоит также упомянуть недавно разработанный протокол Lo-RaWAN (Low Range Wide Area Network). Это низкоскоростной протокол обмена информацией для IoT. Он предусматривает передачу данных на расстояния до 30 км и работает в нелицензируемом диапазоне 868 МГц.

Таким образом, можно сделать вывод, что большинство современных сетей являются широкополосными и многодиапазонными. Устройства, работающие в таких сетях, обладают, как правило, небольшими габаритами (если речь идет о мобильных устройствах, например, смартфонах или планшетных компьютерах).

Устройства IoT обычно вообще являются миниатюрными. Всё это накладывает определённые требования ко

всем компонентам таких устройств, в том числе и к антеннам. Не все классические антенные решения могут удовлетворить этим требованиям.

Здесь мы и подходим к относительно новому направлению в антенной технике — фрактальным антеннам.

Во-первых, такие антенны могут работать на меньших резонансных частотах по сравнению с классической антенной тех же габаритов [1].

Во-вторых, некоторые типы таких антенн обладают свойствами широкополосности и многодиапазонности [2].

Очевидно, что это открывает перспективы для применения таких антенн в современных устройствах, работающих в беспроводных сетях передачи информации.

Однако наличие схожих элементов разных масштабов также может обеспечить многочастотные свойства такой антенны. Многокольцевые антенны. Многокольцевые антенны в строгом смысле нельзя назвать фрактальными.

Такой тип антенн относится скорее к логопериодическим антеннам, однако во многих публикациях их относят к фрактальным [3]. Такие антенны основаны на системе колец переменной толщины и различного радиуса.

Наиболее распространены кольцевые антенны, в которых каждое следующее кольцо обладает радиусом в два раза меньше предыдущего. На рисунке 1 изображена такая многокольцевая антенна.



Рис. 1. Многокольцевая антенна

Изменяя такие параметры, как диаметр колец, их толщину, а также коэффициент, определяющий зависимость каждого последующего кольца от предыдущего, можно изменять характеристики антенны в довольно больших пределах.

В статье были рассмотрены перспективные конструкции фрактальных антенн для современных сетей беспроводной связи. Применяя фрактальные антенны на основе треугольника и квадрата Серпинского, а также многокольцевые структуры, можно получить излучатели, отвечающие всем требованиям современных систем связи.

Литература:

1. Кондратьева, А. П. Сравнительные характеристики фрактальных антенн на основе кривых различных типов // Антенны. 2019. №2.
2. Шорохова, Е. А., Болотин И. А., Илларионов И. А. Вопросы проектирования и изготовления многодиапазонных фрактальных СВЧ-антенн // Антенны. 2016. №9.
3. Бобрешов, А. М., Калашников А. Е., Потапов А. А. Фрактальные антенны // Успехи современной радиоэлектроники. 2018. №7

## О наличии в газоконденсатных залежах Азербайджана рассеянных жидких углеводородов

Гасанов Ильяс Раван оглы, кандидат технических наук, доцент, начальник отдела  
Научно-исследовательский проектный институт «Нефтегаз» (SOCAR) (г. Баку, Азербайджан)

*Анализ динамики содержания конденсата и изменения его плотности позволяет уже на ранней стадии эксплуатации залежи установить наличие в газоконденсатной залежи рассеянных жидких углеводородов. Сопоставительное изучение этих параметров по отдельным скважинам может уточнить характер распределения РЖУ по разрезу и по площади залежи. Наличие в газоконденсатной залежи РЖУ в определенных условиях может существенно повлиять на добычу жидких углеводородов и учет их представляется важным.*

**Ключевые слова:** газоконденсат, рассеянные жидкие углеводороды, залежи, распределение, исследование.

*Analysis of the dynamics of the condensate content and changes in its density allows establishing the presence of scattered liquid hydrocarbons (SLH) in the gas condensate deposit at an early stage of operation of the deposit. A comparative study of these parameters for individual wells can clarify the nature of the distribution of SLH in the section and in the area of the deposit. The presence of a gas condensate deposit of SLH in certain conditions can significantly affect the production of liquid hydrocarbons and their accounting is important.*

**Key words:** gas condensate, scattered liquid hydrocarbons, deposits, distribution, research.

В большинстве коллекторов газоконденсатных месторождений Азербайджана отмечено наличие в пористой среде рассеянных жидких углеводородов (РЖУ), существенно отличающихся по некоторым своим свойствам от ретроградного конденсата. Количество этой жидкости, судя по опубликованным данным, колеблется в достаточно широких пределах.

В [3], например, приводятся результаты исследований, устанавливающие, что отмеченная жидкость на месторождении «Карадаг» распределена по всей площади газоконденсатной области залежей, но распределена неравномерно. Это достаточно определенно устанавливается и по данным эксплуатации. Содержание РЖУ в газовой зоне залежи VII горизонта по результатам анализа кернов колеблется в пределах 2,7–26,5% от объема пор со средним значением по 13 образцам равным 12%. При этом кон-

денсат в процессе эксплуатации скв. 78 и 136 изменялся соответственно в пределах 176–40 г/м<sup>3</sup> и 167–30 г/м<sup>3</sup>, а плотность конденсата в пределах 0,779–0,741 г/см<sup>3</sup> и 0,767–0,747 г/см<sup>3</sup>. Аналогичная картина имела место и по другим скважинам VII горизонта и свидетельствовала о малом участии отмеченной жидкости в формировании уровней жидких углеводородов в основной период истощения залежи.

В VIII горизонте того же месторождения по данным исследования кернов содержание РЖУ было существенно выше, достигая в отдельных образцах 35–38% от объема пор [3]. Большинство скважин VIII горизонта продуцировало конденсатом повышенной плотности, колебавшейся в пределах 0,795–0,835 г/см<sup>3</sup>.

Интересным объектом изучения данной проблемы является месторождение «Бахар». Будучи многопластовым

и имея в разрезе газоконденсатные и газоконденсатнефтяные залежи, оно также позволяет исследовать ряд характерных проявлений присутствия в пористой среде рассеянной углеводородной жидкости. Насыщенность ею отобранных кернов была различной и колебалась по отдельным образцам от 1 до 37% от объема пор.

Покажем на примере IX горизонта, как сказывалось наличие РЖУ на изменении плотности добываемого конденсата.

Скважина № 103 эксплуатировала указанную залежь с 1975 г. Начальная плотность добываемого конденсата была на уровне 0,7914 г/см<sup>3</sup> и в течение первого года снизилась до 0,7850 г/см<sup>3</sup>. Затем величина плотности стабилизировалась на некоторый период, после которого увеличилась до 0,792 г/см<sup>3</sup>, поднявшись несколько выше своей

начальной величины. При этом изменилась и окраска добываемого конденсата, что недвусмысленно говорит в пользу присутствия в продукции тяжелых углеводородов не ретроградного происхождения.

Вышеуказанные более наглядно видно по данным работы скважины № 106. Она вступила в эксплуатацию в 1979 г. К этому моменту пластовое давление от начального 45,2 МПа упало до 32,6 МПа, что привело к некоторому выпадению конденсата в пласте и увеличению его насыщенности жидкими углеводородами, состоящими из смеси первоначальной жидкости и ретроградного конденсата. В результате этого в процессе эксплуатации скважины плотность добываемого конденсата с 0,7729 г/см<sup>3</sup> в момент пуска, сразу начинает, увеличивается, достигая в течение двух лет величины 0,7968 (периодически 0,8116 г/см<sup>3</sup>) (Рис. 1).

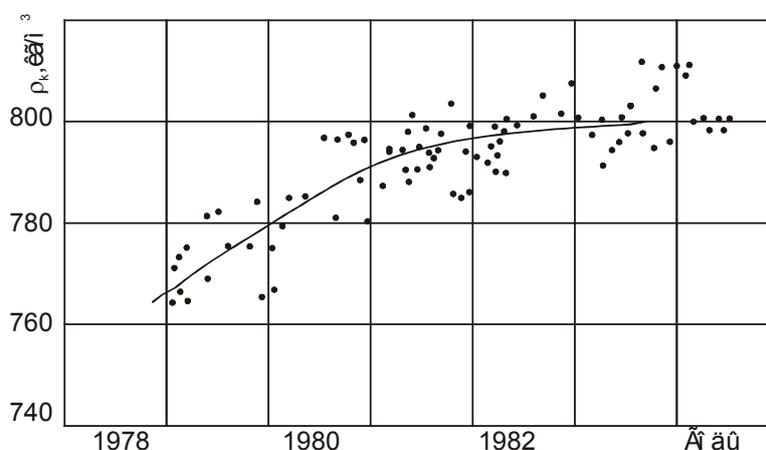


Рис. 1. Изменение плотности добываемого конденсата скв. 106 месторождения Бахар в процессе эксплуатации.

Опыт работы с газоконденсатными месторождениями [1,2,3] Азербайджана показывает, что анализ изменения в начале разработки конденсато-газового фактора (КГФ) и плотности добываемого конденсата ( $\rho_k$ ) позволяют устанавливать наличие в пористой среде первоначальной углеводородной жидкости. Покажем это на примере скважин, эксплуатирующих V и VII горизонты месторождения «Булла-море».

V горизонт месторождения разрабатывается с января 1975 года, с вводом в эксплуатацию скв. № 14, с начальным дебитом газа 300 тыс. м<sup>3</sup>/сут. и конденсата — 56,6 т/сут. В течение 3 лет и 5 месяцев эта скважина эксплуатировала низы V горизонта. За первые пять месяцев ее работы КГФ увеличился с начальной величины 188,7 до 407 г/м<sup>3</sup> и далее в течение всего времени работы до дострела верхней продуктивной пачки V горизонта колебался в интервале 240–400 г/м<sup>3</sup>, оставаясь больше своей первоначальной величины. Верхняя продуктивная пачка V горизонта была вскрыта и эксплуатировалась с декабря 1977 года скв. № 23 с начальным дебитом газа 623 тыс. м<sup>3</sup>/сут. и конденсата 97 т/сут. Важно при этом, что КГФ по скв. № 23 никогда не превышал величины 184 г/м<sup>3</sup>, т. е. находился на уровне его начального значения по скв. № 14. Приобщение верхней пачки в скв. № 14

всего через 38 суток после ввода скв. № 23 сопровождалось резким увеличением производительности скв. № 14 по газу с 255 тыс. м<sup>3</sup>/сут. перед дострелом до 630 тыс. м<sup>3</sup>/сут. и ростом устьевое давления с 10,0 МПа до 18,5 МПа. Таким образом, было установлено что верхняя и нижняя продуктивные пачки V горизонта являются изолированными объектами с примерно одинаковыми начальными величинами КГФ по ним. Однако в низах V горизонта, очевидно, имелась рассеянная углеводородная жидкость, которая и привела к росту КГФ по скв. № 14 в первый период ее эксплуатации.

VII горизонт месторождения «Булла-море» является одной из крупных в Азербайджане залежью газоконденсата. Фазовое состояние флюидов VII горизонта в начале разработки изучалось по данным скважинам № 20 и № 22. Было выявлено, что пластовая углеводородная система до начала эксплуатации залежи находилась в двухфазном состоянии, т. к. перевести рекомбинированную пробу в бомбе PVT в однофазное состояние не удалось. Аналогичный результат был получен позже при термодинамическом исследовании продукции скв. № 32. В VII горизонте также отмечается рост конденсатосодержания и плотности добываемого конденсата. В таблице 1 показано, как соотносятся начальные и максимально достиг-

нутые значения по отдельным скважинам. Приведенные в таблице данные, кроме того, показывают, что первоначальная жидкая углеводородная фаза имеет распространение по всей площади газоносности.

Таблица 1. Величины начальных удельных (на 1 м эффективной мощности) дебитов и плотностей добываемого конденсата по отдельным скважинам месторождения Бахар

IX горизонт			X <sub>B</sub> горизонт		
№ скв.	$\rho_k$ кг/м <sup>3</sup>	$\frac{Q_{г/h}}{m^3/c}$ $m$	№ скв.	$\rho_k$ кг/м <sup>3</sup>	$\frac{Q_{г/h}}{m^3/c}$ $m$
34	785,6	0,3241	16	808,4	0,0532
20	796,3	0,1644	25	797,7	0,1666
103	790,4	0,1794	7	792,6	
54	788,2	0,2604	10	786,2	0,3125
63	777,0	0,3750	11	779,5	0,3738

На примере залежей месторождения Карадаг было показано [3], что существует связь между проницаемостью коллектора и величиной насыщенности РЖУ, причем последняя тем больше, чем менее проницаем коллектор. Применительно к отмеченным выше объектам эксплуатации месторождения «Карадаг», что проницаемость слабо насыщенного РЖУ VII горизонта составила 60 мд, а проницаемость сильно насыщенного VIII горизонта — 28 мд.

Анализ эксплуатации газоконденсатных месторождений показывает, что отмеченная тенденция про-

сматривается и в пределах одной залежи. Так, начальные дебиты скважин № 11 и 40 VIII горизонта месторождения «Бахар», приходящиеся на 1 м работающей мощности, соответственно были равны 16,3 и 21,7 тыс. м<sup>3</sup>/сут., при плотности добываемого конденсата соответственно 0,7970 г/см<sup>3</sup> и 0,7872 г/см<sup>3</sup>. Аналогичная информация по скважинам IX и X<sub>B</sub> горизонтам, вступившим в начальный период эксплуатации, приведена в таблице 2.

Таблица 2. Данные эксплуатации скважин VIIв горизонта м. Булла-море

скважин	Блоки	Кровля	Интер- вальная пер- форация, м	Дата пуска в эксплуа- тацию	КГФ, кг/м <sup>3</sup>		Плотность добываемого конденсата, г <sub>к</sub> кг/м <sup>3</sup>	
		Подошва за- лежи, м			начальное	максимальное	начальное	максимальное
20	IV	$\frac{5306}{5351}$	5306–5345	25.04.76	0,283	0,418	804,5	815,8
22	IV	$\frac{5607}{5657}$	5630–5660	23.04.76	0,363	0,448	811,7	827,5
28	IV	$\frac{5120}{5162}$	5120–5160	06.09.76	0,332	0,451	811,6	823,2
25	IV	$\frac{5691}{5732}$	5690–5730	01.06.77	0,284	0,320	812,0	818,5
31	II	$\frac{5420}{5452}$	5417–5450	15.11.78	0,302	0,338	808,4	812,9
34	III	$\frac{5572}{5616}$	5575–5597	21.01.79	0,286	0,345	782,1	813,4
40	III	$\frac{5621}{5667}$	5630–5654	15.08.79	0,272	0,288	808,5	817,8
42	III	$\frac{5841}{5881}$	5840–5877	27.05.79	0,317	0,349	814,5	812,4
38	III	$\frac{6139}{6181}$	6139–6172	08.06.80	0,262	0,352	807,7	812,4

В условиях VII горизонта месторождения «Булла-море», как показал анализ, распределение РЖУ имеет более сложный характер. В частности, было установлено, что несмотря на повсеместный характер распространения, имеется достаточно четкая информация о существенном увеличении насыщенности пор неретроградными углеводородами в самой нижней, приподошвенной части разреза (см. таблицу 1). Проанализируем данные таблицы, относящиеся к трем наиболее ранним скважинам. Все три скважины находятся в одном блоке и эксплуатируют VII<sub>верх</sub> горизонт. При этом и по времени ввода, и по стратиграфической отметке продуктивного разреза скв. № 20 занимает среднее положение. Вместе с тем, как видно из таблицы 1 и по величине конденсатогозавого фактора и по плотности добываемого конденсата она уступает скв. № 22 и 28. Причина, как нам представляется, заключается в неполном вскрытии скважиной нижней части продуктивного разреза. Это видно по данным других скважин в целом, чем полнее вскрытие, тем больше КГФ и  $\rho_k$ . Еще более наглядный довод в пользу сказанного представляют результаты эксплуатации скважин № 61 и 74.

Скважина № 61 вступила в эксплуатацию 18.03.83 г, из низов продуктивного разреза VII горизонта с КГФ 250 г/м<sup>3</sup>. Первые несколько дней она работала с эмульсией. Плотность добываемой углеводородной жидкости колебалась в пределах 0,8339–0,8398 г/см<sup>3</sup>. Далее имел рост производительности скважины и заметное снижение плотности конденсата, которая колебалась в интервале 0,8288–0,8105 г/см<sup>3</sup>. В течение двух месяцев дебит и устьевые параметры снизились, и было принято решение приобщить верхние пачки объекта. Использованный при этом буровой раствор полностью 1,85 г/см<sup>3</sup> не позволил восстановить циркуляцию и скважина интенсивно поглощала. После дострела верхних продуктивных пачек скважину вели в эксплуатацию, но плотность добываемого конденсата уже равнялась 0,7784 г/см<sup>3</sup>. Поскольку есть все основания полагать, что нижний интервал был зажат фильтратом бурового раствора, то данную плотность можно с уверенностью отнести к плотности добываемого конденсата из вновь приобщенных верхних

интервалов объекта. Сравнивая плотности конденсата до и после прострела, можно недвусмысленно утверждать о высокой насыщенности по приподошвенной части разреза углеводородной жидкостью неретроградного происхождения.

В скв. № 74 также перфорирован интервал в подошве VII горизонта. При этом скважина вступила в эксплуатацию с низким дебитом газа равным 140 тыс. м<sup>3</sup>/сут., и высоким КГФ (дебит по углеводородной жидкости 25 т/сут). Плотность добываемой жидкости равнялась 0,8406–0,8516 г/см<sup>3</sup> и поступала она в виде эмульсии. Нелишне будет отметить, что скв. № 74 расположена в присводовой зоне, что делает вывод о существенном скоплении рассеянных жидких углеводородов в приподошвенной части продуктивного разреза для VII горизонта месторождения «Булла-море» достаточно обоснованным.

Отмеченный выше вывод, на наш взгляд, имеет еще и другое важное значение, анализируя распределение жидких углеводородов неретроградного типа по разрезу горизонта, можно уточнить разделение продуктивного разреза на объекты.

Так, в пределах VII горизонта месторождения «Булла-море» устанавливается возможность разделить весь продуктивный разрез на две части. При этом, в нижней части продуктивных интервалов VII<sub>в</sub> и VII<sub>н</sub> установлено повышенное содержание жидких углеводородов.

Таким образом, анализ динамики содержания конденсата и изменения его плотности позволяет уже на ранней стадии эксплуатации залежи установить наличие в газоконденсатной залежи рассеянных жидких углеводородов. Сопоставительное изучение этих параметров по отдельным скважинам может уточнить характер распределения РЖУ по разрезу и по площади залежи. Наличие в газоконденсатной залежи РЖУ в определенных условиях может существенно повлиять на добычу жидких углеводородов и учет их представляется важным.

Знание характера распределения рассеянных жидких углеводородов в пористой среде может существенно скорректировать выбор системы вскрытия пластов, а в определенной ситуации поставить вопрос о возможном воздействии на залежь с целью увеличения отдачи недр.

#### Литература:

1. М. Т. Абасов, Х. Б. Юсуфзаде и др. Геология и разработка морского месторождения Южная. Изд. «Элм», Баку, 1979, 168 с.
2. А. Х. Мирзаджанзаде, Н. А. Алиев, Х. Б. Юсуфзаде, Т. Ш. Салаватов. Фрагменты разработки морских нефтегазовых месторождений. Элм-1997.
3. Дурмишьян, А. Г. Газоконденсатные месторождения Азербайджана. Азернешр, 1967, 260 с.

## Бакучиол в составе косметических средств как замена ретинола

Дронов Николай Олегович, студент магистратуры;  
Бутова Светлана Николаевна, доктор биологических наук, профессор  
Московский государственный университет пищевых производств

Мировой тренд в косметологии — урбанизационное старение. По прогнозам аналитиков, все больше людей будут жить в мегаполисах, которые стремительно растут. Меняется образ жизни человека в большом городе. Та косметика, которую потребители использовали раньше, уже не вписывается в их новый образ жизни.

Тренд 2020 года — косметика, которая борется с повреждениями кожи, появившимися из-за хронического стресса, воздействия синего света от планшетов, неблагоприятного микроклимата офисных зданий. На общем фоне утомляемости, высоком уровне хронической усталости, синдрома профессионального выгорания активизируется урбанистическое старение кожи, повышается выработка кортизола, который играет ключевую роль. Его излишки приводят к снижению тонуса кожи, нарушению барьерных свойств дермы и как результат — ускоренное старение и преждевременные морщины. Все это делает кожу сухой, гиперчувствительной, склонной к алергизации.

Ретинол был и остаётся самым популярным, самым изученным, самым эффективным anti-age ингредиентом в косметологии. Ретинол хорош многим. Он борется с акне, воспалениями, пигментацией, сухостью кожи, является антиоксидантом и мощным антивозрастным ингредиентом. Всеми этими замечательными свойствами ретинол обязан более быстрому клеточному обновлению, которое ускоряет выделение молодых и здоровых клеток на поверхность кожи [1].

Помимо обозначенной тенденции борьбы с повреждениями кожи сохраняется эко тренд предыдущих годов.

Несмотря на способности ретинола оказывать трансформирующий эффект, есть недостатки, которые заставляют многих «зелёных» производителей воздерживаться от включения ретиноидов (витамина А и его деривативов) в свои формулы. Средства с ретинолом нельзя принимать беременным и кормящим. Одной из основных проблем производителей, выпускающих средства с ретинолом, является его неустойчивость. Для стабилизации используются консерванты, которые сами по себе могут приводить к негативным реакциям. Поскольку все ретиноиды отличаются нестабильностью, средства с ретинолом рекомендуют использовать строго по вечерам. Ретиноевая кислота может приводить к истончению внешнего слоя кожи, что в свою очередь может провоцировать повышенную светочувствительность. «Ретинизация» — термин, определяющий период привыкания организма к ретинолу. Обычно он длится около четырёх недель. В течение этого периода кожа может испытывать красноту, сухость, шелушение. В некоторых случаях возникает дерматит. К сожалению, у

некоторых период привыкания может и не закончиться: есть типы кожи, которые не принимают ретинол в принципе. Тем, у кого есть кожные заболевания, например, экзема, средства с ретинолом совсем не рекомендуется использовать.

Эффективными ретиноиды делает их способность конвертироваться в ретиноидную кислоту, которая связывается с рецепторами на наружной мембране клеток. Таким умением, к сожалению, не обладают ингредиенты, которые до сих пор было принято называть растительными аналогами ретинола. Увы, но витамин А из масла шиповника не превращается в ретиноидную кислоту, поэтому его действие ограничивается лишь антиоксидантным эффектом [2].

Не так давно учёные заговорили про аюрведический ингредиент бакучиол (он же бакухиол), который, оказывается, может воспроизводить ретиноидную активность [3]. Этот компонент получают из семян псоралеи лецинолистной (*Psoralea Corylifolia*) — растения, которое произрастает в Восточной Азии и уже столетиями используется в традиционной медицине Индии и Китая. Бакучиол, не имеющий структурного сходства с ретиноидами, может функционировать как функциональный аналог ретинола.

Учитывая тот факт, что ретинол и бакучиол не имеют близкого структурного сходства, они демонстрируют сходный профиль экспрессии генов, особенно в отношении некоторых ключевых антивозрастных генов и белков, что примечательно. Бакучиол имеет несколько существенных преимуществ перед ретинолом, в том числе отличную фотохимическую и гидролитическую стабильность, хороший профиль безопасности и простоту составления благодаря смешиваемости с широким разнообразием смягчающих и солюбилизирующих агентов [4]. Бакучиол может использоваться в течение дня из-за его фотостабильности. Интересно, что бакучиол является отличным стабилизатором ретинола в условиях фотоокислительной, а также кислородной среды. Это свойство может помочь уменьшить окислительный стресс, вызываемый ретинолом в сочетании с бакучиолом и используемый в концентрациях, превышающих физиологический предел [5].

В России произрастает другой подвид Псоралеи (*Psoralea drupacea* Bge.). Псоралея костянковая (*Psoralea drupacea* Bunge.) — растение из семейства Бобовые (*Fabaceae*), используемое в медицине благодаря наличию фурукумаринов (псоралена и ангелицина), способных sensibilizировать кожу к действию ультрафиолета и стимулировать образование меланина. Методом ГХ/МС был

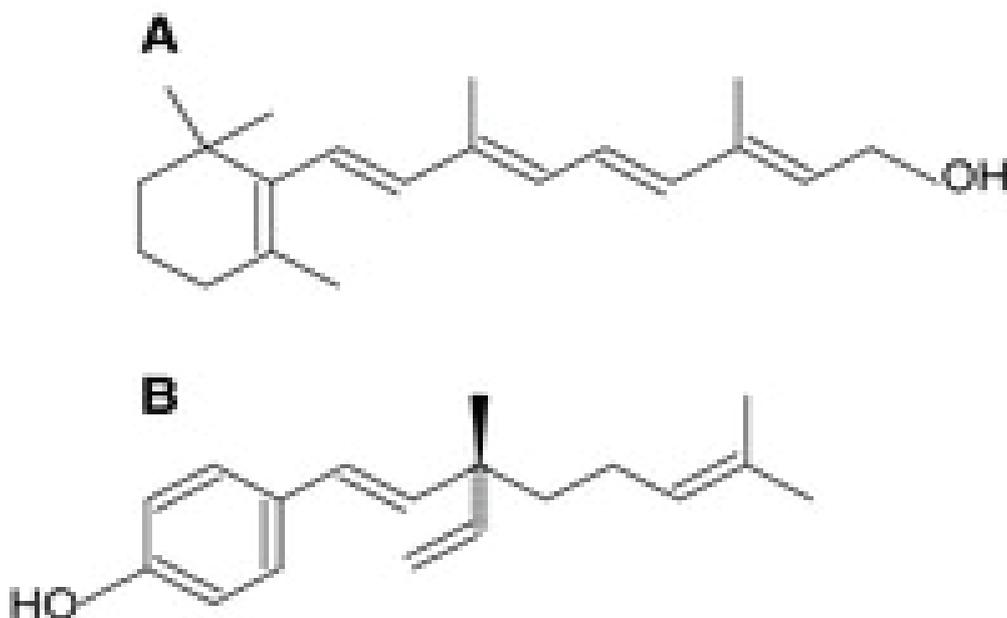


Рис. 1. А — ретинол; В — бакучиол

установлен химический состав летучих компонентов метанольного экстракта корней *Psoralea digitata* Вге. Основными компонентами являются: монометилинитрол, ангелицин, псорален. D-пинитол и мальтозид β-тионафтола обнаружены в корнях *Psoralea digitata* впервые.

Основным компонентом семян (до 10%) является бакучиол. [6]

Обладая функциональными свойствами ретинола, и будучи лишённым его недостатков Бакучиол на данный момент является самой перспективной альтернативой.

#### Литература:

1. Bakuchiol: a retinol-like functional compound revealed by gene expression profiling and clinically proven to have anti-aging effects R. K. Chaudhuri\* and K. Bojanowski Sytheon Ltd., Boonton, NJ 07005, USA and Sunny Biodiscovery, Santa Paula, CA 93060, USA Received 04 November 2013, Accepted 25 January 2014
2. Oddos, T., Roure, R., Leyden, J. et al. A placebo-controlled study demonstrates the long lasting anti-aging benefits of a cream containing retinol, dihydroxy methyl chromone (DMC) and hyaluronic acid. *J. Cos-met. Dermatol. Sci. Appl.* 2,51–59 (2012).
3. Bailly, J., Crettaz, M., Schiffers, M. H. et al. In vitro metabolism by human skin and fibroblasts of retinol, retinal and retinoic acid. *Exp. Dermatol.* 7,27–34 (1998)
4. Chaudhuri, R. K. The miracle of retinol. *Soap Perfum. Cosmet.* 23–24 (2010)
5. Gimeno, A., Zaragoza, R., Vivo-Sese, I. et al. Retinol, at concentrations greater than the physiological limit, induces oxidative stress and apoptosis in human dermal fibroblasts. *Exp. Dermatol.* 13,45–54 (2004).
6. Краткий отчёт НИОХСОРАН о научной и научно-организационной деятельности, 97–97 (2017).

## Научно-практический подход к разработке концепции организации транспортно-пересадочного узла «Южный» в Красноармейском районе города Волгограда

Егоров Константин Викторович, аспирант;  
Комаров Юрий Яковлевич, кандидат технических наук, доцент;  
Кривоспиченко Сергей Аркадьевич, студент;  
Джавадов Амиль Абдулла оглы, магистр  
Волгоградский государственный технический университет

*В статье на примере транспортно-пересадочного узла «Южный» в Красноармейском районе Волгограда, предложен к рассмотрению порядок подготовки предпроектной концепции организации транспортно-пересадочных узлов, включающий в себя анализ территориального расположения планируемого объекта транспортной инфраструктуры, возможностей использования выбранного земельного участка, маршрутной сети, планируемой к обслуживанию объектом транспортной инфраструктуры, а также анализ практических обследований пассажиропотоков маршрутной сети. Кроме того, порядок включает в себя рекомендации по проектным и организационным решениям транспортно-пересадочного узла, с учетом действующих правил проектирования, а также финансовое обоснование создания транспортно-пересадочного узла.*

**Ключевые слова:** транспортно-пересадочный узел, транзитно-ориентированное развитие, общественный транспорт, пешеходная доступность, агломерация.

## The scientific and practical approach to the development of the concept of a transport hub «South» in the Krasnoarmeisky district of Volgograd

*In the article, on the example of the transport interchange hub «South» in Krasnoarmeysk area of Volgograd, proposed to the consideration procedure of pre-conception of the organization of transport hubs, including the analysis of the territorial location of the planned transport infrastructure, of the possibilities of using the selected parcel route network, planned maintenance of transport infrastructure, as well as the analysis of practical surveys of passenger traffic route network. In addition, the procedure includes recommendations on design and organizational decisions of the transport interchange node, taking into account the current design rules, as well as financial justification for the creation of the transport interchange node.*

**Keywords:** transport hub, transit-oriented development, public transport, pedestrian accessibility, urban agglomeration

Волгоград имеет ярко выраженную линейную топографию и отличительной чертой его транспортной системы является высокая степень дублирования маршрутов передвижения, в том числе наблюдается высокая степень дублирования городских маршрутов общественного транспорта пригородными. При этом, маятниковые миграции населения в центр агломерации приводят к систематическому формированию дорожных заторов, особенно выраженных в часы пик.

Однако, города с ленточной топологией являются наиболее удобными для развития скоростных внеуличных видов общественного транспорта, в том числе как реальной альтернативы личного автотранспорта. В приведенных условиях (для предоставления гражданам альтернативного средства передвижения в виде скоростного общественного транспорта, а также за счет сокращения маршрутов нескоростного и пригородного общественного транспорта, проходящих через центральную часть города) логичным представляется вариант организации межмуниципальных мультимодальных транспортно-пересадочных узлов (далее — ТПУ).

В настоящей статье на примере мультимодального ТПУ «Южный» в Красноармейском районе города Волгограда рассмотрена «стандартная» концепция организации межмуниципального ТПУ в городах с ленточной топологией. Рассматриваемая концепция подготовлена в соответствии с принципами транзитно-ориентированного развития городов, а также в соответствии с правилами проектирования ТПУ и может расцениваться в качестве предпроектной документации по организации ТПУ.

**На первом этапе** концепции организации ТПУ «Южный» проанализирован участок городской агломерации, перспективный для обслуживания территорией ТПУ. Эта территория в большей мере соответствует границам Светлоярского района Волгоградской области и обладает площадью порядка 3200 км<sup>2</sup>. Население данной территории составляет порядка 38355 человек. В Красноармейском районе города Волгограда проживает еще порядка 165223 человек.

**На втором этапе** концепции организации ТПУ «Южный» рассматривается конкретный земельный уча-

сток под размещение объекта. В рассматриваемом примере выбран свободный земельный участок, прилегающий к станции электропоезда «Заканальная» (скоростного внеуличного транспорта), а также располагающийся на расстоянии пешеходной доступности [1] от исторически сложившегося общественно-делового центра городского района.

Общая площадь предлагаемого участка составляет 29600 м<sup>2</sup>. В соответствии с Правилами застройки и зем-

лепользования участок расположен в зоне объектов городской инженерной и транспортной инфраструктур IV и V класса вредности (ИТ 2), а также зоне застройки объектами общественно — делового назначения (Д 3). Развернутая концепция также должна содержать в себе анализ кадастровых участков с определением имеющихся на них имущественных обременений. Схема участка ТПУ «Южный» на кадастровой карте приведена на рисунке 1.

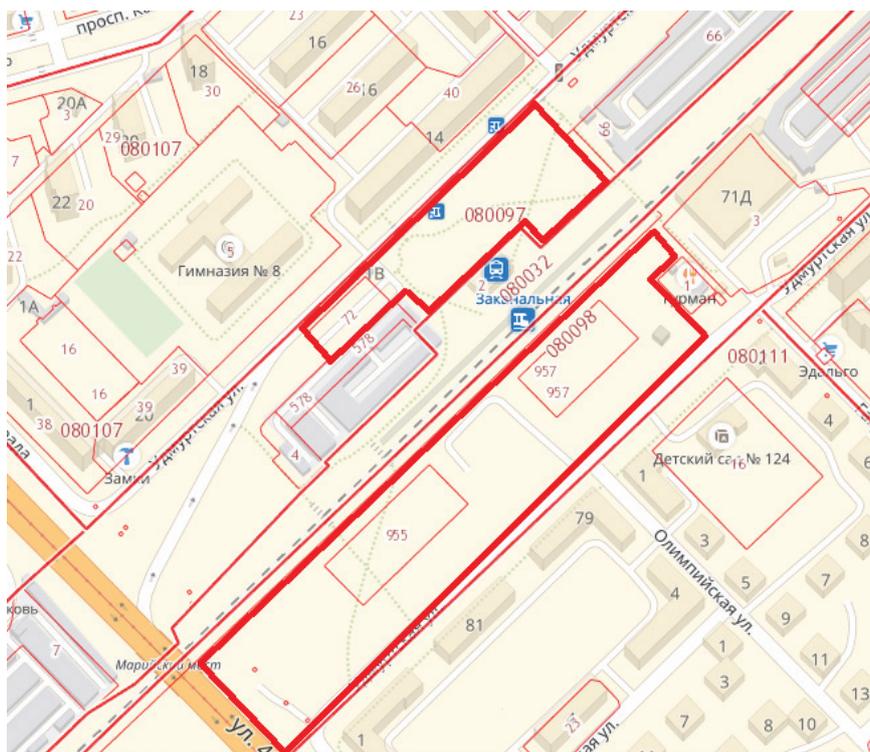


Рис. 1. Схема участка ТПУ «Южный» на кадастровой карте

Второй этап концепции должен завершаться выводом о возможности применения выбранного участка под организацию ТПУ. Так для организации ТПУ «Южный» необходимо формирование конкретного кадастрового земельного участка с исполнением всех сопутствующих процессов имущественного и юридического характера. На этом этапе немаловажным является также анализ расположения на выбранном участке инженерных городских сетей.

**Третий этап** концепции представляет собой описание территории, прилегающей к выбранному участку ТПУ, а также описание основных целей организации ТПУ. Участок ТПУ «Южный» находится в непосредственной близости от общественно-делового центра заканальной части Красноармейского района. В радиусе 500 метров от центра планируемого ТПУ находятся следующие объекты тяготения граждан: остановки общественного транспорта (ул. Марийская (трамвай); Колхозный рынок (автобус, маршрутное такси); Школа № 131 (автобус, маршрутное такси); ул. Ломакина (автобус, маршрутное такси); Кинотеатр «Юбилейный» (трамвай, автобус, маршрутное такси)); рынок «Юбилейный»; отделения ПАО «Сбербанк»; ма-

газины розничной торговли, а также организации работающие в сфере услуг; аптеки; ТЦ «Юбилейный»; парк по пр. Героев Сталинграда; парк по ул. 50 лет Октября; МОУ СОШ № 118; Гимназия № 8; Детская поликлиника № 16; участковый пункт полиции. На рисунке 2 представлена территория ТПУ «Южный», а также прилегающая рассматриваемая территория Красноармейского района.

Стоит отметить, что в соответствии со стандартом транзитно-ориентированного развития ТПУ рассматриваются как центры развития не только транспортной, но и общественной (социально-бытовой и коммерческой) инфраструктуры [2].

Основные цели организации ТПУ «Южный»:

- 1) Снижение нагрузки на улично-дорожную сеть центральной части города за счет увеличения загруженности городского общественного транспорта путем создания благоприятных условий для пересадки;
- 2) Упорядочивание дорожного движения по территории Красноармейского района Волгограда автобусов, обслуживающих «пригородные» маршруты южного направления;

3) Разгрузка улично-дорожной сети в районе к-тра «Юбилейный», перенос части конечных остановочных пунктов маршрутов городского общественного транспорта;

4) Создание благоприятных и комфортных условий для пассажиров при пользовании городским пассажирским транспортом;

5) Общее повышение привлекательности общественного транспорта за счет повышения уровня обслуживания пассажиров;

6) Общее благоустройство и развитие городской территории.

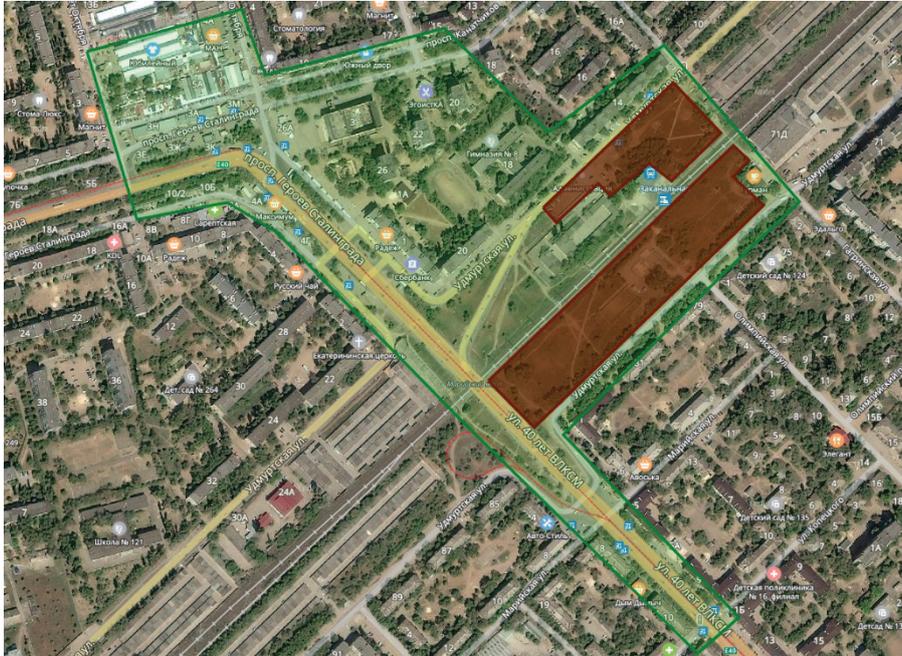


Рис. 2. Планируемая территория ТПУ «Южный» и прилегающая территория Красноармейского района Волгограда

Четвертым этапом концепции необходимо рассмотреть перечень маршрутов общественного транспорта, которые будет обслуживать ТПУ. Этот этап является наиболее трудоемким, поскольку требует проведения значительных натурных обследований и последующей аналитической работы.

В рамках решения данной задачи предлагается принять допущение на основании требований: Федерального закона от 13.07.2015 № 220-ФЗ «Об организации регулярных перевозок пассажиров и багажа автомобильным транспортом и городским наземным электрическим транспортом в Российской Федерации и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» [3], Постановления Правительства РФ от 14.02.2009 № 112 «Об утверждении Правил перевозок пассажиров и багажа автомобильным транспортом и городским наземным электрическим транспортом» [4] и Приказа комитета транспорта и дорожного хозяйства Волгоградской области от 13.11.2017 № 179-П «Об утверждении порядка установления, изменения и отмены межмуниципальных маршрутов регулярных перевозок, а также утверждения и изменения расписаний движения транспортных средств по межмуниципальному маршруту регулярных перевозок в Волгоградской области» [5] в виде тезиса — ТПУ «Южный» осуществляет обслуживание «пригородных» маршрутов (протяженностью

менее 50 километров), а также межмуниципальных маршрутов с протяженностью менее 180 километров, максимальный интервал движения по данным маршрутам должен составлять менее 2 часов».

Таким образом межмуниципальная сеть маршрутов автомобильного транспорта должна быть скорректирована на основании данного тезиса, в большей степени это относится к необходимости организации конечного остановочного пункта маршрутов на территории ТПУ «Южный».

В соответствии с действующим реестром межмуниципальных автобусных перевозок Волгоградской области южную часть Волгоградской агломерации обслуживает 29 маршрутов, на которых работает 119 автобусов различных классов. Как правило, данные реестров не всегда соответствуют действительности и должны подтверждаться практическими обследованиями. Так, при привлечении студентов факультета автомобильного транспорта ВолГТУ, а также сотрудников муниципальных и региональных транспортных предприятий, в августе-сентябре 2018 года и в мае-июне 2019 года были проведены натурные обследования пассажиропотоков на маршрутах южного направления. По результатам анализа данных обследований определено, что из заявленного количества маршрутов обслуживается не менее 24 маршрутов автомобильного транспорта. При этом на линии работает не менее 112 автобусов различных классов.

Пиковая частота движения маршрутных транспортных средств составляла от 28 до 40 единиц/час. Пиковый часовой пассажиропоток составлял порядка 1005 пассажиров. Расчетный суточный пассажиропоток составил порядка 9620 пассажиров.

Однако, для определения структуры пассажиропотоков на участках маршрутов требуется также проведение натурных обследований «прямым» методом, т. е. с присутствием учетчика в салоне транспортного средства. В рамках создания концепции ТПУ «Южный» такое обследование было проведено в мае-июне 2019 года.

Методика проведения данного обследования должна подбираться индивидуально, но по своим принципам она должна соответствовать существующим Методическим рекомендациям в сфере организации обследований пас-

сажиропотоков [6]. Методика натурного обследования пассажиропотоков ТПУ «Южный» была разработана муниципальным казенным предприятием «Городской центр управления пассажирскими перевозками» и заключалась на приоритетном обследовании наиболее востребованных межмуниципальных маршрутов. Было обследовано три пассажирообразующих маршрута на двух направлениях:

- № 83 «Автосервис «Москвич» — п. Кирова»;
- № 115 «Волгоград (к-тр Юбилейный) — р. п. Светлый Яр»;
- № 144 «Волгоград (АВ Южный) — п. Райгород».

Пример наиболее характерных и обобщенных результатов обследования пассажиропотока по маршруту № 115 приведены в сводных таблицах ниже:

Таблица 1. Пассажиропоток, фиксируемый на маршруте № 115 — пассажиров/час

	Утро				Вечер			
	В агломерацию		Из агломерации		В агломерацию		Из агломерации	
	Вошло	Вышло	Вошло	Вышло	Вошло	Вышло	Вошло	Вышло
Волгоград	29	101	185	86	39	75	172	32
Агломерация	75	1	24	125	36	0	3	117

Таблица 2. Пассажиропоток, фиксируемый по единице ТС на маршруте № 115

Пассажиров вошло в 1 ТС				
	Из агломерации		В агломерацию	
	утро	вечер	утро	вечер
115	23,8	22,5	22,4	19,5
Пассажиров вышло из 1 ТС				
	Из агломерации		В агломерацию	
	утро	вечер	утро	вечер
115	23,9	19	21,6	19,5

Таблица 3. Интервал движения ТС, фиксируемый на маршруте № 115

Частота, ед. час				
	Из агломерации		В агломерацию	
	утро	вечер	утро	вечер
115	18:05	21:45	18:45	24:45

Таблица 4. Средний пассажирообмен остановочных пунктов, обслуживаемых маршрутом № 115 — пассажиров на одно транспортное средство

	Утро		Вечер	
	В агломерацию	Из агломерации	В агломерацию	Из агломерации
Волгоград	2,14	2,37	2,03	1,78
Агломерация	4,05	4,23	2,35	3,43

Таблица 5. Суммарный пассажирообмен остановочных пунктов, обслуживаемых маршрутом № 115 — пассажиров на одно транспортное средство

	Утро		Вечер	
	В агломерацию	Из агломерации	В агломерацию	Из агломерации
Волгоград	27,86	30,81	24,4	23,18
Агломерация	16,21	16,91	9,4	13,73

Таблица 6. Суммарный часовой пассажирообмен на маршруте № 115

Пассажирообмен за 1 час, пасс/час				
	Из агломерации		В агломерацию	
	утро	вечер	утро	вечер
115	216	110	153	89

По результатам обследования составлены выводы, основные из них:

1. Структура спроса на межмуниципальных автобусных маршрутах на территории Волгограда зависит от маятниковых дневных (рабочих) перевозок. Однако, маятниковая направленность (утром к ядру агломерации, вечером — из ядра агломерации) перевозок выражена слабее чем в прочих частях Волгоградской агломерации.

2. Характер перевозок за пределами Волгограда в основном представляет собой однонаправленные перевозки с выездом большей части пассажиропотока за границы населённого пункта, остановочные пункты отличаются высокими показателями пассажирообмена.

3. Перемещение пассажиров непосредственно внутри города Волгограда на большинстве межмуниципальных маршрутах выражено слабо. Пассажирообмен на межмуниципальных маршрутах за границами города в 1,5–2 раза ниже пассажирообмена по территории Волгограда.

4. Наиболее явным пассажирообразующим пунктом на территории Волгограда является остановочный пункт «Кинотеатр Юбилейный», который в настоящее время является «перегруженным». При этом существующий автовокзал «Южный» не пользуется спросом в связи со своим неудачным месторасположением. Таким образом, для «разгрузки» остановки общественного транспорта «Кинотеатр Юбилейный» предлагается организация ТПУ «Южный» в границах пешеходной доступности.

5. Пассажиропоток, обследованный «прямым» методом оказался выше пассажиропотока, оцененного «бал-

льным» методом. На основании ранее проводившихся исследований по определению точности методов учета пассажиропотоков допускается корректировка показателей «балльного» метода на 30% в сторону увеличения показателей [7]. Таким образом, скорректированный пиковый часовой пассажиропоток ТПУ «Южный» по результатам «прямого» обследования составит порядка 1255 пассажиров. Расчетный суточный пассажиропоток составит порядка 12506 пассажиров.

Затем, на основании тезисов по организации ТПУ и данных обследований пассажиропотоков необходимо сформировать перечень межмуниципальных маршрутов, которые будет обслуживать территория ТПУ.

На основании проведенных обследований в Перечень межмуниципальных маршрутов, предлагаемых для обслуживания на территории ТПУ «Южный» вошли 27 маршрутов. Для удобства дальнейшего расчета «мощности» ТПУ данные измененные межмуниципальные маршруты были разделены на 3 группы (по направлениям обслуживания):

- 1) межмуниципальные маршруты «Светлоярского» направления;
- 2) межмуниципальные маршруты «Элистинского» направления;
- 3) межмуниципальные маршруты «Котельниковского» и «Калачевского» направлений.

Каждая из данных групп рассматривается отдельно. На примере «Элистинского» направления в таблице 7 рассмотрены характеристики маршрутов.

Таблица 7. Маршруты «Элистинского» направления, планируемые для обслуживания на ТПУ «Южный».

№ п/п	№ маршрута	Начальный остановочный пункт	Конечный остановочный пункт	Протяженность в оба направления, км	Кол-во ТС (реестр), ед.	Кол-во ТС (обслед-е), ед.	Вид перевозок (по тарифу)
1	117	ТПУ «Южный»	С. Цаца	82,8	1 (б-й кл.)	1	РТ
2	117К	ТПУ «Южный»	П. Большие Чапурники	25,2	5 (мал. Кл.)	5	НРТ
3	122	ТПУ «Южный»	П. Луговой	86,1	1 (б-й кл.)	1	РТ
4	125	ТПУ «Южный»	Дачи «ВНП-2»	15,0	1 (любой)	1	РТ
5	125Д	ТПУ «Южный»	СНТ «Мечта»	22,0	1 (любой)	1	РТ

№ п/п	№ маршрута	Начальный остановочный пункт	Конечный остановочный пункт	Протяженность в оба направления, км	Кол-во ТС (реестр), ед.	Кол-во ТС (обслед-е), ед.	Вид перевозок (по тарифу)
6	127	ТПУ «Южный»	Дачи «Химик-2»	44,4	2 (любой)	1	РТ
7	130	ТПУ «Южный»	Дачи «Химик»	42,5	10 (любой)	8	РТ
8	161	ТПУ «Южный»	С. Цаца	82,8	1 (мал. Кл.)	1	НРТ
9	221	ТПУ «Южный»	П. Приволжский	73,0	1 (мал. Кл.)	1	НРТ
10	258	ТПУ «Южный»	П. Дубовый Овраг	44,0	1 (мал. Кл.)	1	НРТ

На рисунке 3 приведены трассы следования маршрутов «Элистинского» направления по отношению к территории ТПУ «Южный»

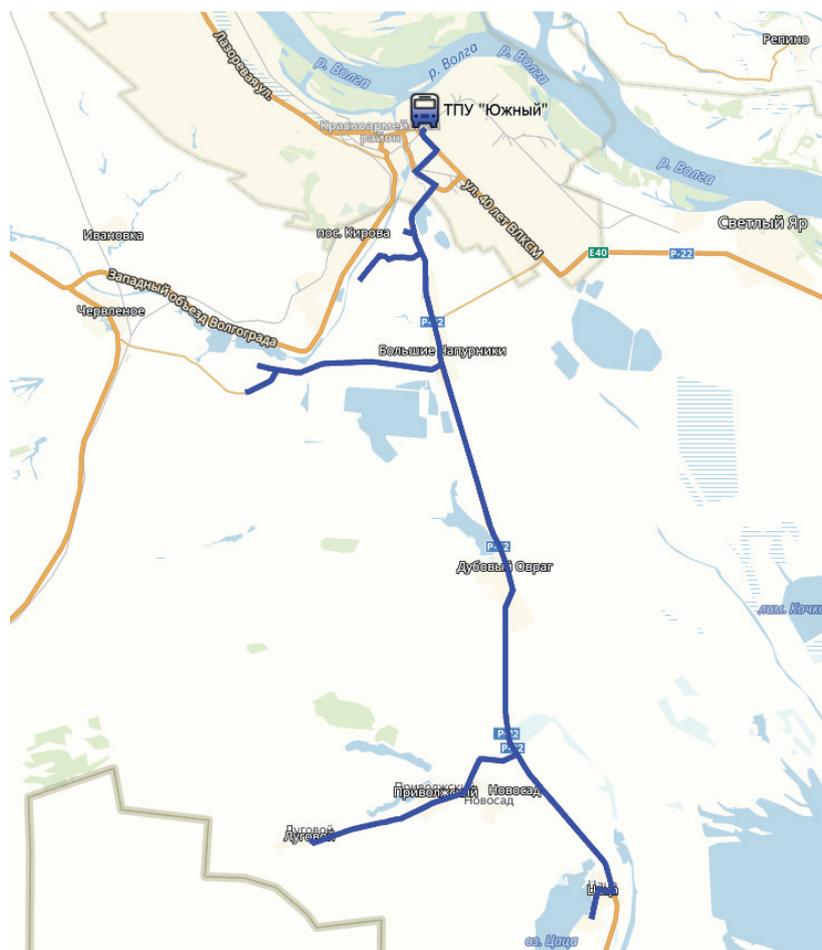


Рис. 3. Маршруты «Элистинского» направления южной части Волгоградской агломерации (№ № 117, 117к, 122, 125, 125д, 127, 130, 161, 221, 258)

Данная группа маршрутов обладает устоявшимся пассажиропотоком и перераспределения, при организации ТПУ «Южный», пассажиров данных маршрутов на какие-либо иные муниципальные маршруты не произойдет. Количество подвижного состава на маршрутах первой группы в общем сложилось и зависит от существующего расписания движения (достигает 24 единиц различных классов (не менее 21 единиц)). Стоит отметить, что значительных изменений трасс маршрутов данной группы при организации ТПУ «Южный» не предполагается, в данном случае ТПУ выступает в основном в роли комфортного места ожидания транспорта, а также в качестве благоустроенной технологической зоны разворота и межрейсового отстоя маршрутного транспорта.

Частота движения ТС на маршрутах «Элистинского» направления (в часы-пик) — 13 ед/час (по результатам обследования);

Количество ТС на маршрутах «Элистинского» направления — порядка 21 ед. (по результатам обследования), до 24 ед. (согласно реестру);

Ожидаемый суточный пассажиропоток — порядка 4736 пасс./сутки; Ожидаемый среднесуточный часовой пассажиропоток — порядка 296 пасс./час; Ожидаемый годовой пассажиропоток — порядка 1705 тыс. пасс.

Характеристики маршрутов «Светлоярского», а также «Котельниковского и Калачевского» направления иприведены ниже.

Частота движения ТС на маршрутах «Светлоярского» направления (в часы-пик) — 9 ед/час (по результатам обследования), до 17 ед/час — расчетная частота;

Количество ТС на маршрутах «Светлоярского» направления — порядка 24 ед. (по результатам обследования), до 36 ед. (согласно реестра);

Ожидаемый суточный пассажиропоток — порядка 3866 пасс./сутки; Ожидаемый среднесуточный часовой пассажиропоток — порядка 242 пасс./час; Ожидаемый годовой пассажиропоток — порядка 1392 тыс. пасс.

Частота движения ТС на маршрутах «Котельниковского и Калачевского» направления (в часы-пик) — до 21 ед/час (по результатам обследования);

Количество ТС на маршрутах «Котельниковского и Калачевского» направления — порядка 54 ед. (по данным реестра);

Ожидаемый суточный пассажиропоток — порядка 4355 пасс./сутки; Ожидаемый среднесуточный часовой пассажиропоток — порядка 272 пасс./час; Ожидаемый годовой пассажиропоток — порядка 1567,8 тыс. пасс.

Общая схема межмуниципальных автобусных маршрутов обслуживаемых ТПУ «Южный» приведена на рисунке 4.



Рис. 4. Общая схема межмуниципальных автобусных маршрутов, обслуживаемых ТПУ «Южный»

Общая пиковая интенсивность движения маршрутных транспортных средств на маршрутах трех групп составит порядка 43 единиц/час в 1 направлении движения и до 86 единиц/час в оба направления движения.

Суммарный оценочный пассажиропоток на маршрутах трех групп составит порядка 12500–13000 пассажиров/сутки в одно направление движения и порядка 25000–26000 пассажиров/сутки в оба направления движения.

При текущих показателях пассажиропотока на городских маршрутах потребуется увеличение количества подвижного состава в «часы-пик» (в связи с незначительным текущим запасом провозной способности (в Красноармейском и Кировском районах Волгограда). Однако, перераспределение пассажиропотока на территорию ТПУ «Южный» позволит более рационально использовать существующие провозные способности автомобильного городского транспорта общего пользования, а также позволит повысить пассажиропоток на маршрутах город-

ского электропоезда — самого скоростного вида общественного транспорта, соединяющего Красноармейский район с центром Волгоградской агломерации.

Пятым этапом концепции является непосредственное предложение предпроектного решения по организации ТПУ на выбранном земельном участке. Выражается предпроектное решение в виде масштабной схемы размещения объектов ТПУ и его зонального планирования.

Составление схемы организации ТПУ «Южный» произведено в соответствии со следующими документами: ВСН АВ-ПАС-94 «Ведомственные строительные нормы. Автовокзалы и пассажирские автостанции (РД 3107938–0181–94)» [8], а также утвержденными Министерством строительства Российской Федерации (от 21.09.2018) правилами: СП 395.1325800.2018 «Транспортно-пересадочные узлы. Правила проектирования» [9].

Границы зоны предпроектной проработки схемы работы ТПУ «Южный» с привязкой к местности представлены на рисунке 5.



Рис. 5. Границы зоны предпроектной проработки схемы организации работы ТПУ «Южный» с привязкой к местности

Общая схема благоустройства и организации ТПУ «Южный» изображена на рисунке 6.

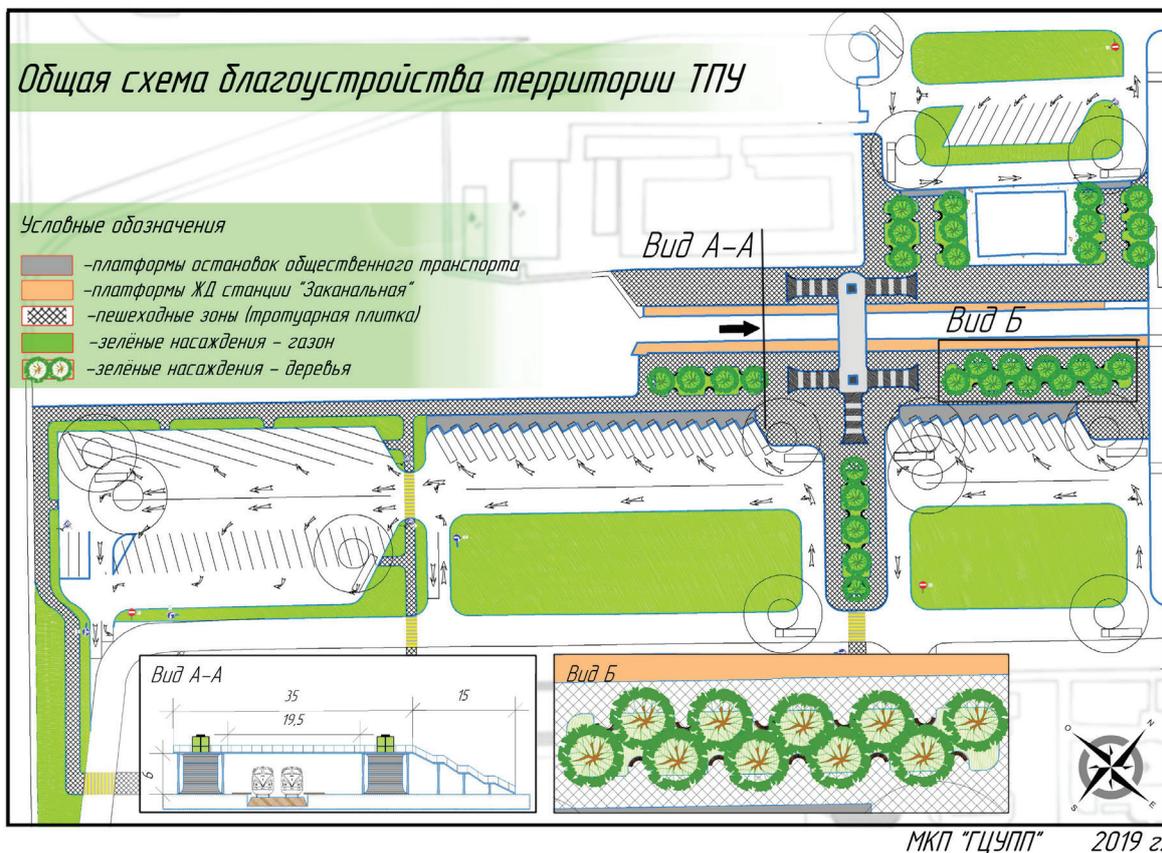


Рис. 6. Общая схема благоустройства и организации ТПУ «Южный»

Преимущества предложенной схемы заключаются в наличии достаточного количества технологических площадей, мультимодальности (наличии в составе ТПУ одной из наиболее востребованных в Волгограде станций электропоездов — «Заканальная») и низкой относительной стоимости реализации. Предпроектная схема ТПУ включает в себя существующее на прилегающей территории парковочное пространство вместимостью порядка 110 машиномест, зоны отстоя подвижного состава общественного транспорта общей вместимостью порядка 55 машиномест, пешеходные парковые зоны, озелененные зоны ожидания общественного транспорта, зоны железнодорожной станции пригородных поездов, надземный пешеходный переход через железнодорожные пути, а также порядка 32 зон посадки и высадки городского и пригородного автомобильного транспорта. Таким образом на одной технологической площадке объединены остановочные пункты муниципального автомобильного транспорта, межмуниципального автомобильного транспорта, а также маршруты городского электропоезда. Схема организации дорожного движения на участке ТПУ также приведена на рисунке 6.

Стоит отметить, что планировка любого ТПУ должна быть составлена в первую очередь исходя из особенностей и границ выбранного земельного участка. Проект ТПУ «Южный» подготовлен со значительным запасом пропускной способности и в перспективе может быть перекаленифицирован в автовокзал или автостанцию с возможностью обслуживания дальних межмуниципальных или межрегиональных рейсов южного направления. При этом часть площадей, предусмотренных для технологического отстоя общественного транспорта, может быть задействована под парковку личного автотранспорта.

Габариты проездов по территории ТПУ «Южный» представлены в масштабе, в пропорциях и соответствуют динамическому габариту автобуса большой вместимости длиной 12 метров. Необходимая минимальная площадь ТПУ в соответствии с ВСН АВ-ПАС-94 должна при этом составлять не менее 18375 кв. м.:

По количеству постов оправления (по показателю пассажиропотока не менее 6 постов) — 8400 кв. м.;

По количеству постов прибытия (по показателю пассажиропотока не менее 4 постов) — 5600 кв. м.;

По количеству постов межрейсового отстоя транспорта (не менее 25 постов межрейсового отстоя, из расчета динамического габарита автобуса большой вместимости (до 15 метров) и необходимости организации технологических проездов) — 4375 кв. м.

При этом стоит учитывать специфику работы ТПУ «Южный», т. е. в том числе с «пригородными» маршрутами протяженностью до 50 км и частотой движения до 12–15 ед./час, а также с муниципальными маршрутами автомобильного транспорта (с сетевым интервалом движения в «часы-пик» порядка 2 минут). На подобных маршрутах, как правило, зона посадки на транспортное

средство совмещена с зоной высадки. Общая предусмотренная площадь зоны обслуживания муниципальных маршрутов определена в размере 6340 кв. м. (порядка 5 зон одновременной посадки/высадки пассажиров).

Фактическая общая площадь территории ТПУ «Южный» в соответствии с предпроектной схемой в данном случае составляет порядка 38000 кв. м., что обеспечивает значительный запас территории для возможного роста территории ТПУ, в том числе за счет обустройства дополнительных парковочных площадей автомобильного транспорта.

Схемы организации технологических зон ТПУ «Южный» приведены на рисунках 7–11.

На этапе предложения схемы ТПУ возможно внесение каких-либо предварительных рекомендаций по повышению пропускной способности ТПУ, или по общему повышению его эксплуатационных характеристик. Например при разработке схемы ТПУ «Южный» было предложено: Введение одностороннего движения маршрутного транспорта через всю территорию ТПУ «Южный»; Благоустройство существующих парковок личного автотранспорта в районе станции «Заканальная»; Организация непрерывной пешеходной зоны без пересечений с транспортными потоками в том числе на прилегающей к ТПУ территории; Установка светофорного объекта на пересечении ул. 40 лет ВЛКСМ и ул. Удмуртской с целью обеспечения беспрепятственного въезда/выезда пассажирского транспорта с территории ТПУ.

Завершающим, **шестым этапом** подготовки концепции предлагается осуществить предварительный расчет экономического эффекта от реализации ТПУ. Экономический эффект от реализации проекта ТПУ «Южный» был выражен в повышении доходности маршрутов городского общественного транспорта за счет обеспечения комфортных условий пересадки на них пассажиров межмуниципальных маршрутов и водителей личного автотранспорта.

По результатам анализа проектов строительства ТПУ, имеющихся в архиве единой информационной системы в сфере закупок, оценочная стоимость организации ТПУ «Южный» в соответствии с приведенным проектом оценена в диапазоне от 75 до 100 млн. рублей.

Согласно полученных показателей суточного пассажиропотока оценочный среднесуточный прирост на маршрутах городского общественного транспорта ожидается в размере порядка 8750 пассажиров в сутки (порядка 35% от общего пассажиропотока «пригородных» маршрутов автомобильного транспорта) или 3194 тыс. пасс./год. При этом, на «муниципальных» маршрутах автомобильного транспорта ожидаемый прирост оценивается порядка 1118 пасс. в год., ожидаемый прирост пассажиропотока на городских маршрутах электропоезда может составить порядка 2076 пасс. в год.

При указанных показателях увеличения пассажиропотока на муниципальных маршрутах автомобильного транспорта потребуется выполнение систематических мероприятий по поддержанию на линии утвержденного рас-

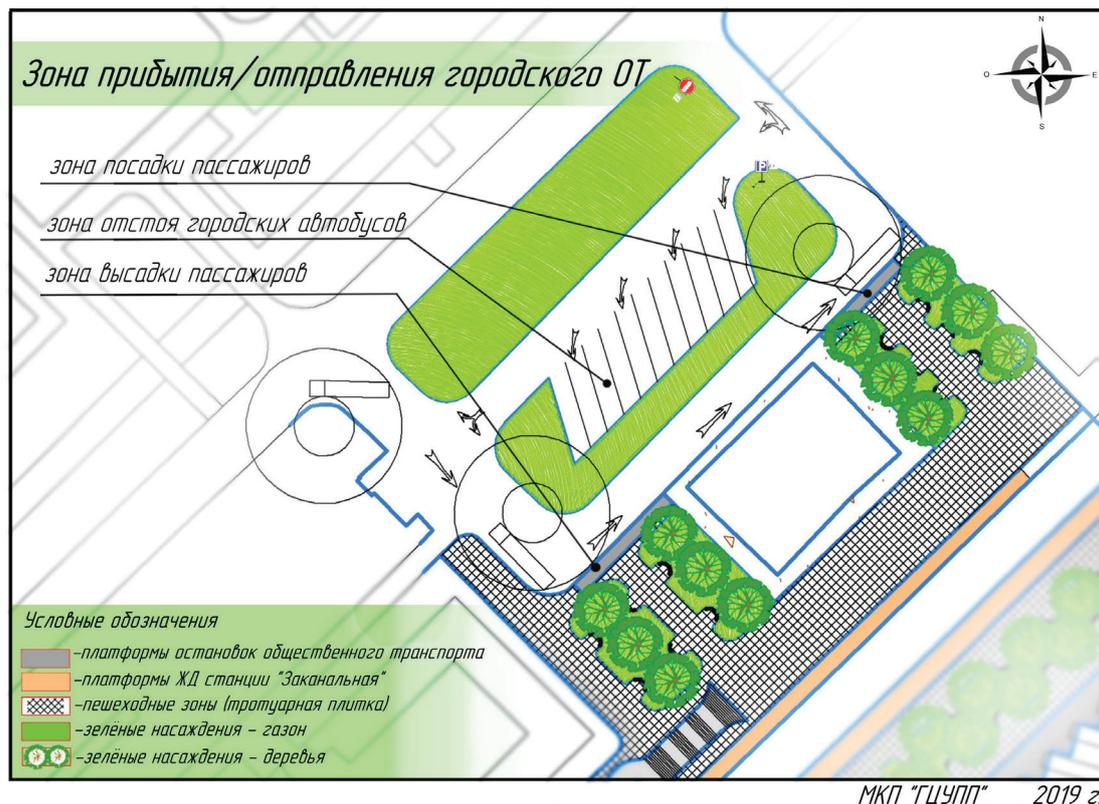


Рис. 7. Зона прибытия/отправления городского общественного транспорта в составе ТПУ «Южный»

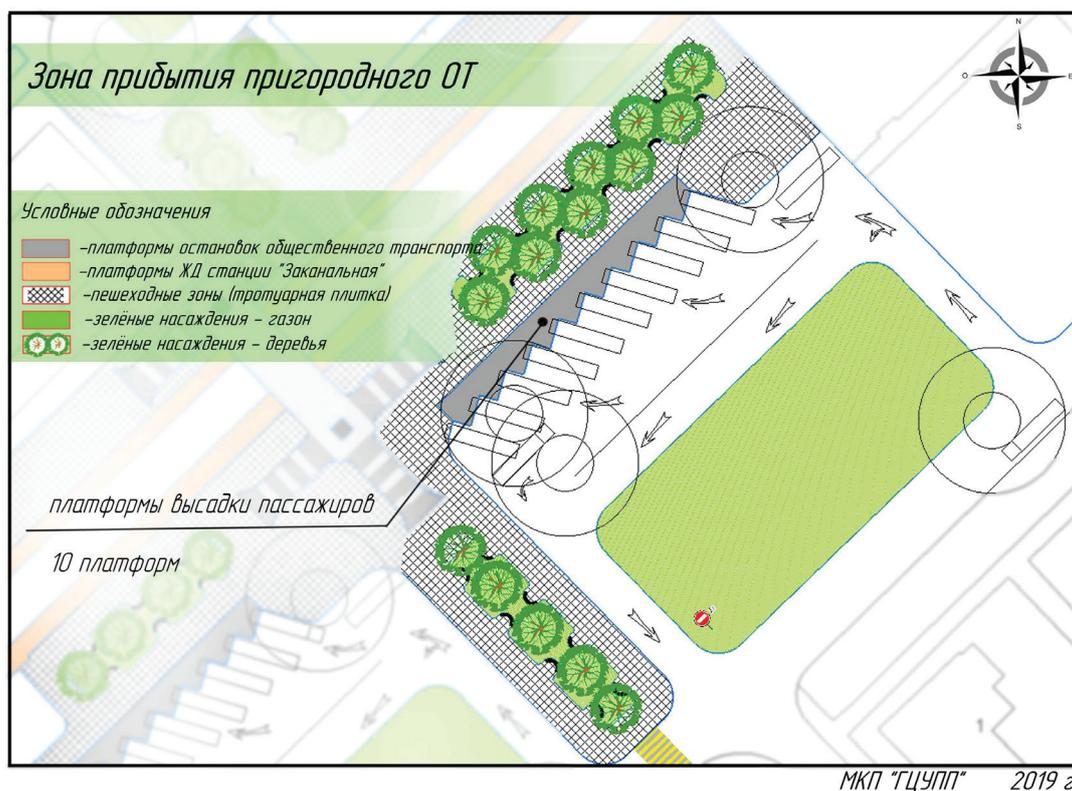


Рис. 8. Зона прибытия «пригородного» автомобильного транспорта в составе ТПУ «Южный»



Рис. 9. Зона отправления «пригородного» автомобильного транспорта в составе ТПУ «Южный»

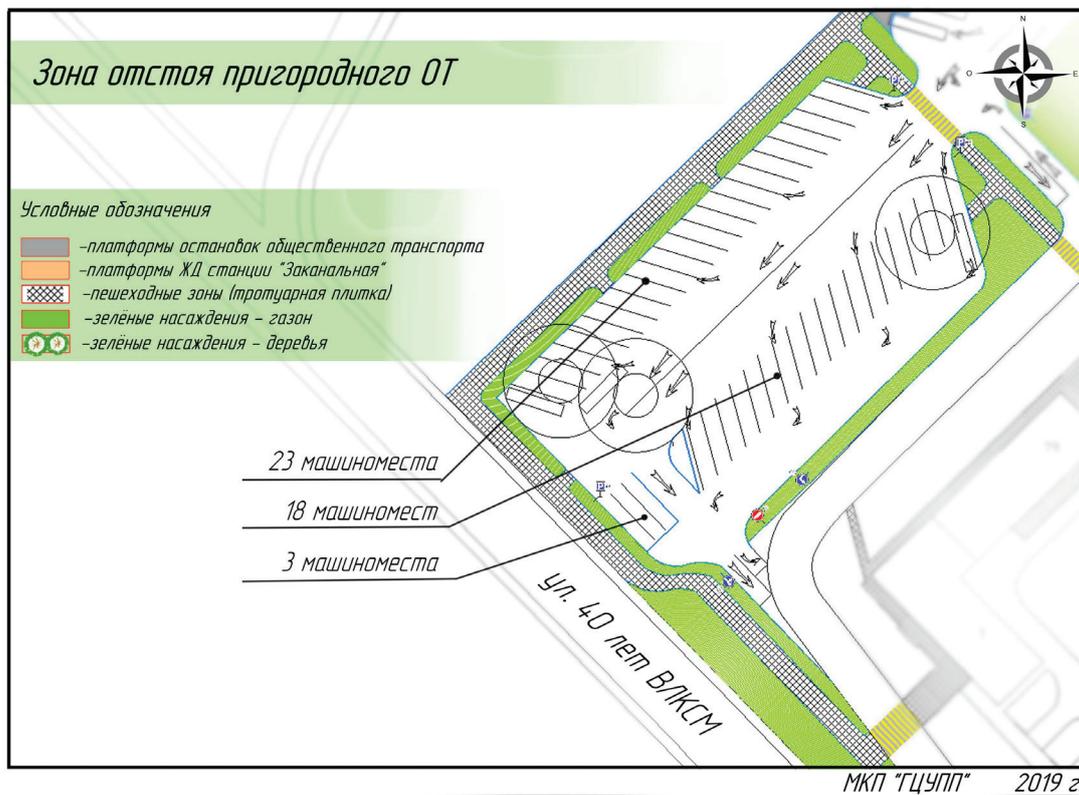


Рис. 10. Зона технологического отстоя «пригородного» автомобильного транспорта в составе ТПУ «Южный»

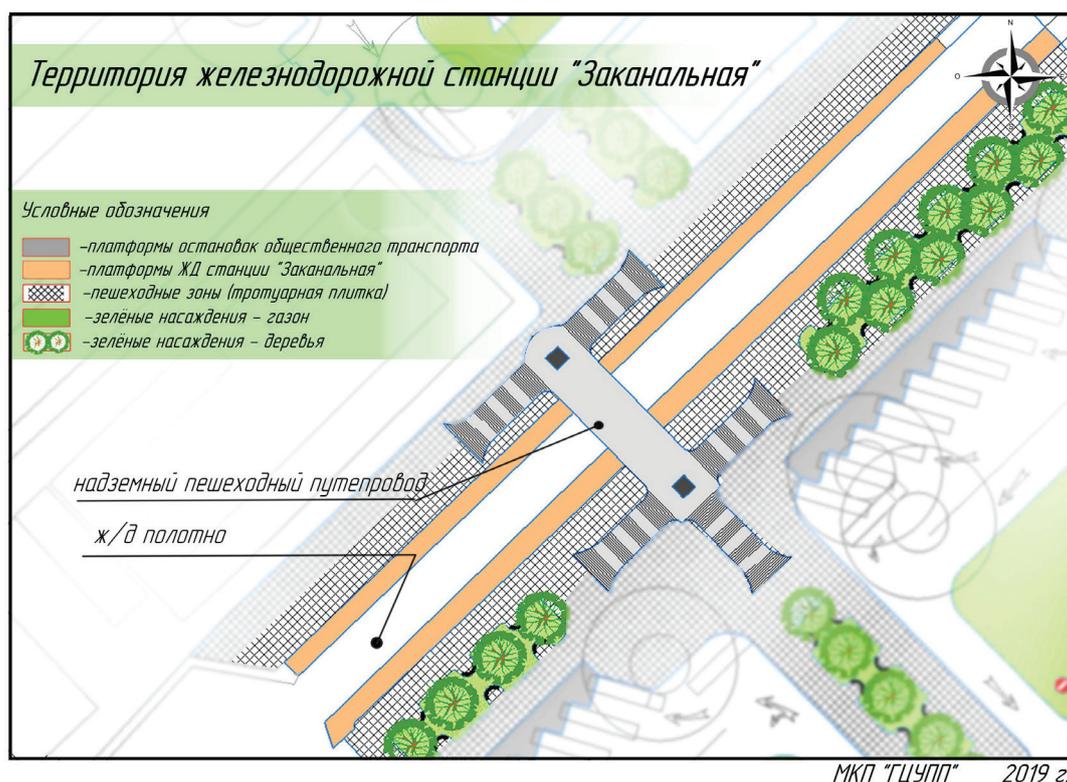


Рис. 11. Посадочные платформы железнодорожной станции «Заканальная» в составе ТПУ «Южный»

писанием количества подвижного состава, т. к. в настоящее время запас провозной способности общественного транспорта является наименьшим именно в Кировском и Красноармейском районах Волгограда.

Согласно рабочим материалам муниципального казенного предприятия «Городской центр управления пассажирскими перевозками», в 2018 году пассажиропоток на муниципальных маршрутах, обслуживаемых автобусами большой вместимости составил порядка 57300 тыс. пасс., а на маршрутах, обслуживаемых электропоездами единственного в регионе предприятия пригородного железнодорожного транспорта (АО «Волгоградтранспригород») составил порядка 2500 тыс. пасс. То есть прирост существующего пассажиропотока на маршрутах автомобильного транспорта ожидается на 1,95%, а на маршрутах электропоездов на 83%. Соответственно, повышение дохода от основной деятельности по перевозке пассажиров и багажа в абсолютных величинах может составить до 27,95 млн. рублей в год на маршрутах автомобильного транспорта и до 83,04 млн. руб. в год на маршрутах электропоездов.

Концепция организации ТПУ должна быть завершена общими рекомендациями для дальнейшего обустройства объекта транспортной инфраструктуры. Так, для корректной работы ТПУ «Южный» необходимо в первую очередь изменение межмуниципальных маршрутов регулярных перевозок в соответствии с предложенными ре-

шениями. Для изменения маршрутов регулярных перевозок, в соответствии с положениями Федерального закона от 13.07.2015 № 220-ФЗ «Об организации регулярных перевозок пассажиров и багажа автомобильным транспортом и городским наземным электрическим транспортом в Российской Федерации и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» необходимо внесение изменений в документ планирования регулярных перевозок пассажиров и багажа автомобильным транспортом по межмуниципальным маршрутам регулярных перевозок в Волгоградской области. Документ утвержден постановлением администрации Волгоградской области от 26.06.2017 № 340-п.

Таким образом концепция организации ТПУ, рассмотренная на примере организации ТПУ «Южный» в Красноармейском районе города Волгограда может быть рассмотрена как общесистемная рекомендация по проведению предпроектных разработок в сфере обустройства межмуниципальных ТПУ в городах с ленточной топологией. При этом предложенный по рассмотренному методу проект организации ТПУ в ходе подготовки проектной-сметной документации должен подлежать верификации и дополнительной оценке с целью определения уточненных параметров работы, что наиболее целесообразно осуществлять с помощью специальных программных продуктов имитационного транспортного моделирования.

## Литература:

1. СП 42.13330.2015 Свод правил. Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений. Актуализированная редакция СП 42.13330.2011 (СНиП 2.07.01–89\*) [утв. Приказом Минстроя России от 20.12.2016 № 1034/пр]. — [Электронный ресурс]. — Волгоград, 2019. — Режим доступа: <http://www.minstroyrf.ru/docs/14465/>.
2. Стандарт транспортно-ориентированного развития. Сайт института политики транспорта и развития (ITDP) [Электронный ресурс]. — Волгоград, 2019. — Режим доступа: <https://www.itdp.org/tod-standard/>.
3. Федеральный закон № 220 от 13 июля 2015 г. «Об организации регулярных перевозок пассажиров и багажа автомобильным транспортом и городским наземным электрическим транспортом в Российской Федерации и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации»: офиц. Текст. — [Электронный ресурс]. — Волгоград, 2019. — Режим доступа: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_182659/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_182659/).
4. Постановление Правительства Российской Федерации от 14.02.2009 № 112 «Об утверждении Правил перевозок пассажиров и багажа автомобильным транспортом и городским наземным электрическим транспортом»: офиц. Текст. — [Электронный ресурс]. — Волгоград, 2019. — Режим доступа: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_85364/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_85364/).
5. Приказ комитета транспорта и дорожного хозяйства Волгоградской области от 13.11.2017 № 179-П «Об утверждении порядка установления, изменения и отмены межмуниципальных маршрутов регулярных перевозок, а также утверждения и изменения расписаний движения транспортных средств по межмуниципальному маршруту регулярных перевозок в Волгоградской области»: офиц. Текст. — [Электронный ресурс]. — Волгоград, 2019. — Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/446586582>.
6. Методологические рекомендации по проведению обследования по определению степени использования общественного транспорта различными категориями граждан (транспортной подвижности граждан) [утверждены письмом Госкомстата РФ от 14.02.2002 № ОР-09–23/692]. — [Электронный ресурс]. — Волгоград, 2019. — Режим доступа: <http://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc&base=EXR&n=310342#05857170467531376> (в будние дни с 20:00 до 24:00).
7. Егоров, К. В. Результаты практического определения точности используемых в г. Волгограде методов натуральных обследований пассажиропотоков городского общественного транспорта (с использованием «эталонных» значений) / К. В. Егоров, С. А. Ширяев, Ю. Я. Комаров // Тезисы докладов по материалам XV Национальной научно-технической конференции 17.04.2019 «Проблемы качества и эксплуатации автотранспортных средств» Пензенского государственного университета архитектуры и строительства. — Пенза, 2019. / редкол.: Э. Р. Домке (отв. ред.) [и др.]; ПГУАС. — Пенза, 2019. — с. 25–35.
8. ВСН-АВ-ПАС-94 (РД 3107938–0181–94) Ведомственные строительные нормы. Автовокзалы и пассажирские автостанции [утв. Протоколом Минтранса РФ от 17.05.1994 № 2]. — [Электронный ресурс]. — Волгоград, 2019. — Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200043595>.
9. СП 395.1325800.2018 «Свод правил. Транспортно-пересадочные узлы. Правила проектирования» [Электронный ресурс]. — Волгоград, 2019. — Режим доступа: <http://www.minstroyrf.ru/upload/iblock/68f/SP-395.pdf>.

## Расчет пластин на действие локальных нагрузок аналитическим методом с применением обобщенных функций

Кешишьян Дмитрий Эдуардович, студент магистратуры  
Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет

*В статье описывается применение аналитического метода расчета пластин с нарушениями регулярности в виде ребер при воздействии сосредоточенных нагрузок. Для аппроксимации локальных влияний используются разрывные функции, что позволяет определять компоненты напряженно-деформированного состояния с такой же точностью, как и в зоне плавного изменения нагрузки. Уравнение изгиба пластин решается методом Власова-Канторовича. Выполнены расчеты прогибов, моментов и перерезающих сил для различных схем загрузки пластины. Результаты расчетов при удержании малого числа членов ряда сравниваются с результатами, полученными методом конечных элементов.*

При проектировании перекрытий, в выполнении технологических и архитектурных требований, таких как размещение оборудования, обустройство мезонинов в локальных областях, перед конструкторами ставится задача усиления данных зон, например, вводом или изменением геометрии уже существующих ребер жесткости.

Большинство современных программных комплексов основаны на применении метода конечных элементов (МКЭ). При вычислении усилий и моментов в зонах приложения локальных нагрузок из-за высоких градиентов полей напряжений при применении МКЭ требуется существенно сгущать сетку разбивки, что значительно повышает порядок системы разрешающих уравнений. Кроме того, МКЭ позволяет осуществить лишь численный анализ, без получения аналитической зависимости между нагрузкой, геометрическими размерами и напряжением.

В отличие от МКЭ методы расчета конструкций с использованием разрывных импульсных функций позволяют получить аналитические выражения для решения задач с областями нарушения регулярности внутренней геометрии зон приложения полосовой или сосредоточенных нагрузок и рассматривать плиту перекрытия как единый элемент.

Рассмотрим пластину под действием нагрузки вдоль линии  $q$ , сосредоточенной  $P$  и распределенной нагрузки  $p$  (см. рис. 1).

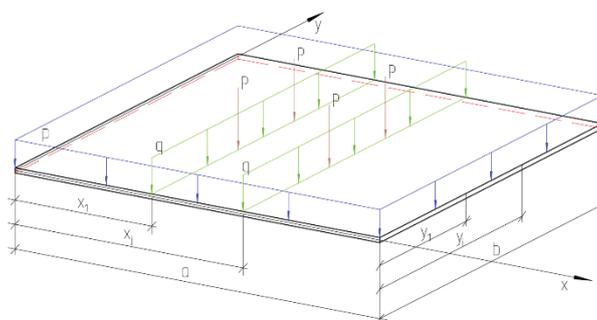


Рис. 1. Пластина под действием различных нагрузок

Согласно [1], используя разрывные импульсные функции, нагрузку вдоль линии  $q$  запишем в виде:

$$q(x, y) = q(y)\delta(x - x_j),$$

где  $\delta(x - x_j)$  — единичная импульсная функция;  $x_j$  — координата по  $x$  приложения нагрузки; сосредоточенную нагрузку  $P$ :

$$P_i(x, y) = P_i\delta(x - x_j)\delta(y - y_i).$$

Подставим данные выражения для нагрузок в уравнение прогиба для тонкой пластины:

$$\nabla^2 w = \frac{1}{D} \left( p + \sum_j^n [q(y)\delta(x - x_j)] + \sum_i^m P_i \delta(x - x_j)\delta(y - y_i) \right)$$

Решение уравнения будем искать методом Власова-Канторовича, сводя краевую задачу для уравнения в частных производных к решению обыкновенных дифференциальных уравнений.

Представим искомую функцию прогиба  $w$  тригонометрическим рядом:

$$w(x, y) = \sum_k w_k(x)\sin(\beta_k y), \beta_k = \frac{k\pi}{b},$$

решение будет представлять из себя систему из  $k$  обычных дифференциальных уравнений.

Функции нагрузок примут вид:

по линии

$$q = \sum_k q_k \sin(\beta_k y), \quad q_k = \frac{2}{b} \int_0^b q(y) \sin(\beta_k y) \delta(x - x_j) dy,$$

сосредоточенные

$$P_i = \sum_k P_{i,k} \sin(\beta_k y),$$

$$P_{i,k} = \frac{2}{b} \int_0^b P_i \sin(\beta_k y) \delta(x - x_j) \delta(y - y_i) dy = \frac{2}{b} P_i \sin(\beta_k y_i) \delta(x - x_j)$$

распределенная

$$p = \sum_k p_k \sin(\beta_k y), \quad p_k = \frac{2}{b} \int_0^b p \sin(\beta_k y) dy.$$

Преобразуем уравнение прогиба, которое теперь зависит от одной переменной:

$$\left( \frac{\partial^2}{\partial x^2} - \beta_k^2 \right)^2 w_k = \frac{1}{D} \left( p_k + \sum_j^n \left[ \delta(x - x_j) \left( q_k + \sum_i^m P_{i,k} \right) \right] \right)$$

Решение уравнения согласно [1] можно представить в виде:

$$w_k = w_k^0 + \frac{1}{D} \left( \sum_j^n \left[ q_k + \sum_i^m P_{i,k} \right] \right) \psi_{j,k},$$

где  $w_k^0$  является решением для  $\left( \frac{\partial^2}{\partial x^2} - \beta_k^2 \right)^2 w_k^0 = \frac{p_k}{D}$ ;

$\psi_{j,k}$  — решение для  $\left( \frac{\partial^2}{\partial x^2} - \beta_k^2 \right)^2 \psi_{j,k} = \delta(x - x_j)$ .

$$\psi_{j,k} = C_{1k} ch(\beta_k x) + C_{2k} sh(\beta_k x) + C_{3k} x ch(\beta_k x) + C_{4k} x sh(\beta_k x) + \psi_{j,k}^*,$$

$$\psi_{j,k}^* = \frac{1}{2\beta_k^3} \left[ \beta_k (x - x_j) ch(\beta_k (x - x_j)) - sh(\beta_k (x - x_j)) \right] H(x - x_j),$$

где  $H(x - x_j)$  — единичная ступенчатая функция;  $C_{1k}, C_{2k}, C_{3k}, C_{4k}$  — постоянные интегрирования, определяются в зависимости от закрепления пластины.

При рассмотрении пластин, усиленных ребрами жесткости, параллельных одной из осей (см. рис. 2), учет ребер так же можно выполнить с помощью дельта-функции.

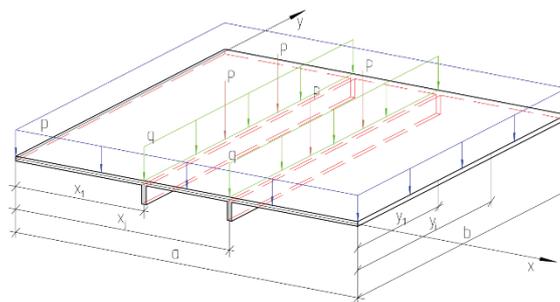


Рис. 2. Пластина, подкреплённая ребрами жесткости

Выразим согласно [3] продольные усилия и моменты, возникающие в ребристой пластине. Соппротивлением ребер кручению можно пренебречь ввиду малой жесткости на кручение в сравнении с изгибной.

$$T_2^* = T_2 + \sum_j^n (E_j F_j v_y' + E_j S_j w_y'') \delta(x - x_j),$$

$$M_2^* = M_2 + \sum_j^n (E_j S_j v_y' + E_j I_j w_y'') \delta(x - x_j),$$

где  $T_2, M_2$  — усилия и моменты, возникающие в гладкой части пластины;  $E_j, F_j, S_j, I_j$  — характеристики  $j$ -ого ребра.

Составим уравнения равновесия:

$$\begin{cases} \frac{\partial T_1}{\partial x} + \frac{\partial S}{\partial y} = 0 \\ T_2^* + \frac{\partial S}{\partial x} = 0 \end{cases}, \quad \frac{\partial M_1}{\partial x} + 2 \frac{\partial H}{\partial x \partial y} + \frac{\partial M_2^*}{\partial y} = p.$$

Перейдем к уравнениям относительно функций перемещения и преобразуем первые два уравнения согласно [2]:

$$\begin{cases} \nabla^2 v = -\frac{1}{B} \sum_j^n [E_j(F_j v'_y + S_j w''_y) \delta''(x - x_j) + \frac{1-\mu}{2} E_j(F_j v'''_y + S_j w''''_y) \delta(x - x_j)] \\ \nabla^2 w = \frac{p}{D} - \frac{1}{D} \sum_j^n E_j(S_j v'''_y + I_j w''''_y) \delta(x - x_j) \end{cases}$$

Если пренебречь влиянием ребер на продольные и сдвигающие усилия, то вместо системы получим уравнение относительно прогиба, что существенно упрощает задачу при незначительном уменьшении точности.

$$\nabla^2 w = \frac{p}{D} - \frac{1}{D} \sum_j^n E_j I_j w''''_y \delta(x - x_j)$$

Ниже, при проведении сравнений результатов на конкретных примерах, рассматриваются оба варианта расчета: с учетом и без учета продольных усилий.

Согласно [1], дифференциальные уравнения с импульсными коэффициентами

$$L\varphi = q - \sum_j^n L_j \varphi \delta(x - x_j),$$

(в уравнениях здесь и ниже индекс  $k$  опущен)

где  $L$  — дифференциальный оператор с постоянными коэффициентами 4-го порядка,

$L_j$  — дифференциальный оператор, имеющий порядок не выше порядка оператора  $L$ ,

имеют решение в виде:

$$\varphi = \varphi^0(x_l) - \sum_j^n x_j \psi_j(x_l),$$

где  $\varphi^0$  есть решение уравнения  $L\varphi^0 = p$ ;

$\psi_j$  — решение уравнения  $(\frac{\partial^2}{\partial x^2} - \beta_k^2)^2 \psi_{j,k} = \delta(x - x_j)$ ;

$x_j = L_j \varphi(x_j)$  — коэффициент пропорциональности для решения уравнения, и находящийся из системы

$$x_l = L_l \varphi^0(x_l) - \sum_j^n x_j L_l \psi_j(x_l)$$

где в рамках рассматриваемой задачи обретает физический смысл, как прогиб пластины при  $x_l = x_j$ . Без учета продольных усилий

$$w_l = w^0 - \frac{1}{D} \sum_j^n [E_j I_j \beta_l^4 w_j] \psi_j(x_l)$$

С учетом продольных усилий, решение системы уравнений приводим согласно [2]:

$$\begin{cases} \vartheta_l = \sum_j^n [E_j \beta_l (F_j \vartheta_j + S_j \beta_l w_j)] f_j(x_l) \\ w_l = w^0 - \frac{1}{D} \sum_j^n [E_j \beta_l^3 (S_j \vartheta_j + I_j \beta_l w_j)] \psi_j(x_l) \end{cases}$$

где,  $f_j(x_l) = \frac{1}{B} (\frac{1-\mu}{2} \beta_l^2 \psi_j(x_l) - \psi_j''(x_l))$ .

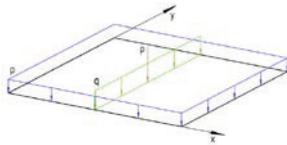
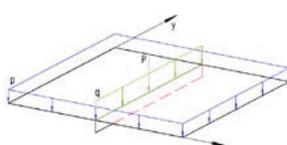
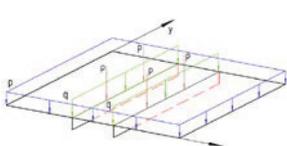
При приложении распределенной, сосредоточенных и распределенных по линиям ребер нагрузок получаем систему уравнений:

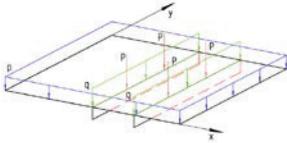
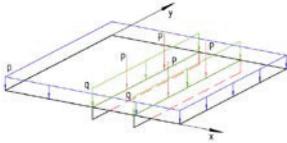
$$\begin{cases} \vartheta_l = \sum_j^n [E_j \beta_l (F_j \vartheta_j + S_j \beta_l w_j)] f_j(x_l) \\ w_l = w^0 + \frac{1}{D} \sum_j^n [q + \sum_i^m P_i - E_j \beta_l^3 (S_j \vartheta_j + I_j \beta_l w_j)] \psi_j(x_l) \end{cases}$$

Порядок данной системы уравнений  $2n$ . Для нахождения прогиба по формуле  $w(x, y) = \sum_k w_k(x) \sin(\beta_k y)$ , при использовании трех членов ряда (при  $k=1, 3, 5$ ) достаточно решить три независимых системы порядка  $2n$ , что позволяет решить задачу без особого труда стандартными офисными программами, такими как Excel. В данной работе для проверки решений и анализа результатов использовалась система Mathcad, был разработан алгоритм и приведены результаты расчетов.

В таблице 1 приведены результаты расчетов прогибов для различных схем загрузки пластины в сравнении с МКЭ.

Таблица 1

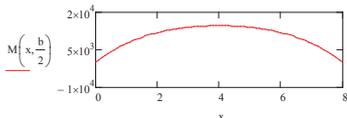
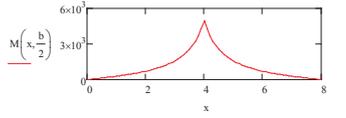
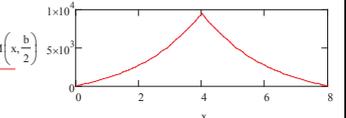
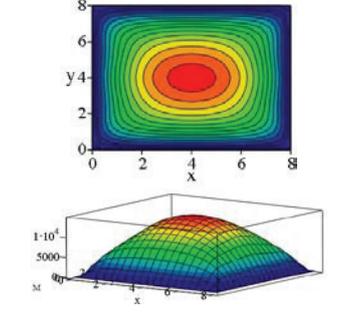
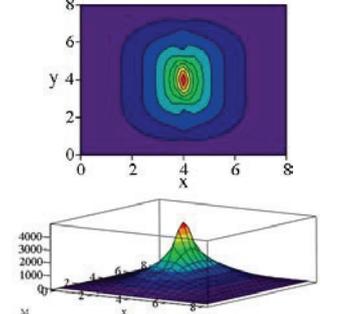
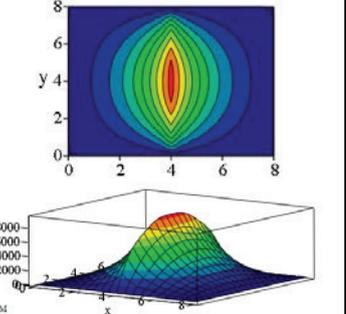
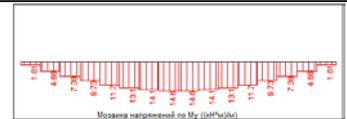
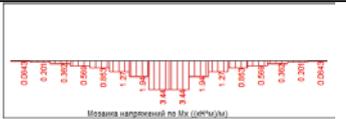
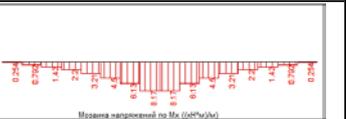
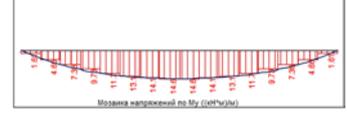
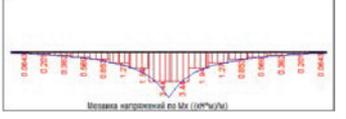
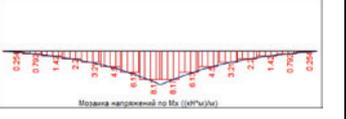
Схема нагружения	x, м	y, м	Учитываемые нагрузки	Аналитическое решение	МКЭ		$ (w_{МКЭ} - w_{ан}) / w_{МКЭ}  \cdot 100, \%$	Примечание
					$w_{ан}$	$w_{МКЭ}$		
 <p> <math>a = 8 \text{ м}, b = 8 \text{ м},</math>  <math>h = 0.1 \text{ м}, \mu = 0.16</math>  <math>E = 3.2 \cdot 10^7 \text{ кПа}</math>  <math>p = 5.5 \text{ кН/м}^2</math>  <math>q = 5 \text{ кН/м}</math>  <math>P = 15 \text{ кН}</math> </p>	4	4	P	4.05	4.14	2.2	Сетка МКЭ 1 x 1 м	
	4	4			4.09		1.0	0.5 x 0.5 м
	4	4			4.08		0.7	0.25 x 0.25 м
	4	4			4.07		0.5	0.1 x 0.1 м
	4	4	Q	6.31	6.34	0.5	0.5 x 0.5 м	
	4	4	P	32.8	33.6	2.4	0.5 x 0.5 м	
	4	4	p+P	36.75	37.7	2.5	-//-	
	4	4	p+q	39.01	39.9	2.2		
4	4	p+P+q	43.06	43.99	2.1			
 <p> <math>a = 8 \text{ м}, b = 8 \text{ м},</math>  <math>h = 0.1 \text{ м}, \mu = 0.16</math>  <math>h_j = 0.5 \text{ м},</math>  <math>x_1 = 4 \text{ м}</math>  <math>E = 3.2 \cdot 10^7 \text{ кПа}</math>  <math>p = 5.5 \text{ кН/м}^2</math>  <math>q = 10 \text{ кН/м}</math>  <math>P = 50 \text{ кН}</math> </p>	4	4	P	3.06	3.02	1.3	Без учета продольных усилий	
	4	4		3.00			0.7	с учетом продольных усилий
	4	4	Q	3.05	2.96	3.0	-//-	
	4	4		2.99		1.0	-//-	
	4	4	P	8.00	7.81	2.4		
	4	4		7.85		0.5		
	3	4		8.14		0.4		
	3	4	8.00	8.17	2.1			
	4	4	p+P	11.05	10.83	2.0		
	4	4		10.84		0.1		
	3	4		10.85		10.83	0.2	
	3	4	10.66	10.83	1.6			
	4	4	p+q	11.04	10.78	2.4		
	4	4		10.83		0.5		
	3	4		10.86		10.8	0.6	
	3	4	10.67	10.8	1.2			
4	4	p+P+q	14.1	13.8	2.2			
4	4		13.83		0.2			
3	4		13.57		13.47	0.7		
3	4	13.33	13.47	1.0				
 <p> <math>a = 8 \text{ м}, b = 8 \text{ м},</math>  <math>h = 0.1 \text{ м}, \mu = 0.16</math>  <math>h_j = 0.5 \text{ м},</math>  <math>x_1 = 3 \text{ м}, x_2 =</math> </p>	3	4	P	5.48	5.36	2.2		
	3	4		5.40			0.8	
	4	4		5.95			5.72	4.0
	4	4	5.86	5.72	0.2			
	3	4	Q	3.36	3.25	3.4		
	3	4		3.31		1.8		
4	4	3.64	3.51	3.7				

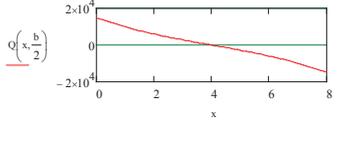
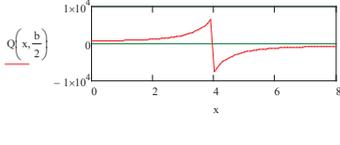
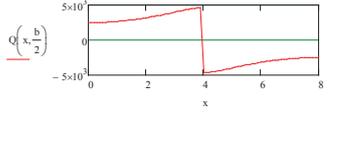
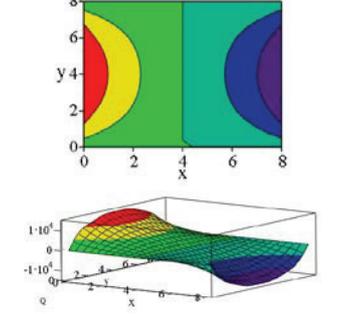
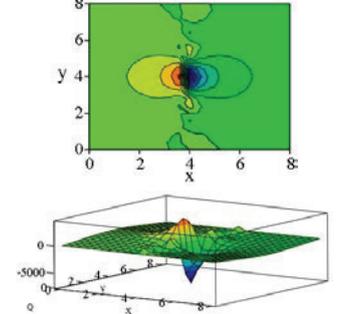
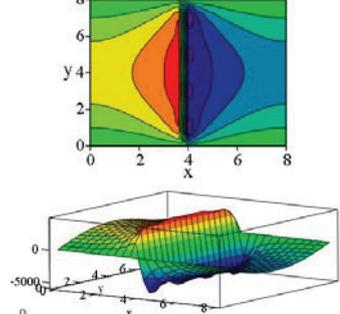
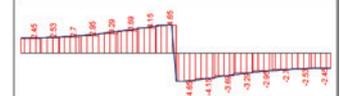
	$5 \text{ м}$ $y_1 = 2.5 \text{ м}, y_2 = 5.5 \text{ м}$ $E = 3.2 \cdot 10^7 \text{ кПа}$ $p = 7.5 \text{ кН/м}^2$ $q = 10 \text{ кН/м}$ $P = 50 \text{ кН}$	4	4	P	3.59	6.63	2.3			
		3	4		6.76		2.0			
		3	4		6.58		0.8			
		4	4		6.99		2.6			
		4	4		6.8		0.1			
		3	4	p+P+q	15.63	15.18	3.0			
		3	4		15.41		1.5			
		4	4		16.58		3.0			
		4	4		16.34		1.5			
	$a = 8 \text{ м}, b = 8 \text{ м},$ $h = 0.1 \text{ м}, \mu = 0.16$ $h_j = 0.5 \text{ м},$ $x_1 = 4 \text{ м}, x_2 = 6 \text{ м}$ $y_1 = 2.5 \text{ м}, y_2 = 5.5 \text{ м}$ $E = 3.2 \cdot 10^7 \text{ кПа}$ $p = 7.5 \text{ кН/м}^2$ $q = 10 \text{ кН/м}$ $P = 50 \text{ кН}$	3.	4	p+P+q	17.4	17.5	0.6			
		5	4		17.9		2.3			
		3.	4		q	17.2	17.1	0.6		
		4	4			17.66		3.3		
		4	4			12.7		0.0		
		6	4			13.1		3.1		
		6	4							

Ниже представлены графики моментов и перерезающих сил, определенных для различных загрузений пластины, аналитически при удержании четырех членов ряда в сравнении с МКЭ.

Параметры пластины для таблицы 2:  $a = 8 \text{ м}, b = 8 \text{ м}, h = 0.1 \text{ м}, \mu = 0.16, E = 3.2 \cdot 10^7 \text{ кПа}$ .

Таблица 2

	Пластина под действием распределенной нагрузки $p = 5.5 \text{ кН/м}^2$	Пластина под действием сосредоточенной нагрузки $P = 15 \text{ кН}; x_1 = 4; y_1 = 4.$	Пластина под действием нагрузки по линии $q = 10 \text{ кН/м}; x_1 = 4.$
$M_x(x, b/2)$ Аналитически			
			
$M_x(x, b/2)$ МКЭ			
$M_x(x, b/2)$ Наложение результатов по двум методикам			

$Q_x(x, b/2)$ Аналитически			
			
$Q_x(x, b/2)$ МКЭ			
$Q_x(x, b/2)$ Наложение результатов по двум методикам			

Из таблицы видно, что даже при использовании трех членов ряда, результаты расчетов, полученные описанным выше методом, коррелируют с результатами, полученными МКЭ. При этом при сетке разбивки МКЭ  $0.5 \times 0.5$  м разница с аналитическим методом составляет не более 4 %. При сгущении сетки решение приближается к аналитическому.

По графикам, представленным в таблице 2, для сосредоточенных нагрузок виден характер распределения производных разрывных функций. Эти графики в точке  $x = x_j$  имеют изломы и скачки.

Результаты вычислений показывают, что в сравнении с МКЭ при определении напряженно-деформированного состояния вблизи приложения сосредоточенных нагрузок с удержанием малого числа членов ряда, благодаря наличию разрывных функций компоненты НДС определяются в зоне разрыва с такой же точностью, как и в зоне плавного изменения нагрузки. Для улучшения результатов в МКЭ необходимо сгущать сетку разбивки, что приводит к значительному повышению порядка системы разрешающих уравнений.

Литература:

1. Михайлов, Б. К. Пластины и оболочки с разрывными параметрами. — Л.: ЛГУ, 1980. — 196 с.
2. Кобелев, Е. А. Изгиб пластин, соединенных системой перекрестных ребер // Строительная механика сооружений: Межвуз. темат. Сб. тр. / ЛИСИ. — Л., 1986. — с. 99–104.
3. Гребень, Е. С. Основные соотношения технической теории ребристых оболочек. // Изв. АН СССР. Механика. — 1965. — № 3. — с. 81–92.
4. Кобелев, Е. А. Изгиб пластин с разрезами и прямоугольными отверстиями, подкрепленными ребрами: Дис... канд. Техн. наук. — Л.: ЛИСИ, 1984. — 208 с.
5. Фирсанов, В. В. Исследование продольно подкрепленных цилиндрических оболочек под действием локальной нагрузки по уточненной теории / В. В. Фирсанов, А. Х. Во // Труды МАИ. — 2018. — № 102.
6. Петров, В. В. Расчет конструкций переменной толщины методом наискорейшего спуска / В. В. Петров, Д. А. Пименов, Р. В. Мищенко // Научный журнал «ACADEMIA. АРХИТЕКТУРА И СТРОИТЕЛЬСТВО». — 2018. — № 2. — с. 137–142.
7. Зверьяев, Е. М., Макаров Г. И. Особенности НДС оболочки с изломом срединной поверхности / Е. М. Зверьяев, Г. И. Макаров // Строительная механика и расчет сооружений. — 2013. — № 3. — с. 2–6.
8. Таскин, И. А. Распределение усилий между рёбрами и настилом в пологом сетчатом куполе / И. А. Таскин // Строительная механика и расчет сооружений. — 2016. — № 3. — с. 110–115.

9. Соловей, Н. А., Кривенко О. П., Малыгина О. А. Конечноэлементные модели исследования нелинейного деформирования оболочек ступенчато-переменной толщины с отверстиями, каналами и выемками / Н. А. Соловей, О. П. Кривенко, О. А. Малыгина // Magazine of Civil Engineering. — 2015. — № 1. — с. 52–109.
10. Семенов, А. А., Панин А. Н. Эффективность использования безразмерных параметров при расчете прочности и устойчивости подкрепленных пологих оболочек / А. А. Семенов, А. Н. Панин // Академический вестник УРАЛ-НИИПРОЕКТ РААСН. — 2015. — № 3. — с. 73–76.
11. Карпов, В. В. Напряженно-деформированное состояние ребристых оболочечных конструкций / В. В. Карпов, О. В. Игнатьев, А. А. Семенов // Инженерно-строительный журнал. — 2017. — № 6 (74). — с. 147–160.

## Результаты экспериментальных исследований по обоснованию ширины захвата рабочего органа для основной обработки уплотненных почв

Куваев Антон Николаевич, докторант;

Токарев Иван Владимирович, докторант

Костанайский государственный университет имени Ахмета Байтурсынова (Казахстан)

В настоящее время одним из наиболее действенных способов разуплотнения почвы является механическая обработка. Несмотря на разные оценки основной обработки стерневых фонов, многие исследователи отмечают положительное воздействие плоскорезной основной обработки, в особенности в технологиях органического земледелия, на накопление влаги и физическое состояние корнеобитаемого слоя, рост и развития растений и урожайность различных культур [1, с. 350].

Анализ конструкции имеющихся рабочих органов говорит о том, что в условиях Северного Казахстана, для которого характерным является переуплотнение почв и повышенная твердость, выполнение данной технологической операции с соблюдением агротехнических требований представляет техническую проблему и ее решение является актуальным для сельскохозяйственного машиностроения Республики Казахстан [2, с. 64].

Основными недостатками существующих рабочих органов для безотвальной основной обработки почв с повышенной плотностью и твердостью является низкая сохранность стерни, заделка измельченных растительных остатков в поверхностный слой почвы, наличие крупных почвенных комков на поверхности поля и высокие удельные затраты энергии.

Для решения поставленной проблемы нами были проведены теоретические и экспериментальные исследования по обоснованию параметров рабочего органа для основной обработки уплотненных почв.

В результате проведенных теоретических исследований было установлено, что из всех типов рабочих органов наиболее работоспособным является плоскорезущая лапа шириной захвата 0,6–1,0 м, с углом установки долота и лемехов ко дну борозды 29–32 градуса.

Для окончательного уточнения ширины захвата рабочего органа были проведены экспериментальные исследования в полевых условиях. Для проведения экспериментальных исследований были изготовлены плоскорезущие рабочие органы различной ширины захвата. Рабочие органы поочередно устанавливались на лабораторно-полевую установку, представленную на рисунке 1. На продольный брус рамы устанавливались плоскорезущие рабочие органы шириной захвата от 0,6 до 1,0 м с углами установки лемехов и долота 30 градусов. Изменения углов установки лемехов и долота проводилось на плоскорезущих рабочих органах шириной захвата 0,7 и 0,8 м путем постановки под крепежные болты регулировочных пластин.



а) общий вид



б) вид в работе

Рис. 1. Лабораторно-полевая установка

Замеры тягового сопротивления, крошения обрабатываемого слоя и сохранности стерни выполнялись при постоянной скорости. Установочная глубина обработки во всех опытах была одинаковой и равна 30 см.

В основу методики проведения экспериментальных исследований заложена действующая нормативная документация: определение условий экспериментальных исследований — ГОСТ 20915–2011, качество выполнения технологического процесса — ГОСТ 33736–2016, энергетическая оценка — ГОСТ Р 52777–2007.

Состояние обрабатываемого слоя в период исследований характеризовалось низкой влажностью в пределах 14–19%, высокой твердостью 4,7–7,1МПа. Обилие

зимней и весенней влаги в почве и резкое повышение температуры в конце июня способствовали образованию уплотненного почвенного слоя на глубине ниже 10 см. Почвенные условия являются типичными для полей, на которых применялись элементы минимальной и нулевой технологий возделывания зерновых культур.

Результаты экспериментальных исследований подтвердили теоретические расчеты о влиянии углов установки долота и лемехов ко дну борозды на тяговое сопротивление. С увеличением углов установки долота и лемехов удельное тяговое сопротивление снижается, достигает минимума при углах 29–32 градуса, а затем возрастает (рисунок 2).

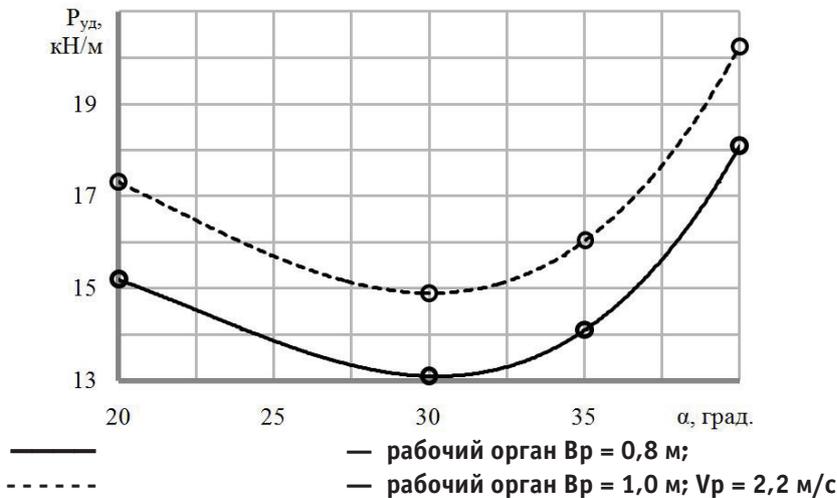


Рис. 2. Влияние углов установки долота и лемехов α на удельное тяговое сопротивление плоскорезящих рабочих органов Руд

Крошение почвенного слоя в зоне работы лемехов (глубина 15–30 см) с увеличением ширины захвата рабо-

чего органа снижается, а сохранность стерни возрастает (рисунок 3).

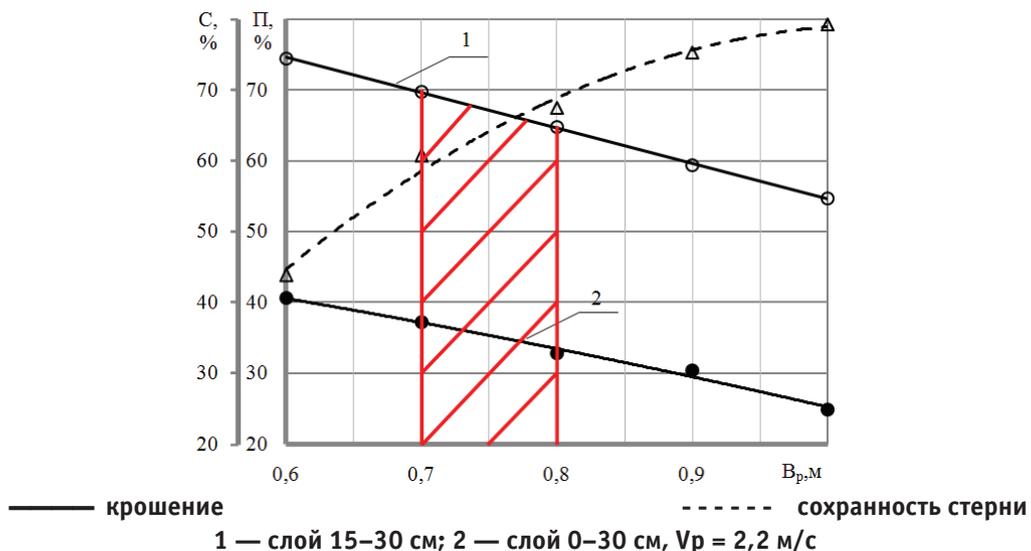


Рис. 3. Влияние ширины захвата рабочего органа В<sub>р</sub> на крошение почвенного слоя П и сохранность стерни на поверхности поля С

В зоне работы лемеха крошение обрабатываемого слоя тем выше, чем меньше ширина захвата рабочего органа.

Такая же закономерность прослеживается и по всему обрабатываемому слою. Увеличение крошения обрабатыва-

емого слоя с уменьшением ширины захвата лапы происходит за счет стойки. Максимальное крошение получено с рабочим органом шириной захвата 0,6 м. Однако при этом наблюдается наименьший процент сохранности стерни на поверхности поля.

Углы установки долота и лемехов и ширина захвата рабочего органа существенно влияет на качество крошения обрабатываемого слоя и на сохранность стерни на поверхности. Установлено, что с увеличением углов установки до-

лота и лемехов ко дну борозды крошение основного слоя возрастает, а сохранность стерни снижается (рисунок 4).

По результатам проведенных экспериментальных исследований установлено, что по комплексному показателю крошения почвенного слоя, сохранность стерни на поверхности и удельному тяговому сопротивлению в данных почвенных условиях лучшие результаты получены на вариантах рабочих органов с шириной захвата 0,7 и 0,8 м с углом установки долота и лемехов 30 градусов.

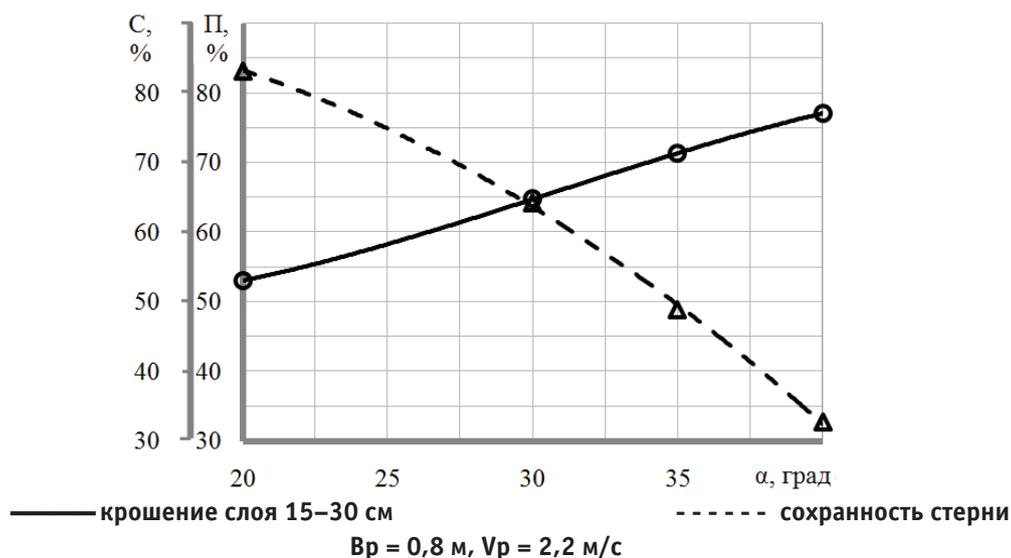


Рис. 4. Влияние углов установки долота и лемехов α на крошение почвенного слоя П и сохранность стерни на поверхности поля С

Литература:

1. Edwards, D. R., White L. J., Munkholm C. G., Lamande M. Modeling the readiness of soil for different methods of tillage // Soil and tillage research. — 2016. — № 155. — с. 339–350.
2. Куваев, А.Н.. Основная обработка стерневых полей северных зерносеющих регионов казахстана и современные орудия для её выполнения // 3i Интеллект, идея, инновация. Многопрофильный научный журнал. — 2018. — № 2. — с. 57–64.

## Универсальная программно-аппаратная платформа автоматизированной обучающей системы на новых принципах построения

Метальников Алексей Михайлович, кандидат технических наук, доцент;  
Карпанин Олег Валентинович, старший преподаватель;  
Чайкин Максим Сергеевич, студент магистратуры  
Пензенский государственный университет

*В статье дается описание автоматизированной обучающей системы на основе лабораторных стендов с применением современных образовательных технологий. Показывается организация на уровне подсистем. Приводятся программное и ресурсное обеспечение, а также аппаратная часть системы.*

**Ключевые слова:** автоматизированные измерения, автоматизированный лабораторный стенд, обучающая система, адаптивное программно-методическое обеспечение.

Предложение на рынке учебной техники автоматизированного лабораторного оборудования различными компаниями постоянно растет. Однако следует отметить, что, несмотря на потенциально широкие возможности автоматизации исследований, в настоящее время при проектировании таких стендов ведущие мировые и отечественные разработчики ограничиваются автоматизацией измерений, обработкой первичных измерительных данных и отображением результатов на экране монитора в графическом и табличном виде [1].

На кафедре «Нано- и микроэлектроника» Пензенского государственного университета более двадцати лет ведется разработка автоматизированных стендов для лабораторного практикума по материалам и элементам электронной техники [2]. Накопленный за это время опыт в создании аппаратного, программного и методического обеспечения автоматизированных лабораторных стендов позволяет коллективу разработчиков данного проекта несколько шире взглянуть на задачу автоматизации лабораторного эксперимента в учебном процессе.

На основе автоматизированного лабораторного стенда при определенной методической проработке можно создать многофункциональную автоматизированную обучающую систему (АОС), интегрирующую в рамках единого подхода современные образовательные технологии. Адаптивное программно-методическое обеспечение такой системы позволит на основе имеющейся инструментальной базы реализовать принципы многоуровневости и многонаправленности исследований при выполнении лабораторного практикума с учетом текущих знаний, направления и профиля подготовки обучающегося. Уровневый подход заключается в выполнении лабораторной работы на разном уровне сложности с точки зрения постановки цели и трудоемкости ее достижения для пользователей с разным уровнем подготовки: школьник, бакалавр, магистр, аспирант. Направленность исследований при выполнении лабораторных работ заключается в учете специфики подготовки специалиста по тому или иному научно-техническому направлению, связанной с расстановкой акцентов на те или

иные вопросы процесса исследования, свойств объектов, особенностей изучаемых явлений: материалы электронной техники, физика приборов и структур, теория электрических цепей, схемотехника, измерительная техника и т. д.

Все подсистемы АОС можно разделить на две основные группы — пользовательские подсистемы и подсистемы администрирования.

Подсистемы работы с пользователем:

- Подсистема регистрации и идентификации пользователя;
- Подсистема обучения работе в системе;
- Подсистема тестирования знаний пользователя на этапе подготовки к работе и по результатам выполненной работы;
- Справочная подсистема;
- Подсистема измерений и обработки результатов;
- Подсистема оформления результатов работы и разработки отчета.

Подсистемы администрирования:

- Подсистема конфигурирования АОС;
- Подсистема мониторинга;
- Подсистема калибровки.

На уровне модулей программное и ресурсное обеспечение АОС можно разделить на три основные части:

- сервер измерительной системы;
- клиентское приложение;
- база данных и ресурсы системы.

Сервер измерительной системы — это программа, которая реализует все функции подсистемы измерений, связанные с управлением аппаратными средствами АОС при измерении параметров объекта исследований по запросу клиента, а также предварительную обработку первичных данных и передачу результатов клиенту. В сервере реализуются также функции подсистемы калибровки. Управляющие воздействия могут приниматься дистанционно от подключившегося клиента по протоколу TCP/IP.

Клиентское приложение — это основной программный модуль системы, отвечающий за реализацию функций всех подсистем АОС, интерфейс пользователя, управление ре-

сурсами системы и обмен данными с другими программными модулями. Работу в АОС можно выполнять без применения аппаратной части и сервера измерительной системы, используя ранее полученные и сохраненные в базе данных пользователя результаты измерений. Имеется стек коммуникаций по TCP/IP протоколу.

База данных и ресурсное обеспечение АОС — это хранилище всей информации, необходимой пользователю для работы в системе. Вся информация структурирована по различным признакам и хранится в отдельных файлах, файлах базы данных и библиотечных модулях.

Обобщенная структурная схема аппаратной части АОС представлена на рис. 1. Это структура простой автоматизированной измерительной системы на базе персонального компьютера массового применения. Для подключения измерительной части к персональному компьютеру используется интерфейс USB, к аппаратным и программным ресурсам компьютера не предъявляется особых требований. Могут применяться обычные компьютеры, которые имеются в образовательных учреждениях. Программное обеспечение АОС может работать в среде операционных систем Windows XP, Windows 7, Windows 8/8.1, Windows 10.



Рис. 1. Обобщенная структурная схема аппаратной части АОС

Объектом исследований является образец материала, прибор, физический процесс или явление. Свойствами объекта исследований и реализованным методом измерений определяются характеристики аналоговых преобразователей измерительных сигналов и источников воздействия. Такие характеристики контроллера, как количество каналов аналого-цифрового и цифро-аналогового преобразователей, их быстродействие и разрядность, количество каналов цифрового ввода/вывода определяются сложностью выполняемых измерений.

Преобразователи, источники воздействий, контроллер конструктивно размещаются в одном приборном корпусе — измерительном блоке (ИБ). Объект исследований либо непосредственно подключается к прибору, либо устанавливается в какое-либо внешнее приспособление

или устройство, подключаемое к ИБ. Когда это возможно, пользователю дается право подключать собственные образцы для исследований.

Наличие только автоматизированных средств измерений и методики проведения измерений для выполнения лабораторного практикума является далеко недостаточным. Комплексно решить проблемы лабораторного практикума можно в рамках автоматизированной обучающей системы, для которой на данном этапе сформулированы принципы построения и разработана архитектура на уровне подсистем. Полученные результаты положены в основу разработки автоматизированной обучающей системы для подготовки специалистов, бакалавров, магистров в области материалов и элементов электронной техники.

Литература:

1. Евдокимов, Ю. К., Линдваль В. Р., Щербаков Г. И. LabVIEW для радиоинженера: от виртуальной модели до реального прибора. Практическое руководство для работы в программной среде LabVIEW. — М.: ДМК, 2007. — 400 с.
2. Печерская, Е. А., Соловьев В. А., Вареник Ю. А., Карпанин О. В. Методология научных исследований материалов нано- и микроэлектроники: модели предметной области: Учеб. пособие под ред. д-ра техн. наук, проф. Р. М. Печерской. Пенза, Изд-во ПГУ 2012 г. — 154 с.

## Изменения реагентного режима флотации медно-молибденовых руд на медной обогатительной фабрике на примере Амалыкского горно-металлургического комбината

Туракулов Жахонгир Хасанович, заместитель директора по производству;  
 Маматкаримов Жасур Рахматулла угли, инженер-технолог ПТО;  
 Парпибоев Улугбек Абдумуталибоевич, начальник ПТО;  
 Ахмадалиев Алишер Мадаминович, ведущий инженер-технолог ПТО;  
 Хамидуллаев Отабек Абдуманноб угли, инженер-технолог ПТО  
 Амалыкский горно-металлургический комбинат (Узбекистан)

**Ключевые слова:** руды, веретенное масло, медная обогатительная фабрика, медный концентрат, экономический эффект, выпуск золота.

Медная обогатительная фабрика (МОФ) является структурным подразделением АО «Амалыкский ГМК». Основной деятельностью Медной обогатительной фабрики является переработка сульфидных медно-молибденовых руд месторождений Кальмакыр и Сары-Чеку с получением медного концентрата и молибденового промпродукта, из которых кроме цветных металлов извлекаются драгоценные и редкие металлы. Полученные концентраты направляются для дальнейшей переработки на медеплавильный.

Физические и технологические свойства руд месторождения Кальмакыр

- Крепость по шкале М.М. Протождяконова — 10–12
- Плотность в целике — 2,7 т/м<sup>3</sup>
- Коэффициент разрыхления — 1,4–1,6
- Насыпная плотность — 1,8 т/м<sup>3</sup>
- Крупность кусков руды, поступающих на фабрику максимальная в поперечнике около 1200 мм.
- Вкрапленность минералов:

По вкрапленности руды месторождения Кальмакыр относятся к тонковкрапленным. Размер зерен халькопирита (основного медьсодержащего минерала в руде) составляет 0,05–0,2 мм.

Молибденит находится в кварцевых, кварц-ангидрит-пиритовых и кварц-пирит-халькопиритовых прожилках мощностью до 10 см в виде гнезд и розеток до 1 см в поперечнике, но встречаются также и тонкие прожилки до 0,6–1,0 мм.

Золото в рудах представлено как в свободном виде, так и в связанном с сульфидами. *Окисленные руды* на 60–70% представлены свободными зернами металла размером 0,3–1,0 мм. *Смешанные руды*. Золото до 40–50% представлено свободными зернами, меньших размеров, чем в окисленных рудах. Остальная часть золота связана с сульфидами. *Сульфидные руды*. Свободное золото составляет 10–30%. Остальное золото находится в виде тонкодисперсных включений в рудных минералах (в пирите и халькопирите).

Размер свободных зерен золота в сульфидных рудах 0,003–0,3 мм. Преобладающий размер зерен мельче 0,1 мм. Форма зерен — пластинчатая.



Рис. 1.

Комплексность сырья:

Руды месторождения Кальмакыр относятся к комплексным рудам, в которых содержатся: халькопирит, пирит, халькозин, магнетит, пирротин, молибденит, га-

ленин, сфалерит, а также золото, серебро, сера, рений, селен, теллур и другие рассеянные элементы.

Примерное распределение минеральных компонентов в сульфидной руде Кальмакыра:

- нерудные минералы — 87,3%

- пирит (в том числе молибденит) — 5,1 %
- окислы и гидроокислы железа — 6,1 %
- сульфиды меди — 1,3 %
- окисленные минералы меди — 0,2 %

Таблица 1

Минералы	Содержание элементов, g/t													
	Au	Ag	Ga	Cd	Zn	Fe	Ge	Bi	Se	Te	Re	Hg	Pt	Pd
Халькопирит	22	65	10	25	11	7	1	70	83	10	2,6	0,3	0,02	0,21
Пирит	3,5	36	50	-	0,5	2	-	50	40	16	1,2	1,0	-	0,014
Молибденит	2,0	-	-	-	-	-	-	-	140	40	1500	-	-	-

Существующее положение: Кальмакырские медно-молибденовые руды, перерабатываемые на МОФ, относятся к первичным сульфидным рудам, основные рудные минералы представлены пиритом (2,1–4,1 %), халькопиритом (0,7–1,3 %), магнетитом, гематитом, молибденитом, самородным золотом, серебром и др.

Схема переработки медно-молибденовых руд на МОФ предусматривает измельчение до 60 % класса — 0,071 мм с последующей флотацией минералов меди, молибдена и благородных металлов в щелочной среде, создаваемой известью (рН 10,5–11,5) для подавления пирита. Доизмельчение концентрата I перечистки для раскрытия ми-

неральных сростков с подачей извести до остаточной концентрации свободной окиси кальция (CaO) 400–600 мг/л с последующей перечисткой с целью получения медного концентрата с содержанием меди не ниже 16,0 %. Следует отметить, что для флотации молибденита и благородных металлов оптимальное значение рН составляет не более 7,5–8,0 ед. Фактический удельный расход извести на МОФ составляет 2500–2700 г/т руды.

Основным недостатком существующей схемы является то, что при высокой щелочности, создаваемой известью для депрессии пирита, снижается флотоактивность молибдена и благородных металлов.

Таблица 2. Реагентный режим флотации

№ п/п	Наименование операции	Точка подачи реагента	Наименование реагента, параметра	Ед. изм	Величина		
					Удельный расход		Пределы колебаний
					100%	техн.	
1.	Измельчение	Мельница I ст.	Порода карбонатная, А-60%	g/t	1440	2400	1340–1540
		Слив г/ц II ст.	Щелочность	pH			10,5–11,5
2.	Основная флотация	Зумпф насоса	Веретённое масло	g/t	6,0		5,0–7,0
			Вспениватель Т-92	g/t	9,0		8,0–10,0
			Чан	Ксантогенат, А- 90%	g/t	11,5	12,9
		Собиратель 442F, А-60%		g/t	2,3	3,8	
		Вспениватель Т-92		g/t	12,5		11,0–14,0
		1-ая камера ф. м.	Щелочность	pH			10,5–11,5
		4-ая камера ф. м.	Ксантогенат, А- 90%	g/t	3,0	3,3	2,2–3,4
			Собиратель 442F, А-60%	g/t	0,7	1,1	
			Вспениватель Т-92	g/t	8,0		7,0–9,0
		7-ая камера ф. м.	Ксантогенат, А- 90%	g/t	2,2	2,4	1,8–2,4
Собиратель 442F, А-60%	g/t		0,5	0,9			
Вспениватель Т-92	g/t		7,0		6,0–8,0		
3.	Контрольная флотация	10-ая камера ф. м.	Ксантогенат, А- 90%	g/t	2,2	2,4	1,8–2,4
			Собиратель 442F, А-60%	g/t	0,5	0,9	
			Вспениватель Т-92	g/t	3,5		3,0–4,0

4.	II перечистка	Мельница доизмельчения кол. конц-та.	Веретённое масло	g/t	1,5		1,0–2,0
			Порода карбонатная, А-60%	g/t	180	300	140–220
		1-ая камера ф. м.	Концентрация свобод. СаО	Mg/l			400–500
5.	Общий расход реагентов		Порода карбонатная, А-60%	g/t	1620	2700	1480–1760
			Веретённое масло	g/t	7,5		6,0–9,0
			Ксантогенат, А- 90%	g/t	18,9	21,0	16,0–20,0
			Собиратель 442F, А-60%	g/t	4,0	6,7	
			Вспениватель Т-92	g/t	40,0		35–45
Карбамид	g/t	10,0		9,0–11,0			

**Предлагается:**

С целью повышения флотоактивности молибденита и драгметаллов увеличить удельную норму расхода веретенного масла с 7,5 г/т до 12 грамм на одну тонну перерабатываемой руды. Веретенное масло дозировать в две точки:

6 г/т в рудные мельницы и 6 г/т в мельницы доизмельчения черного концентрата.

Данное предложение позволит увеличить объем выпускаемого молибдена и золота в медном концентрате за счет дополнительного извлечения.

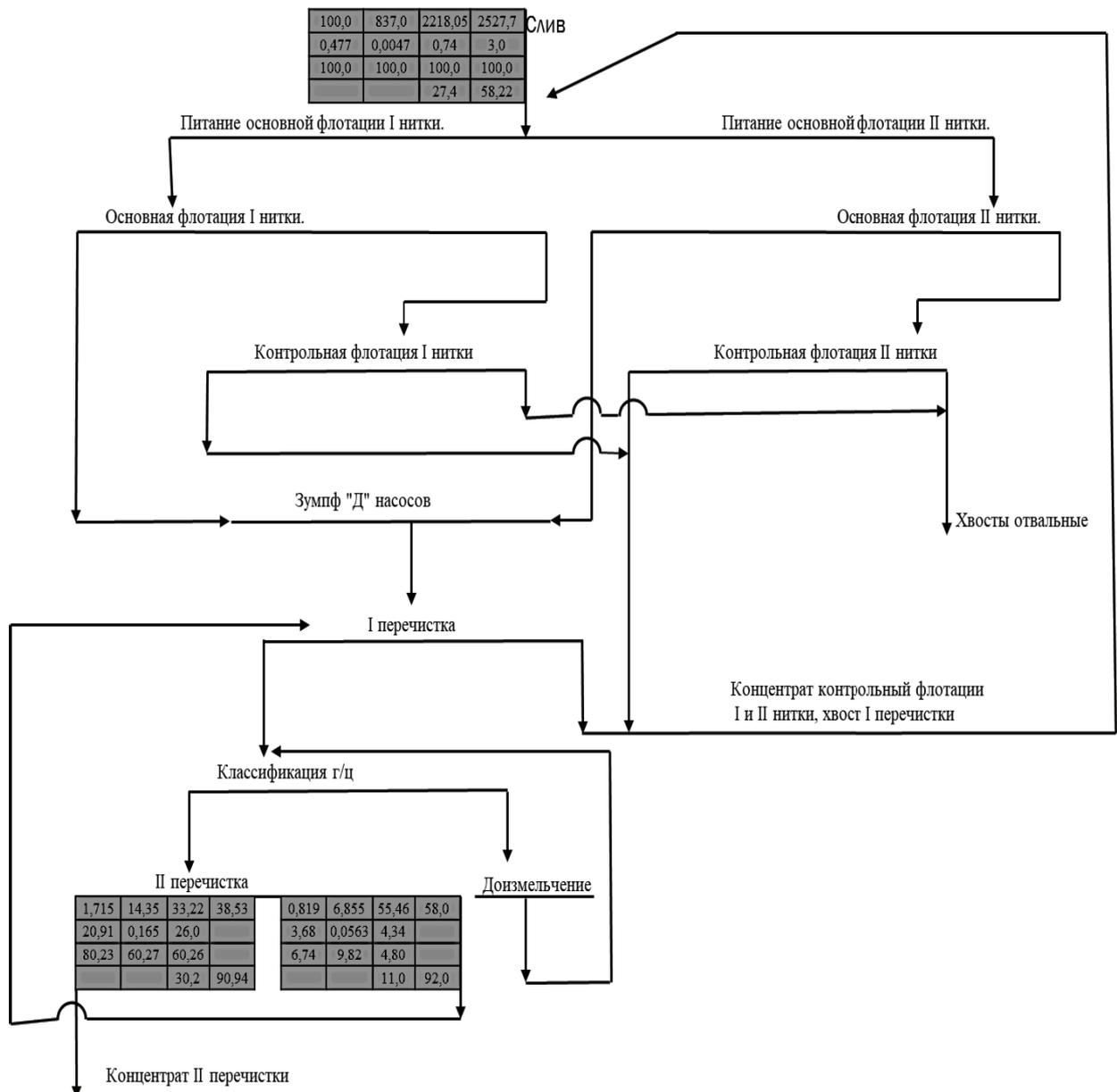


Рис. 2.

Таблица 3. Предлагаемый реагентный режим флотации

№ п/п	Наименование операции	Точка подачи реагента	Наименование реагента, параметра	Ед. изм.	Величина		
					Удел расход		Пределы колебаний
					100%	техн.	
1.	Измельчение	Мельница I ст.	Порода карбонатная, А-60%	g/t	1440	2400	1340–1540
		Слив г/ц II ст.	Щелочность	pH			10,5–11,5
2.	Основная флотация	Зумпф насоса	Веретённое масло	g/t	6,0		5,0–7,0
			Вспениватель Т-92	g/t	9,0		8,0–10,0
		Чан	Ксантогенат, А- 90%	g/t	11,5	12,9	10,2–11,8
			Собиратель 442F, А-60%	g/t	2,3	3,8	
			Вспениватель Т-92	g/t	12,5		11,0–14,0
		1-ая камера ф. м.	Щелочность	pH			10,5–11,5
		4-ая камера ф. м.	Ксантогенат, А- 90%	g/t	3,0	3,3	2,2–3,4
			Собиратель 442F, А-60%	g/t	0,7	1,1	
			Вспениватель Т-92	g/t	8,0		7,0–9,0
		7-ая камера ф. м.	Ксантогенат, А- 90%	g/t	2,2	2,4	1,8–2,4
			Собиратель 442F, А-60%	g/t	0,5	0,9	
			Вспениватель Т-92	g/t	7,0		6,0–8,0
3.	Контрольная флотация	10-ая камера ф. м.	Ксантогенат, А- 90%	g/t	2,2	2,4	1,8–2,4
			Собиратель 442F, А-60%	g/t	0,5	0,9	
			Вспениватель Т-92	g/t	3,5		3,0–4,0
4.	II перечистка	Мельница доизмельчения кол. концта.	Веретённое масло	g/t	6,0		1,0–2,0
			Порода карбонатная, А-60%	g/t	180	300	140–220
		1-ая камера ф. м.	Концентрация свобод. СаО	Mg/l			400–500
5.	Общий расход реагентов		Порода карбонатная, А-60%	g/t	1620	2700	1480–1760
			Веретённое масло	g/t	12,0		6,0–9,0
			Ксантогенат, А- 90%	g/t	18,9	21,0	16,0–20,0
			Собиратель 442F, А-60%	g/t	4,0	6,7	
			Вспениватель Т-92	g/t	40,0		35–45
			Карбамид	g/t	10,0		9,0–11,0

Таблица 4. Расчет экономического эффекта после внедрение предложение

№ п/п	Наименование показателя	Ед. изм.	Июль 2018г				Мероприятия	Июль 2019г				Откл.	Вып.
			план	факт	вып., %	откл.		план	факт	вып., %	откл.		
1	Переработка руды	т	3227400	2891530	89,6	-335870		2913000	2713044	93,1	-199956	-178486	93,8
2	Содержание меди в руде	%	0,370	0,370	100	0,0		0,347	0,362	104,3	0,0	-0,008	97,8
3	Содержание молибдена в руде	%	0,00374	0,00414	110,7	0,00040		0,00371	0,00401	108,1	0,00030	0,000	96,9

4	Содержание золота в руде	г/т	0,459	0,507	110,5	0,048		0,500	0,537	107,4	0,037	0,030	105,9
5	Содержание серебра в руде	г/т	2,354	2,360	100,3	0,006		2,351	2,424	103,1	0,073	0,064	102,7
6	Содержание меди в концентрате	%	16,00	18,54	115,9	2,54		16,00	16,39	102,4	0,39	-2,150	88,4
7	Содержание молибдена в концентрате	%	40,00	30,09	75,2	-9,91		40,00	30,07	75,2	-9,93	-0,020	99,9
8	Содержание золота в концентрате	г/т	15,57	19,40	124,6	3,83		17,51	17,43	99,5	-0,08	-1,970	89,8
9	Содержание серебра в концентрате	г/т	80,04	90,03	112,5	9,99		81,85	78,42	95,8	-3,43	-11,610	87,1
10	Извлечение меди из медной руды	%	75,19	75,75	100,7	0,56		78,09	83,02	106,3	4,93	7,27	109,6
11	Извлечение молибдена	%	47,72	47,99	100,6	0,27		47,69	48,71	102,1	1,02	0,72	101,5
12	Извлечение золота из медной руды	%	59,04	57,85	98,0	-1,19		59,38	59,65	100,5	0,27	1,80	103,1
13	Извлечение серебра из медной руды	%	59,13	57,68	97,5	-1,45		59,04	59,38	100,6	0,34	1,70	102,9
14	Удельный расход веретонного масла в голову коллективной флотации	г/т		6,0			-		6,0				

15	Удельный расход веретонного масла в 1-перечистку концентрата основной флотации	г/т		1,5			до 5,5		7,0				
16	Общий удельный расход веретонного масла	г/т		7,50			5,5		13,0				
17	Общий расход веретонного масла	т		21,69					35,27			13,58	
18	Цена веретонного масла	сум							9266452				
19	Сумма веретонного масла	сум							125867116				

После внедрения предварительная прирост извлечение золота составляет 103,1 % или на 1,8 % увеличивается извлечение золота.

Литература:

1. Карпенко, Н. В. Опробование и контроль качества продуктов обогащения руд. Недра, Москва, //1987 г., 215 стр.
2. Тихонов, О. Н. Теория разделения минералов. Санкт-Петербургский государственный горный институт, Санкт-Петербург, 2008 г., 514 стр.

# АРХИТЕКТУРА, ДИЗАЙН И СТРОИТЕЛЬСТВО

## Зеленые крыши городского ландшафта

Малинина Татьяна Анатольевна, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент;

Ткач Екатерина Вячеславовна, студент

Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г. Ф. Морозова

*В современных условиях в городской среде при плотной застройке озеленение минимально. Решением данной проблемы является озеленение крыш зданий. Главная цель — проанализировать причины воздействия города и деятельности человека на экологию и выявить пути решения данной проблемы.*

**Ключевые слова:** озеленение, зеленые кровли, ассортимент, декоративные особенности.

Привычным материалом для строительства домов на Руси считалось дерево ввиду богатства нашей родины лесами. А вот на территории Фарерских островов дома строили из дерна. Еще в далеком 9 веке викинги высадились на эти, по истине прекрасные, но бедные земли. Дело в том, что древесина на острове была, но ее было настолько мало, что норвежцы должны были изощряться и выдумывать способы строительства своих жилищ.

Дома были похожи на полузаглубленные землянки и довольно долго оставались полностью дерновыми, единственная деревянная деталью являлась дверь, которой придавали максимально декоративный вид.

За века такого строительства жители Фареры придумали несколько способов укладки дерна на каркас. Наиболее известным был способ укладки дерна елочкой. Пласты дерна укладывали в несколько слоев, причем последний слой укладывался травой наружу. Снаружи домики были похожи на русские землянки.

Со временем и развитием современных технологий строительства жители острова больше не живут в землянках, но изюминкой фарерского архипелага по-прежнему являются дерновые элементы.

Диковинные крыши вдохновляют. Еще в Ассири-Вавилонии использовались висячие сады. А в масштабах современных застроек и нехватки зеленого пространства в городах встает вопрос о рациональном и максимально продуктивном использовании пространства. Строительство многоэтажных домов, бизнес-центров, торгово-развлекательных комплексов и других объектов ведет к минимальному созданию зеленых зон.

Эксперты в экологической сфере, в первую очередь, рассматривают зеленую кровлю не с точки зрения ее красоты и практичности, а в контексте ее пользы для город-

ской экологии. В современных городах, где бетон, стекло и металл вытесняют природу, катастрофически не хватает растений, кустарников и деревьев. Именно они выделяют кислород и очищают окружающую среду: любая зеленая зона задерживает порядка 20 % вредных примесей, содержащихся в воздухе, снижает температуру в летний жаркий период на 10 градусов. Поэтому озеленение кровли любого дома — это реальное решение многих проблем, с которыми сталкиваются жители мегаполисов. Озеленение крыш зданий практически не имеет ограничений и может быть выполнено для любого дома, различия будут касаться лишь особенностей проекта. Существует несколько вариантов озеленения:

1. Экстенсивное озеленение, использование мхов, трав, цветов с небольшой корневой системой. Данный вид можно использовать для озеленения крыш на даче, загородных домах, с минимальным агротехническим уходом.

2. Интенсивное озеленение, варианты с клумбами, садами, даже огородами, где будут выполнять роль зоны отдыха, игр и развлечений.

Зеленые кровли в России пока не настолько распространены, как в Европе, но имеют все шансы стать одной из самых популярных тенденций. Использование растительного покрова вместо традиционного кровельного материала имеет ряд преимуществ, но и имеет недостатки.

Одними из преимуществ являются: сокращение затрат на системы охлаждения зданий, теплоизоляция, шумоизоляция, гидроизоляция, улучшенный микроклимат, дополнительные места для отдыха и развлечений.

К недостаткам относятся: строгое соблюдение технологий создания зеленых крыш, необходимость в обслуживании, тщательный подбор растений, зеленые крыши подходят не к каждому оформлению участка, существенные затраты.

Несмотря на все «за» и «против», озелененная крыша — это, действительно, удачный проект, причем интересен он не только своим результатом, но и процессом создания.

Такой способ озеленения способен привлечь к себе внимание общественности и стать удачным решением не только в крупных городах, но и курортных районах России.

Возможно ли озеленение крыш в городе Воронеже? В Центральном районе города практически нет парковых территорий, один парк «Орленок», который в настоящее время находится на реконструкции. По Центральной улице — Проспект Революции — большое количество офисных зданий, в свободное время сотрудники организаций не могут насладиться свежестью насаждений и тихой спокойной обстановкой. Но в Центральном квартале есть два больших гостиничных комплекса, один из которых является также офисным зданием, на крышах которых возможно создание зеленых зон, что будет интересным решением в области ландшафтного дизайна и архитектуры. Во-первых, это эстетический вид, где люди могут насладиться видом растений, приятным запахом трав и цветов и одновременно любоваться видом, который открывается с кровли на город и водохранилище. Во-вторых, оригинальность, за счет зеленой крыши здание сразу же приобретает уникальные черты, вызывающие интерес у посетителей. И это будет фокусной точкой в здании.

В-третьих, решение недостаточного озеленения прилегающих территорий. С помощью этих проектов появится возможность большего общения человека с природой, ведь остро стоит вопрос для больших городов с плотной застройкой, а зеленые зоны немногочисленны или не доступны для пользователей. В-четвертых, это социальная функция, все ее положительные черты, присущие зеленым кровлям, несомненно с удовольствием будут посещаться пользователями.

#### Литература:

1. Бутузова, М. А., Кравцова Е. О. Озеленение крыш: достоинства и недостатки, виды, устройство // Вопросы технических наук в свете современных исследований: сб.ст. по матер. I междунар. науч.-практ. конф. № 1(1). — Новосибирск: СибАК, 2017. — с. 27–32.
2. Теодоронский, В. С. Озеленение населённых мест. Градостроительные основы. М.: Академия, 2010. — 256 с.
3. Титова, Н. П. Сады на крышах [Текст]/Н. П. Титова. — М.: ОЛМА-ПРЕСС Гранд, 2002. — 112 с.
4. Шалаев, Д. В. Озеленение городских крыш: зарубежный опыт / Д. В. Шалаев, Е. В. Авдеева // Молодые ученые в решении актуальных проблем науки: сб. ст. студентов, аспирантов и молодых ученых по итогам Всерос. науч.-практ. конф., 12–13 мая 2011 г.: в 3т. Т. 1. — Красноярск: СибГТУ, 2011. — с. 130–132.

Не менее важным вопросом является ассортимент растений для зеленой крыши. При подборе растений необходимо руководствоваться тремя критериями: экология, биоценоз, декоративность видов. Растения в таком саду воспринимаются детально с близкого расстояния, поэтому большое значение имеет внешний вид растений и их декоративные особенности — цвет листвы, форма кроны, ствола, окраска коры, плоды. В озеленении можно использовать древесные, кустарниковые насаждения, травянистые, почвопокровные растения и цветы.

Хвойные насаждения такие как ель, кедровый стланик требуют хорошего крепления в связи с большой высотой. Из ассортимента можно использовать: айва низкая, арония черноплодная, барбарис Тунберга, береза низкая, боярышник колючий, виноград амурский, виноград девичий, дерен белый, ель обыкновенная, ель канадская, ель колючая, жимолость альпийская, жимолость синяя, ива козья, калина обыкновенная, кизильник блестящий, клен Гиннала, клен татарский, лох серебристый, можжевельник горизонтальный, можжевельник казацкий, можжевельник распростертый, рябина обыкновенная, смородина золотистая, снежнаягодник белый, сосна горная, спирея острозубчатая, спирея японская, туя западная, чубушник венечный, яблоня сибирская, яблоня Недзвецкого. Из травянистых и почвопокровных — очитки, седумы, тимьян, молодило, мятлик, овсяница, подорожник, ясколка, камнеломка, гвоздика-травянка. При выборе растений для цветников лучше остановиться на культурах, которые не теряют вида в течение всего сезона. Такими, например, являются манжетка мягкая (лат. *Alchemilla mollis*), ирисы, мискантус, фаларис, анафалис, золотарник (лат. *Solidago*), многие виды герани и травянистых лапчаток.

Если в здании есть зеленая кровля, то не нужно всякий раз искать рекреационную зону, достаточно просто подняться на «крышу здания».

## Оценка эффективности инновационных решений в строительстве

Немцева Алена Владимировна, студент магистратуры;  
Гончаренко Мария Михайловна, студент магистратуры  
Белгородский государственный технологический университет имени В. Г. Шухова

*Основные регламентирующие документы в строительной отрасли государственные стандарты (ГОСТ) и СНиП (строительные нормы и правила). ГОСТ определяют качественные показатели. Основывается на проектно-технологических расчетах, учитывает опыт практического строительства. СНиП определяет нормативные правила в совокупности: правовые, технические, экономические. Инновация — новое нестандартное решения, направленное на оптимизацию процесса строительства, разработку новых материалов. Оценивать по существующим стандартам их сложно. Для систематизации оценки инноваций в строительстве разработаны правила, которые носят характер рекомендаций. В основу легли положения из Градостроительного Кодекса, Федерального Закона № 184. Постановления Правительства РФ № 1636 («О правилах подтверждения пригодности новых материалов, изделий, конструкций и технологий для применения в строительстве»). В правовом поле защита инноваций регулируется законом об интеллектуальной собственности. Степень практической адаптации инноваций оценивают на основе комплексной экспертизы комиссией.*

**Ключевые слова:** инновация, инновационные решения

**Х**арактеристики инновационного проекта  
Назначение инновационного проекта в строительстве — стремление создать новый продукт методики, решение.

Составляющие части инновационной концепции:

— Управление работами над проектом. Заказчик определяет цель инновации. Инвестор вкладывает средства. Проектировщики, конструкторы разрабатывают и обосновывают теоретическую часть. Генподрядчик берется за реализацию.

— Формируют команда специалистов, которая работает над проектом.

— Разрабатывают алгоритм внедрения: концепция, проектная часть, реализация.

— Обозначают горизонты управления инновационной концепцией: стратегические и временные.

— Прописывают стадии процесса управления: инициатива и планирование, контроль и регулирование, реализация и закрытие.

Разделяют инновационные проекты по видам, значимости. Одни направлены на модернизацию существующих концепций, улучшение качественных характеристик [2, с. 50]. Новаторскими считаются решения, в которых используются новые технические разработки, IT-технологии. Пионерские — разработка ранее не существовавшего продукта. Это могут быть новый материал, технологии.

Различают краткосрочные и долгосрочные проектные инновационные решения.

Критерии оценки

Реализуются инновационные решения, как правило, за счет инвестирования, в том числе венчурных фондов [1, с. 62]. Оценка определяет содержательную часть, возможность реализации, степень финансовых рисков.

Критерии, по которым оценивают инновационный проект:

— Содержание, направленность концепции. Какие задачи в конкретной области решает. Актуальность проблематики.

— Финансовая часть — стоимость реализации инновации. Точно оценить сложно, в процессе реализации проводится коррекция. Инвестор, кредитор должен ориентироваться на порядок цифр. К теоретической части бизнес-проекта прилагаются расчеты, в том числе планируют горизонты прибыли.

— Экспертная оценка научной, технической составляющей. Рассматривает экспертная комиссия, собранная из специалистов.

— Рассматривают инновационное решение с точки зрения степени оригинальности идеи, возможности получения патента.

— Производственная ценность. Оправданы ли будут затраты на создание производственных мощностей. Отдельные инновационные решения можно воплотить в жизнь на модернизированном оборудовании, под другие нужно создавать новые. Главный вопрос — покроют ли затраты прибыль от инновации.

— Рыночная коммерциализация. Эксперты оценивают, насколько продукт востребован на рынке. Изучают спрос, конкурентную среду, возможные объемы продаж.

— Экологическая составляющая. Рассматривают, как производство конечного продукта воздействует на окружающую среду, степень токсичности производства. Стоимость утилизации отходов.

Универсальной методики, с точной оценкой инвестиционной ценности инновационного проекта в строительстве нет. Экспертная комиссия рассматривает разные решения, методики, материалы. На основе изученного материала формируют основные критерии оценки [3, с. 68]. Каждому пункту будет присвоен определенный балл. Проходит обсуждение. Команда, работающая над проектом,

должна ответить на вопросы, которые вызывают сомнение у членов комиссии. Попытаться убедить экспертов.

Срок детальной экспертизы в среднем полгода. Процесс проходит три этапа. На предварительном этапе проходит отбор инновационных проектов, стартапов. Второй — детальная экспертиза, оценка [4, с. 56]. На этой стадии инновационное решение может быть сертифицировано, что свидетельствует об уровне профессионализма команды, содержательной ценности материала. Сертификация — положительная оценка, которая повышает инвестиционную привлекательность проекта. Последний этап — заключение, привлечение инвестирования.

Фактор риска, возможность управления им

Сложность реализации инновационных проектов в строительстве связана с инвестиционными рисками. Даже концептуальные решения с положительной экспертной оценкой могут быть не реализованы, либо не покрыть расходы. В процессе реализации зачастую возникают дополнительные, непредвиденные расходы [2, с. 119].

Изучение конкурентной среды, правильная оценка рыночного спроса играют определяющую роль. Успех инноваций во многом зависит от качественных преимуществ нового продукта. Если его цена сопоставима или выше аналогов у конкурентов, то именно новое качество предложенного продукта должно позволить завоевать рынок. В том случае, когда создается аналог существующему продукту, решению — идеальный случай, когда по качественным показателям он будет выше, а по стоимости ниже. Снижается степень риска.

Выделяют внешние и внутренние риски инновационных проектов в строительстве. Внешние — объективные. Не зависят от команды, которая реализует проект. Внутренние риски можно контролировать, корректировать.

Внешние:

- нестабильность экономики, кризисы;
- валютные колебания;
- изменение кредитных ставок;
- социально-экономические изменения в стране;
- форс-мажор: военные, социальные конфликты, природные катаклизмы.

Внутренние:

- сбой в технологической цепочке, поставки оборудования;
- нарушение технологической дисциплины;
- срыв поставок сырья;
- нарушение договор, сроков;
- нарушение работы коммуникационных систем: пелербой с электроэнергией, подачей воды, газа.

Внутренними рисками можно управлять.

Отдельно выделяют коммерческие риски. Несоблюдение договоров партнерами, смежниками [3, с. 69]. Не правильно выстроенная маркетинговая, рекламная политика сокращает объем продаж. Нестабильный спрос на товар, колебания на рынке.

Инвестиционные, кредитные риски, связанные со сбойми финансирования.

Управление подобными рисками зависит от профессионализма команды проекта, организации процесса. Успех инновационного проекта в строительстве — грамотная работа юристов.

Основные способы управления рисками:

- предвидение и уклонение;
- компенсационные механизмы;
- страхование;
- фьючерсные договора, один из видов хеджирования;
- локализация возможности риска на определенном этапе;
- перераспределение рисков, к примеру, выбор альтернативного поставщика.

Статистические данные свидетельствуют, что до 30 % процентов инновационных проектов в строительной сфере не оправдывают вложенные средства, ожидания.

Тенденции, направления инноваций в строительстве

Строительная отрасль всегда была локомотивом экономического развития. С ней связано много смежных производств.

Инновации в строительной сфере развиваются по следующим направлениям:

- разработка новых технологий, методик, материалов;
- конструктивные изменения, адаптированные под современные планировочные решения;
- оптимизация управления процессами строительства;
- внедрение IT-технологий в процесс управления, контроля, координации;
- снижение энергопотребления;
- изготовление материалов с низкой теплопроводностью;
- строительство экологически чистого жилья.

Развитие инновационных трендов оптимизирует процесс строительства. Снижается себестоимость работ, материалов, улучшаются качественные показатели. Расширяется диапазон предложений для потребителей. Активно внедряются информационные технологии. Сокращаются сроки строительства.

Зеленое строительство включает использование экологически чистых материалов, альтернативных источников энергии.

Основным стимулом развития строительного рынка, поиска инновационных решений является конкурентная среда, удовлетворение спроса потребителей. Намечился дифференцированный подход, рассчитанный на разные категории потребителей. Предлагают жилье эконом, бизнес, премиум класса.

Совершенствуются маркетинговые приемы, направленные на разработку расширения спроса. Формирования под него предложений [4, с. 102].

Отрасль развивается благодаря инновационным строительным проектам. Несмотря на высокие инвестиционные риски, именно новые подходы, решения двигают ее вперед.

Литература:

1. Дорожкина, О. К. Стратегическое планирование инновационного развития предприятия. — Российское предпринимательство, 2011. — 176 с.
2. Бородин, В. А., Климова В. А. Стратегическое планирование инновационной деятельности: учеб. пособие. — Барнаул: Изд-во АлтГТУ, 2010. — 136 с.
3. Болотин, С. А. Организация строительного производства — М.: Издательский центр «Академия», 2007. — 208 с.
4. Хрусталева, Б. Б. Экономика, организация и управление предприятиями строительного комплекса. — Пенза: ПГУАС, 2006. — 224 с.

## Сейсмозащита каркасных железобетонных зданий

Ноговицин Александр Евгеньевич, студент

Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет

Одним из наиболее популярных способов строительства сегодня является применение монолитного железобетонного каркаса.

Здания, построенные с использованием железобетонных каркасов, обладают рядом достоинств, касающихся дизайна внутренних помещений и технологической свободы в планировке. В связи с ускоренным развитием инфраструктуры сейсмоактивных районов решение проблемы защиты зданий и сооружений от сейсмических воздействий становится важной задачей. [1]

Пониженная сейсмостойкость каркасных зданий подтверждается рядом землетрясений, таких как Спитакское землетрясение (Армения, 1988 г), Кобе (Япония, 1995 г), Турция (1998 г) разрушительные последствия которых позволили сделать следующие выводы:

— Строительство железобетонных каркасных зданий без вертикальных диафрагм жесткости в сейсмически повышенных районах небезопасно, так как они подвергаются разрушению при воздействии землетрясения;

— Землетрясение — неконтролируемое стихийное бедствие, предсказать которое, даже при современном технологическом развитии, представляется трудной задачей, а расчет зданий осуществляется с применением данных о прошлых землетрясениях, следовательно, становится необходимым применение дополнительных средств активной сейсмозащиты.

Повышение сейсмостойкости каркасных зданий при постановке диафрагм жесткости (ДЖ) заключается в следующем: система с ДЖ характеризуется увеличением жесткости каркасной системы. Межкомнатные ограждения, лифтовые шахты и лестничные клетки являются вертикальными стенками жесткости, связанными с каркасом по всему периметру заполнения.

Различают два случая работы каркасного здания с диафрагмами жесткости:

1) каркас здания воспринимает только вертикальные нагрузки (собственный вес, полезная нагрузка), а уси-

лиям, возникающим при землетрясениях, противостоят жесткие стенки (диафрагмы), которые должны быть рассчитаны и законструированы на действие всей расчетной сейсмической нагрузки;

2) прочность диафрагм жесткости недостаточна для восприятия сейсмической нагрузки. Тогда сейсмическая нагрузка воспринимается жесткими элементами до момента их повреждений, после этого включается в работу каркас. Поврежденные диафрагмы поглощают часть энергии, передаваемой колеблющимся основанием надземной части здания. Остальная часть энергии землетрясения передается на каркас здания, который должен быть на это рассчитан. [2]

Более того, существует ограничение по высоте для зданий без диафрагм жесткости — 14, 11 и 8 м для 7, 8 и 9 баллов соответственно. В то время как здания с ДЖ — 57, 43 и 34 м для 7, 8 и 9 баллов соответственно [5], что значительно повышает эффективность постройки за счет увеличения этажности.

Так же к методам пассивной сейсмозащиты монолитных зданий можно отнести повышение жесткости конструкции за счет увеличения сечений конструктивных элементов, сгущения армирования или разработку принципиально новых узлов армирования.

Но с точки зрения сейсмоизоляции, увеличение размеров сечений — наименее эффективный способ, т. к. увеличение сечения приводит к увеличению массы и, следовательно, сейсмической нагрузки. [2]

Поэтому целесообразно применять средства активной сейсмозащиты.

Один из эффективных методов сейсмоизоляции — включение средств повышенного демпфирования (искусственного подавления колебаний). При этом опорные части зданий колеблются относительно грунта со сниженной амплитудой, а спектр собственных колебаний здания может быть выведен далеко за пределы обычно встречающихся спектров землетрясений. В этом случае колебание грунта

основания здания наименьшим образом зависит от массы здания за счёт устранения жесткой связи между ними. [1]

Таким образом понижается вероятность разжижения грунта основания здания, что могло бы повести за собой значительный крен.

Одной из эффективных средств активной сейсмозащиты является резино-металлическая опорная часть (РОЧ). РОЧ представляют собой многослойную кон-

струкцию из двух опорных пластин и резиновой прокладки между ними. Более совершенной является резино-металлическая опора со свинцовым сердечником. Свинцовый сердечник рассеивает энергию, в то время как резино-металлический сейсмоизолятор обеспечивает перемещения и рецентрирование. Свинцовый сердечник сохраняет свои характеристики при неограниченном количестве циклов перемещения. [4]

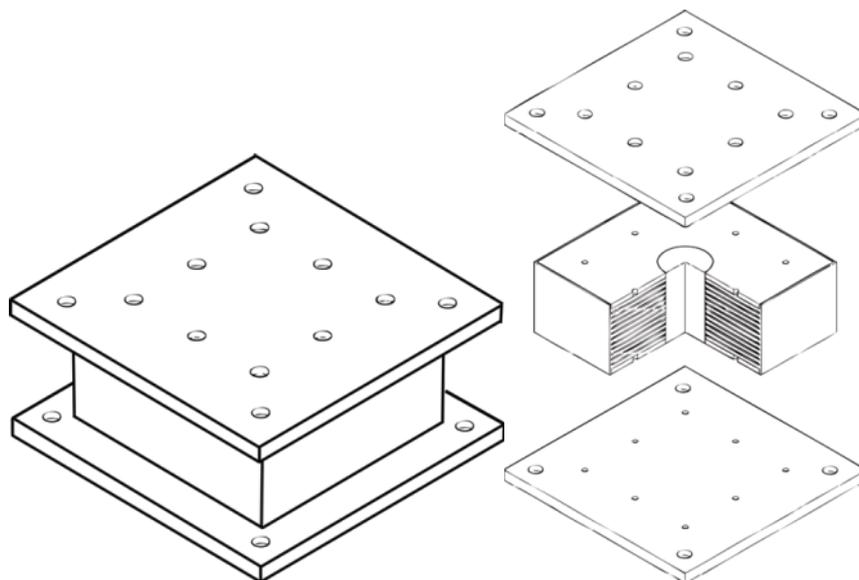


Рис. 1. Резино-металлическая опора со свинцовым сердечником

Существуют так же вязкостные сейсмические демпферы. Демпферы серий MHD и MHD-R. Вязкостные демпферы Маурер — это устройства, которые дают возможность развиваться перемещениям (вследствие изменения температурных условий, ползучести, усадки и т. п.) в условиях эксплуатации, не вызывая значительной реакции усилий, но поглощая большое количество энергии в ходе сейсмического воздействия, причем преобразуя эту энергию в теплоту. Демпферы обычно располагаются в горизонтальных направлениях и не предназначены для

восприятия вертикальных нагрузок. При малых перемещениях сооружения, например, при температурных изменениях, могут возникнуть значительные усилия внутри демпфера. Если в результате сейсмического воздействия или ветра между взаимосвязанными частями несущих конструкций возникнут неожиданные ударные ускорения, вызывающие при движении скорость в пределах от 0,1 мм /с до 1 мм /с, то демпферы типа MHD блокируются и работают жестко.

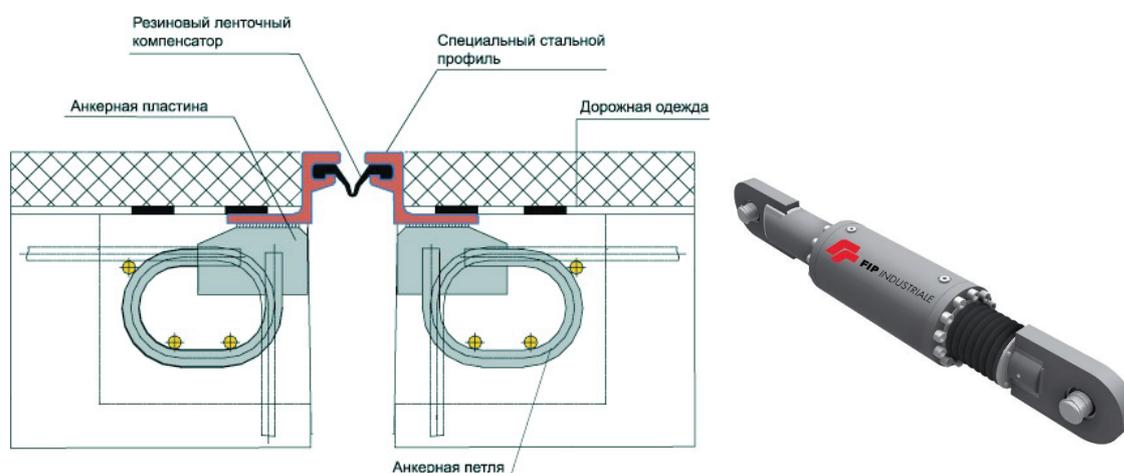


Рис. 2. Вязкостные демпферы Маурер (слева) и вязкостные демпферы «Fip Industriale» (справа)

Другой вид вязкостных демпферов — демпферы от итальянской фирмы «Fip Industriale». Конструкции включают в себя цилиндр, заполненный силиконовой жидкостью (масло или мастика) и поршень, который разделяет их на две камеры и свободно движется в обоих направлениях. В случае больших перемещений перетекание силиконовой жидкости через кольцо расчетного диаметра ведет к поглощению энергии. В случае малых перемещений жидкость перетекает из одной камеры в другую с минимальным сопротивлением. В эксплуатационном состоянии здания демпферы находятся в «жестком» режиме, т. е. перетекание жидкости заблокировано. Эти устройства имеют зависимость «сила-скорость». Настройка демпферов позволяет максимизировать энергию поглощения землетрясения и оптимизировать напряжения в несущих

элементах сооружения. Как следствие, несущие элементы сооружения могут оставаться в упругой области деформирования даже во время сильных землетрясений.

Основная цель сейсмозащиты — обеспечение сохранности жизни людей и безопасности эксплуатации зданий и сооружений. Разработанные и применяемые различные типы демпферных устройств позволяют применять их в зданиях и сооружениях самого различного назначения. При введении системы сейсмозащиты обычно требуются лишь незначительные изменения в здании или сооружении, устройства легко монтируются при реконструкции. [3]

Вопрос сейсмозащиты зданий и разнообразие средств сейсмоизоляции влекут за собой необходимость в исследованиях и сравнительном анализе с точки зрения эффективности и экономической целесообразности.

#### Литература:

1. Перспективы развития систем сейсмоизоляции современных зданий и сооружений. Джинчвелашвили Г. А., Колесников А. В., Заалишвили В. Б., Годустов И. С.
2. Сейсмостойкие конструкции транспортных зданий и сооружений. Уздин А. М., Елизаров С. В., Белаш Т. А.
3. Проектирование сейсмостойких зданий. В. Р. Мустакимов.
4. Использование концепции спектров ответов для выбора и расчета опорных частей мостов в сейсмоопасных районах. Курбацкий Е. Н., Бахссас Фуад Хассан.
5. СП 14.13330.2018 Строительство в сейсмических районах.

# ГЕОЛОГИЯ

## Re-use of mineralized drilling fluids

Kuznecova Sofia, master of 1th course,  
Khatmullina Rimma, PhD in philology  
Ufa State Petroleum Technological University

*The article analyzes the reuse of mineralized drilling fluids. Research methodology — analysis of scientific literature on the given problem as well as practical domestic experience.*

**Keywords:** *drilling fluids, mud, mineralized fluids, pumping, reagents, reuse*

The activities of oil and gas companies are inevitably connected with the anthropogenic impact of drilling and production processes on the natural environment, so environmental protection issues are important for the industry. The peculiarity of such impact of drilling processes is high intensity and short-term formation of significant anthropogenic loads on hydro- and biosphere objects, which often exceed the threshold loads, causing disturbance of ecological balance in drilling areas.

In the process of well construction, large volumes of waste are generated, the majority of which is accumulated in sludge pits built directly on the territory of the drilling site. In the process of operation, the barns are filled with drilling and plugging muds, drilling waste water and sludge, formation water, well testing products, materials for preparation and chemical treatment of drilling and plugging muds, household waste water and solid waste, storm water.

Russia's oil and gas complex generates over 3 million tons of industrial waste annually. Of these, about 1 million tons is accounted for by extractive enterprises.

The most common way of decontamination of drilling and oil production wastes, as well as elimination of sludge pits is as follows. The barns are released from the liquid phase, which is used for various purposes (for example, they are sent to the system of oil collection and treatment with its subsequent use in the system of reservoir pressure maintenance). The rest of the sludge is covered with mineral soil. At the same time, the main objects of pollution when drilling wells are underground waters and open water bodies, soil and vegetation cover. Drilling waste is also taken to specially equipped landfills for disposal. But their maintenance demands considerable economic expenses, therefore drillers try to manage by own forces to lower the cost price of building of a well.

The greatest negative impact on the environment in the process of construction of oil and gas wells on land, which is

potentially a source of groundwater pollution, has the collection, accumulation and subsequent disposal of drilling waste within the drilling site. This causes the need to search for alternative solutions to the problem, including the use of pitless method of drilling waste collection, which is considered to be the most radical solution to the environmental safety of well construction.

The problem becomes actual, if to take into account that nowadays about 70 % of volumes of drilling works fall on ecologically vulnerable areas of the far north with difficult natural-climatic and soil-landscape conditions which possess limited ability to self-cleaning and practically are not capable to protection from any kind of anthropogenic influence, and also in areas with low temperatures causing the big depth of freezing of rocks. Consequently, it is obvious that the damage caused to the natural habitat during the drilling and development of wells is obvious. Thus, the urgent tasks facing companies that have a direct impact on the construction and development cycle of wells is to minimize the generation of drilling waste.

In order to reduce the negative impact of drilling wastes on the environment, first of all, they use technologies that allow to reduce the amount of waste itself. Thus, for example, in order to reduce the volume of the accumulated solid phase in the drilling mud and, accordingly, the amount of spent drilling muds, a four-stage cleaning of the mud from the drilled rock is applied. The most affordable way to dispose of used drilling fluids is to reuse them for drilling new wells. This approach is justified not only from the ecological, but also from the economic point of view, as it provides a significant reduction in the costs of drilling mud preparation, transportation and utilization of drilling mud. However, this important and ecologically expedient direction of used drilling mud utilization is not feasible everywhere because of specific natural-climatic and landscape conditions of drilling opera-

tions areas and at considerable distance of drilling operations from each other, which is economically unprofitable. Calculations show that the cost of transportation of spent drilling muds at a distance of more than 250 km begins to exceed the cost of mud prepared on site.

Drilling wastes of oil and gas producing enterprises turn into a real source of environmental hazard. At the same time, environmental damage, for example, from the use of sludge pits, has been manifested for many years, which makes them one of the objects that cause environmental damage.

Mineralized drilling fluids can be reused in the production cycle. This applies to all types of compositions starting from weakly mineralized ones. Mineralized compositions mostly are used at those deposits, where the penetration of salts into their composition is possibly during drilling. These salts dissolve in the drilling fluids. As a result, the parameters of drilling fluids changes. They can become overly thick or overly liquid. The mineralized muds should be pumped out in the case of a loss of stability because of high reagent consumption is required to maintain their stability in the future. After pumping out the mineralized drilling fluids for reuse in production, a centrifuge can be used to separate the dispersed phases under the influence of centrifugal force. Sludge must be removed as a result and the cleaned mud reused in the production cycle.

The usage of a centrifuge allows to separate different chemical reagents according to density characteristics of each reagent. Different inhibiting agents can be added to mineralized drilling fluid in the process of preparing it. Recycling of drilling fluids reduces drilling costs. It is not always possible to recover drilling fluids. An example of this are the fields developed by *Tatneft*. The practice of recycling drilling

fluids was successfully tested at several fields. The main task for the reusing of drilling fluids is to restore necessary properties. Recycling can use a simple scheme of separating sludge from the drilling fluids. It is passable to use a vibrating screen that separates the sludge from the drilling fluids using the vibration.

Different technologies can be used for the recycling of drilling fluids depending on the specifics of production in a particular field. It is not only about vibrating screens, but also about other technological installations, for example, centrifuges. In addition, recycling plants can be used for chemical preparation of drilling fluids for reuse in the mining industry. The main task of these technical solutions is to restore the properties of drilling fluids, which were lost after dissolution of salts in them. The specifics of recovery of drilling fluids for their reuse is that all work should be carried out directly on the well pad. As a rule, specialized enterprises are involved in this work. Additional equipment will need to be installed at the well pad if the drilling fluids are to be recycled at the well pad. In addition, it is necessary to train staff before including the recycling of drilling fluids in the extractive industry, which leads us to increase production costs.

It is inevitable that the transportation costs of mud transportation to the place of restoration of its original properties will increase if it is planned to carry out mud recycling with the involvement of a specialized enterprise. Thus, both schemes of mud recycling lead to increasing production costs. Therefore, it is necessary to prepare a feasibility study for recycling of mineralized drilling fluids. Many enterprises use the practice of utilization of drilling fluids after their preliminary neutralization due to the specifics of reuse of drilling fluids and the high costs.

#### References:

1. Safonova N. A., Chertes K. L., Tupitsyna O. V., etc. Complex system of the drilling cuttings handling with the use of the geocontainer treatment // Oil and gas business. 2014. № 4. с. 274–284.
2. Tupitsyna, O.V.; Chertes, K.L.; Bykov, D. E. Development of the natural-technogenic systems of the hail-industrial agglomerations. Samara: As Gard Publishing House, 2014. 336 с.
3. Turovskiy, I. S. Wastewater sediments. Dehydration and disinfection. Moscow: DeLe Print, 2016. 376 с.
4. Shabani S., FarahbodF. Parametric study of viscosity of water base drilling fluid, basis experimental data // Petroleum and Coal. 2016. Vol. 58. № 3. Pp. 321–327.

## The efficiency of using aluminum drilling pipes during drilling of oil and gas wells

Levinson Lev Mikhailovich, Associate Professor, PhD  
 Dronov Pavel Alexandrovich, Master  
 Khatmullina Rimma Salavatovna, PhD  
 Ufa State Petroleum Technological University

*The article deals with data on production of aluminum drilling pipes, as well as on their usage in drilling of deep wells in oil production. Properties of aluminum drilling pipes are considered.*

**Keywords:** drilling pipes, drilling, bending, casing, specific gravity.

Nowadays the high operational reliability of drilling strings is of great importance when drilling horizontal wells and deep wells with large incline from vertical axis. The measures necessary to achieve this require reducing their stress-strain state and ensuring of trouble-free operation under extreme loads, as well as under high temperatures (Basovich et al. 2002).

Aluminum drilling pipes are currently made of three types of aluminum alloys, the most common of which are duralumin, high-strength corrosion resistant alloy, and special temperature resistant alloy. Structurally stable aluminum drilling pipes are produced with external-upset-ends and an equal-pass section with an internal-upset-ends (Balaba, 2018).

Justification of expediency of using of aluminum drilling pipes made in Russia, wide organization of production and introduction of aluminum drilling pipes are presented below (Aizuppe, 2007).

With the launch of their manufacturing in Russia, an increase in volume of drilling of oil and gas wells is observed, as well as the development of directional and offshore wells on the continental shelf began. Considerable experience of operation of aluminum drilling pipes with high technical and economic indicators helps to increase the using of aluminum pipes in practice of oil and gas production; they are used as tubing, drilling pipes for exploration drilling, as well as for intra-field communications (Basovich et al. 2003).

The greatest efficiency of using of aluminum drilling pipes is achieved during drilling of wells with the designed depth of more than 3,000 meters. The time taken to deepening of bottom hole decreases, while the time spent on down-hole operations increases with the growth of depth of well within the drilling cycle. Difficulties of elimination of complications and emergency operations increase as well. A row of important tasks arises during the development of wells for exploration and exploitation of oil and gas fields on the shelf. In some cases, drilling of elongated slanted wells from the coastal zone is more effective (Gelfgat et al. 2003).

For drilling of slanted, horizontal wells and wells with large incline from vertical axis, it would be more logical not to increase the requirements, but to decrease the rigidity of drilling strings. This can be achieved only by lowering of the modulus of elasticity of pipe material while maintaining the geometric parameters of pipes (Saushin, 2018).

At the same time, bending stresses arising in the string, as well as the pressure force of the drilling string on the well-bore and casing, and therefore the resistance force, are reduced proportionally (Kudinov, 2007).

Thus, it becomes possible to increase the design depth of wells in comparison to the ones drilled with the use of steel drilling strings under similar conditions.

Using of aluminum drilling pipes, which are made of special aluminum alloys and which have certain physical and mechanical properties due to the special material they made of, is especially actual nowadays (Aizuppe, 2007).

The main properties of aluminum drilling pipes are the following:

- low specific weight;
- high weight reduction in muds of different density;
- high specific strength;
- reduced value of modulus of elasticity;
- vibration damping;
- corrosion resistance;
- non-magnetization;
- easy drilling ability.

These properties set the efficiency of using of aluminum drilling pipe as a part of drilling strings during wells boring (Serebryakov, 2017).

Low specific weight is the main parameter defined the weight of linear meter of pipe and the weight of a drilling string as a whole. Such property of aluminum drill pipes as weight reduction in a drilling mud contributes to the reduction of the weight of drilling strings and therefore helps to increase the effect of reducing their stress-strain state. Although the specific strength properties of aluminum drilling pipes are not so high as of steel ones, their using becomes more effective, as the maximum of strength goes to the loads formed by own weight of strings (Zaytseva, 2014).

Modules of longitudinal elasticity and shear define such parameters of physical and mechanical properties of the material as plasticity, the level of active stresses, and metallic resistance. Corrosion resistance defines the capacity of aluminum drilling pipes to operate stable within various corrosive environments with different pH values of drilling fluid.

One example is the usage of aluminum pipes in drilling mud to drill wells with a bottom hole super-inclined from the vertical axis. Drilling pipes with an increased flotation in the drilling mud contribute to reducing of weight of the drilling

string. Drilling pipes made of high-strength aluminum alloy provides a buoyancy effect (Balandin, 2011).

Thus, it can be noted that aluminum drilling pipes should be used in drilling of wells under the presence of restrictions on the load-carrying capacity of the drilling rig. They should be also used in case of need of reduction of values of tensile

loads, torque and complexity in bringing of the axial load on the bit while drilling horizontal wells through areas with an intense curvature of the borehole of a small radius, as well as with an increased corrosive aggressiveness of the mud, and especially in the presence of hydrogen sulfide and carbon dioxide in the mud.

#### References:

1. Basovich VS, Gelfgat MY, Tikhonov VS, Surkov DV. Design of drilling strings with aluminum pipes for drilling of HS with large inclination from the vertical axe. *Oil and Capital. Fuel and Energy Complex Technologies*. 2002;7.
2. Basovich VS, Gelfgat MY, Fain GM. State and prospects of usage of aluminum alloy products in oil and gas industry. *Drilling and Petroleum*. 2003;4.
3. Gelfgat YA, Gelfgat MY, Lopatin YS. *Advanced drilling solutions: lessons from the FSU*. Vol. 2. PennWell: 2003.
4. Aizuppe EA. *Drilling of wells*. Textbook. Samara: Samara State Technical University; 2007. p. 124.
5. Zaitseva MA. *Transport risks of the projects in gas industry*. Thesis. Moscow: Gubkin Russian State Oil and Gas University; 2014. p. 200.
6. Serebryakov AO. *Synergy of geological prospecting technologies for the study of natural resources of sea areas*. Monograph. Moscow: KnoRus; 2017. p. 228.
7. Kudinov VI. *Construction of horizontal wells*. Moscow: Oil industry, 2007. p. 683
8. Balaba VI. *Casing pipes*. Textbook. Arkhangelsk: SAFU; 2018. p. 119.
9. Saushin AZ. *Technique in technology of hydrocarbon production*. Textbook. Astrakhan: Astrakhan State Technical University; 2018. p. 231.
10. Balandin I. Aluminum drilling tubes of high buoyancy in drilling mud for vertical drilling of over distant bottom hole. *Oil and Gas Vertical*. 2011;2. pp. 52-54.

## ЭКОЛОГИЯ

### Анализ расположения полигона твердых бытовых отходов на территории ДНТ Молодежный Читинского района

Борзов Егор Сергеевич, студент магистратуры  
Забайкальский государственный университет (г. Чита)

*Проблема утилизации отходов в современном мире является одной из важнейших проблем для мирового сообщества. Концепция утилизации отходов включает в себя перечень необходимых мероприятий для освобождения от отходов окружающей нас среды. В данной статье представлен анализ на предмет соответствия территории размещения объекта, осуществляющего деятельность по захоронению твердых, бытовых и коммунальных отходов.*

**Ключевые слова:** анализ, утилизация, размещение, захоронение, отходы, полигон, территория, земельный участок, благополучие.

*The problem of waste disposal in the modern world is one of the most important problems for the world community. The concept of waste disposal includes a list of necessary measures for the release of waste from the environment. This article presents an analysis for compliance with the location of the object carrying out activities for the disposal of solid, household and municipal waste.*

**Keywords:** analysis, utilization, placement, burial, waste, landfill, territory, land, welfare.

Актуальность работы. Благополучие населения как одного из основных условий реализации конституционных прав граждан на охрану здоровья и благоприятную окружающую среду является приоритетным направлением государственной политики Российской Федерации

В соответствии с законодательством РФ ФЗ № 52 от 30 марта 1999 года «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» при строительстве полигонов по захоронению отходов учитывается множество факторов: места расположения, вид и категория земель, соблюдение границ санитарно-защитных зон, соответствие требованиям экологических норм, требования к порядку эксплуатации полигонов.

Анализируемый полигон твердых коммунальных отходов расположен на Юго-Западе города Чита в Читинском районе вблизи сельского поселения Засопкинское, на территории ДНТ Молодежный.

В соответствии с кадастровым учетом земельный участок 75:22:730801:946 общей площадью — 2,75 Га относится к категории земель промышленности, энергетики, транспорта, связи, радиовещания, телевидения и иного специального назначения. Согласно договору аренды земельного участка № 3767 от 29.09.2017 года с Муниципальным районом «Читинский район» деятельность на

данном земельном участке осуществляет ООО «Забайкальская горноруднодобывающая компания»

Полигон представляет груды неконтролируемо-разбросанного разного типа мусора, который с разными временными отрезками сталкивают бульдозерами в размытые потоками воды овраги и канавы. Капитальных строений на территории участка нет. Площадка полигона имеет частичное деревянное ограждение по периметру, обваловка площадки не предусмотрена, площадка не защищена от воздействия атмосферных осадков и ветра не имеет искусственного водонепроницаемого и химически стойкого покрытия, что является нарушением п. 3.7. СанПин 2.1.7.1322–03 от 30.04.2003 года «Гигиенические требования к размещению и обезвреживанию отходов производства и потребления».

Полигон расположен в непосредственной близости с жилым сектором. Расстояние до ближайших домов и улиц не превышает 200 метров. Согласно п. 3.2. СП 2.1.7.1038–01 от 30.05.2001 года «Гигиенические требования к устройству и содержанию полигонов для твердых бытовых отходов». Размер санитарно-защитной зоны от жилой застройки до границ полигона должен составлять не менее 500 м. Кроме того, размер санитарно-защитной зоны может уточняться при расчете газообразных выбросов в атмосферу. Исходя из многолетних метеона-

блюдений, при построении розы ветров преобладающим Юго-Западном направлении, ветер способствует нагнетанию выделившихся, в результате разложения отходов, вредных веществ над территорией города.

Проблемы экологии, загрязнение воздуха являются одними из самых приоритетных для Забайкальского края. Потенциал загрязнения атмосферы в пределах области в 1,5–2 раза выше, чем в европейской части России.

Опасным фактором расположения данного полигона является непосредственная близость бассейна реки Ингода. При затяжных ливневых дождях, что характерно для

климата Забайкальского края, существует угроза смыва атмосферными осадками части отходов и загрязнения ими прилегающих земельных площадей и открытых водоемов, что в свою очередь может привести к необратимым последствиям загрязнения экосистемы водоема. Устройства перехватывающих нагорных каналов для отвода этих вод в открытые водоемы на данном объекте не предусмотрены.

Также хочется отметить, что полигон находится в полосе воздушного подхода аэродрома на расстоянии менее 8,5 км от контрольной точки аэропорта г. Чита.



Согласно ч. 1 ст. 2 Воздушного кодекса РФ Постановлением Правительства Российской Федерации от 11.03.2010 № 138, утверждены Федеральные авиационные правила использования воздушного пространства Российской Федерации (далее Правила).

В соответствии с п. 59 Правил запрещается размещать в полосах воздушных подходов на удалении до 30 км, а вне полос воздушных подходов — до 15 км от контрольной точки аэродрома объекты выбросов (размещения) отходов, животноводческие фермы, скотобойни и другие объекты, способствующие привлечению и массовому скоплению птиц. Ухудшение орнитологической обстановки и может привести к попаданию птиц в двигатель самолета и привести к аварийной ситуации.

На полигоне с частой периодичностью возникают пожары, основной причиной является сброс на территории горячей золы. Отсутствуют конкретные меры по пожарной безопасности. Нет оснащения первичными средствами пожаротушения, в периоды особой пожарной опасности

не организовано дежурство поливомоечных машин. Не разработана инструкция о порядке действия персонала при возникновении пожара и способов оповещения пожарной охраны города.

В апреле 2016 года в результате сильного ветра и установившейся сухой погоды один из таких пожаров перешел на лесной массив, пожаром было уничтожено около 150 Га столетних деревьев.

29 апреля 2019 года пожар был остановлен службами пожарной охраны совместно с местными жителями, частично пострадали надворные постройки и ограждения, близлежащих земельных участков.

Таким образом, можно констатировать, что расположение полигона и дальнейшее его использование будет способствовать ухудшению экологического состояния воздуха, растительности и оказывать негативное влияние на экосистему в целом. Необходимо уже сегодня внести запрет на использование полигона, а также провести перечень мероприятий по утилизации отходов и рекультивации земель.

Литература:

1. СанПин 2.1.7.1322–03 «Гигиенические требования к размещению и обезвреживанию отходов производства и потребления» от 30.04.2003 года.
2. СП 2.1.7.1038–01 «Гигиенические требования к устройству и содержанию полигонов для твердых бытовых отходов» от 30.05.2001 года.
3. ФЗ-№ 52 «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» от 30 марта 1999 года.
4. ФЗ-№ 60 «Воздушный кодекс Российской Федерации» от 19.03.1997 года.
5. ФЗ-№ 89 «Об отходах производства и потребления» от 24.06.1998 года.
6. ФЗ-№ 123 «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» от 22.07.2008 года.

## Воздействие на окружающий мир пластика, выброшенного в Мировой океан

Шамсутдинова Адиля Рамилевна.

Башкирский государственный педагогический университет имени М. Акмуллы (г. Уфа)

*В данной статье указан состав пластика, его создание и использование, что выделяет при разложении, как это отражается на организме человека. Примерное число мусора в океане и как от него страдают морские жители.*

**Ключевые слова:** пластик в океане, загрязнение пластиком, разложение пластика.

Мусорные пакеты, пластиковые бутылки и стаканы, контейнеры, пластик используется человеком каждый день, начиная от производства компьютерной техники до ухода за маленькими детьми. Наверняка никто не задумывается, выбрасывая бутылку в не положенный для него бочок с мусором, какие последствия может сыграть это действие.

Проблема загрязнения мирового океана затрагивается с большим размахом. Но при этом количество пластика не уменьшается, а смерть водных жителей увеличивается.

Неужели люди не знают, что не только животные, но и они сами страдают от этого?

### Что такое пластик?

Пластмассы — это смесь сложных органических веществ, образующих длинные полимерные цепочки. Простые пластмассы (полиэтилен, полиамид, оргстекло) состоят из углерода, водорода, кислорода и азота — безопасных элементов, но, к сожалению, в каждую пластиковую вещь добавляются красители, пластификаторы (вещества для улучшения пластичности), различные добавки. Их производят путём цепочки химических реакций из органического сырья, преимущественно из природного газа и тяжёлых фракций нефти. Все они выделяются при разложении пластика и отравляют почву, воду, атмосферу...

Их разновидность обширна: мягкие или твёрдые, прозрачные или непрозрачные и т. д.

### Производство пластика

С 1950 года по 2016 количество производства пластика увеличилось на 250 млн тонн по всему миру.

Рынок упаковки и пластиковой тары является одним из ключевых потребителей полимерного сырья. Так в 2016 году благодаря упаковке выросли полипропиленовые и

полиэтиленовые (низкой плотности) рынки. Полипропилен продемонстрировал рост на 46%, а полиэтилен на 71%.

Россия одним из мировых лидеров по темпам потребления полимерной продукции, однако, в сравнении с другими государствами на душу населения используется меньшее число полимеров, а именно 7 кг на одного человека. Это говорит о том, что сегмент, несмотря на рост, недостаточно развит.

Всего 5% от общего количества использованного уходит на переработку. Основным эпицентром загрязнения стал Мировой океан. Многие знают об острове мусора в Тихом океане. И не даром скопление мусора назвали именно так, его количество с каждым разом возрастает.

Чарльз Мур, молодой плейбой и яхтсмен, решил отправиться отдохнуть с друзьями на Гавайские острова. Для того, чтобы быстрее добраться до экзотических островов, экипаж яхты поплыл не вдоль берега, а напрямик, через открытые просторы Тихого океана. Через несколько дней плавания Чарльз понял, что его яхта окружена со всех сторон мусором, и он с друзьями заплыл на помойку. «В течение недели всякий раз, когда я выходил на палубу, мимо плыл какой-то пластиковый хлам, — писал Мур в своей книге *Plastics are Forever?* — Я не мог поверить своим глазам: как мы могли загадить такую огромную акваторию? По этой помойке мне пришлось плыть день за днем, и конца ей не было видно...»

### Как океанский пластик влияет на наше здоровье?

Как правило, сроки разложения изделий из пластика могут достигать 1 тыс. лет. При этом пластиковые пакеты, которые мы часто используем в нашей повседневной

жизни, могут разлагаться от 100 до 1 тыс. лет, а пластиковые бутылки — от 450 лет и более.

При разрушении пластмасс в воду попадают опасные химические вещества, такие как БФА и фталаты, а также множество других токсичных компонентов, включая свинец, ртуть, кадмий и диоксин.

Пластмассовые химикаты адсорбируются (притягивают друг друга), а затем объединяются. Например, пластиковый пакет будет собирать или адсорбировать ртуть или кадмий из материала, плавающего рядом с ним. Токсичность таких мутантов увеличивается с каждым днем. В этом огромный вред пластика для природы.

В рыбных тушах постоянно находят пластиковые пакеты. Внутренности птиц, китов, черепах сегодня наполнены пластиковым мусором.

Пластик вызывает не только проблемы с дыханием и пищеварением, но также эндокринные нарушения у рыбы-носителя и хищников, которые на нее охотятся.

Токсичные химические вещества пластика аккумулируются в липидах и жировой ткани животных на всем протяжении пищевой цепи.

В результате ртуть, кадмий, фталаты и бисфенол-А, содержащиеся в рыбах, оказываются на вашей тарелке.

Поэтому, пока вы обедаете свежей камбалой в модном ресторане, запивая ее хорошим вином, вы невольно вводите токсины в свой организм. Они будут связываться с эндокринными рецепторами, нарушая их работу, и отравлять вашу щитовидную железу.

Это прямой путь к гипертиреозу, к тому, чтобы стать слабым и злым до конца своих дней.

#### Кто страдает от пластика в океане и как?

9 миллионов тонн мусора находится в океане, в морском доме всех рыб, черепах и других его жителей. Кажется, что океан бескрайний и в нем хватит места всем, но один сосед смертелен для другого.

Рыболовные сети, ловушка, в большинстве случаев, для черепах. В тусклом свете совсем не заметно, что сеть где-то притаилась. Попав один раз в неё, выбраться почти невозможно.

#### Литература:

1. Ушаков. Толковый словарь русского языка Ушакова. 2012
2. Большой энциклопедический словарь. 2012
3. Чарльз Мур. Книга Plastics are Forever
4. Электронный источник — Журнал «National Geographic»



Остатки от разлагающегося пластика, совсем мелкие частицы, кажутся едой для рыб. Они застревают в горле и становятся «петлей» на их шее.



Компания «National Geographic» демонстрирует душе-раздирающие фотографии того, какое влияние оказывает на окружающую среду пластик. Чтобы люди увидели, что происходит и приложили максимум усилий для полного устранения этой глобальной проблемы.

Так и Ричард Брэнсон, известный своей любовью к океану, дал совет: «никогда не бросайте ничего за борт и бережно относитесь к морской жизни в водах вокруг вас».

## СЕЛЬСКОЕ ХОЗЯЙСТВО

### Анализ технических средств для внутрипочвенного внесения гранулированных минеральных удобрений

Токарев Иван Владимирович, докторант  
Костанайский государственный университет имени Ахмета Байтурсынова (Казахстан)

Куваев Антон Николаевич, научный сотрудник  
Костанайский филиал ТОО «Научно-производственный центр агроинженерии» (Казахстан)

*В статье представлен анализ технических средств для внутрипочвенного внесения гранулированных минеральных удобрений, выявлены основные достоинства и недостатки навесных и прицепных машин. Выявлены основные элементы конструкций позволяющие достигнуть высокую производительность агрегата и качество распределения гранул по ширине захвата машины.*

**Ключевые слова:** внутрипочвенное внесение, гранулы, минеральное удобрение, фосфор, глубокорыхлитель.

Практически все типы почв Северного Казахстана характеризуются низкой обеспеченностью питательными элементами, по результатам агрохимического анализа установлено, что высокую обеспеченность калием имеют до 97% почв, азотом до 48% почв и фосфором до 2% почв, а доля почв с низким содержанием фосфора достигает 77%. [1], дефицит которого оказывает негативное действие в первые две недели развития растений на последующее формирование урожая. Поверхностное внесение фосфора в период вегетации растений малоэффективно, т. к. фосфат-ионы сорбируются в зоне внесения на поверхности почвы и недоступны для корневой системы [2].

Более эффективно подпочвенное внесение растворимых фосфорных удобрений, при этом глубина заделки удобрений рекомендуется, как правило до 15 см [3].

Стартовую дозу фосфорных удобрений вносят совместно с посевом, посевными комплексами, на глубину залегания семян и позволяют преодолеть критический период первые 10–15 дней после всходов. Питание растений происходит на протяжении всей жизни и по мере развития растения корневая система проникает в нижние слои почвы, что требует дальнейшего обеспечения питательными веществами. Для обеспечения растения фосфорными удобрениями необхо-

димо внесение не только стартовой, но и основной дозы удобрений на глубину до 15 см согласно требованию рекомендаций [4].

Ранее созданные машины для внесения основной дозы гранулированных минеральных удобрений ГУН-4 и КПП-2,2, имеют низкую производительность, сняты с производства и с периода перехода сельского хозяйства в частные руки до наших дней практически не сохранились в хозяйствах.

Современная техника для внесения гранулированных минеральных удобрений в почву представлена в основном центробежными дисковыми разбрасывателями в навесном и прицепном исполнении, производителями которой являются страны ближнего и дальнего зарубежья, техника для внутрипочвенного внесения гранулированных минеральных удобрений не представлена таким разнообразием и представляет определенные сложности при ее выборе.

Тенденция создания машин для внесения удобрений идет в двух направлениях, это — как правило, навесные машины, второе направление это — прицепные машины, [5, 6, 7, 8, 9, 10, 11].

С целью выявления основных достоинств и недостатков машин для внутрипочвенного внесения гранулированных минеральных удобрений проведен их анализ, таблица 1.

Таблица 1. Анализ технических средств для внутрипочвенного внесения гранулированных минеральных удобрений

Наименование машины	Достоинства	Недостатки
Навесные машины для внутрипочвенного внесения удобрений		
Удобритель Dondi 809, S400 (Италия) 	<ul style="list-style-type: none"> <li>— простота конструкции;</li> <li>— установлена система контроля забивания тукопроводов;</li> <li>— регулировка дозы внесения с рабочего места оператора;</li> <li>— равномерное распределение удобрений.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>— высокая гребнистость поверхности;</li> <li>— нет сплошного внесения удобрений (ленточное внесение);</li> <li>— низкая сохранность стерни.</li> </ul>
Удобритель FERTI-BOX FB_TN (Чехия) 	<ul style="list-style-type: none"> <li>— гидравлическая защита стоек;</li> <li>— установлена система контроля забивания тукопроводов;</li> <li>— регулировка дозы внесения с рабочего места оператора.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>— низкая производительность;</li> <li>— нет сплошного внесения удобрений (ленточное внесение);</li> <li>— низкая сохранность стерни.</li> </ul>
ГРС-4.0 (Украина) 	<ul style="list-style-type: none"> <li>— высокое крошение почвы;</li> <li>— выравненность поверхности;</li> <li>— равномерное распределение удобрений по ширине захвата орудия.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>— нет сплошного внесения удобрений (внесение наклонной лентой);</li> <li>— низкая сохранность стерни.</li> </ul>
Удобритель AIO (Италия) 	<ul style="list-style-type: none"> <li>— механическая защита стоек от перегрузки;</li> <li>— выравненность поверхности;</li> <li>— равномерное распределение удобрений по ширине захвата орудия.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>— нет сплошного внесения удобрений (внесение наклонной лентой);</li> <li>— низкая сохранность стерни.</li> </ul>
Прицепные машины для внутрипочвенного внесения удобрений		
Удобритель Bednar Terraland to (Чехия) 	<ul style="list-style-type: none"> <li>— гидравлическая защита стоек;</li> <li>— установлена система контроля забивания тукопроводов;</li> <li>— регулировка дозы внесения с рабочего места оператора.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>— нет сплошного внесения удобрений (внесение наклонной лентой);</li> <li>— низкая сохранность стерни;</li> <li>— не равномерное распределение удобрений по ширине захвата орудия.</li> </ul>

<p>Удобритель FERTI-CART FC 3500 (Чехия)</p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>— гидравлическая защита стоек;</li> <li>— установлена система контроля забивания тукопроводов;</li> <li>— регулировка дозы внесения с рабочего места оператора.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>— нет сплошного внесения удобрений (ленточное внесение);</li> <li>— дополнительное уплотнение почвы бункером для удобрений;</li> <li>— низкая сохранность стерни.</li> </ul>
<p>Культиватор КВУ-12 с внесением удобрений (Россия)</p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>— выравненность поверхности;</li> <li>— высокая производительность.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>— дополнительное уплотнение почвы бункером для удобрений;</li> <li>— не равномерное распределение удобрений по ширине захвата орудия.</li> </ul>
<p>Удобритель «АГРИРИЧ» (Россия)</p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>— установлена система контроля забивания тукопроводов;</li> <li>— высокая производительность.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>— дополнительное уплотнение почвы бункером для удобрений;</li> <li>— не равномерное распределение удобрений.</li> </ul>

По результатам анализа установлено, что для обеспечения высокой производительности и качества внесения, машина имеет:

- большую ширину захвата;
- рабочий орган плоскорежущая или культиваторная лапа;

- бункер, расположенный на машине или тракторе;
- пневматическую транспортную систему;
- индивидуальное дозирование удобрений по рабочим органам.

Литература:

1. Двуреченский, В.И. Рекомендации по системе ведения сельского хозяйства. Кустанайская область [Текст]: рекомендации / под общей ред. В.И. Двуреченского. — А-Ата.: Кайнар, 1976. — 393 с.
2. Филонов, В.И. Эффективность минеральных удобрений в посевах яровой пшеницы на южных черноземных почвах Северного Казахстана [Текст]: рекомендации / В.И. Филонов, Я.П. Наздрачев, С.В. Вольф, Е.В. Мамыкин. — Астана, 2013. — 15 с.
3. Отчет о научно-исследовательской работе Изыскание орудия для внесения минеральных удобрений при плоскорежущей обработке почвы к тракторам класса 5...6 т. с. / М.: ВНИИЦентр, 1983. с. 1–14.
4. Табашников, А.Т. Система критериев качества, надежности, экономической эффективности сельскохозяйственной техники: инструктивно-метод. издание [Текст]/ А.Т. Табашников. — М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2010. — 188 с.
5. Комплект локальное внесение удобрений Dondi 809, S400. URL: <https://www.dondinet.it/prodotti/dissodatore-sagrilli/kit-spandiconcime-localizzato.html> (дата обращения: 28.09.2019).
6. Посев и внесение удобрения. URL: <https://www.bednar.com/ru> (дата обращения: 28.09.2019).
7. Глубокорыхлитель ГРС 4.0 с внесением удобрений. URL: <https://veles-agro.com/ru/catalog/glubokoryhlytel-grs-4-0-s-vneseniem-udobrenij/> (дата обращения: 01.10.2019).
8. Плуг чизельный Итальянской фирмы АЮ. URL: <http://quadro36.ru/plug-chizelnyj-italyanskoj-firmy-aiu> (дата обращения: 01.10.2019).
9. Сельскохозяйственная техника и оборудование. URL: <https://www.deere.ru> (дата обращения: 03.10.2019).
10. Культиватор с внесением удобрений «КВУ-12». URL: [http://www.xn--55-slc1a9e.xn--p1ai/view\\_products.php?id=30](http://www.xn--55-slc1a9e.xn--p1ai/view_products.php?id=30) (дата обращения: 04.10.2019).
11. Подкормщики сыпучими удобрениями ПСУ-5/5,6; ПСУ-5/9; ПСУ-5/11,2. URL: [http://www.agristo.ru/Catalog/TechMain\\_Podkorm\\_PSU25.html](http://www.agristo.ru/Catalog/TechMain_Podkorm_PSU25.html) (дата обращения: 04.10.2019).

# Молодой ученый

Международный научный журнал  
№ 48 (286) / 2019

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

Статьи, поступающие в редакцию, рецензируются.  
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 11.12.2019. Дата выхода в свет: 18.12.2019.

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.