

ISSN 2072-0297

# МОЛОДОЙ УЧЁНЫЙ

МЕЖДУНАРОДНЫЙ НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ



19  
ЧАСТЬ I  
2023

# **Молодой ученый**

## Международный научный журнал

### № 19 (466) / 2023

Издается с декабря 2008 г.

Выходит еженедельно

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

*Редакционная коллегия:*

Жураев Хуснурин Олтингбекович, доктор педагогических наук (Узбекистан)

Иванова Юлия Валентиновна, доктор философских наук

Каленский Александр Васильевич, доктор физико-математических наук

Кошербаева Айгерим Нуралиевна, доктор педагогических наук, профессор (Казахстан)

Куташов Вячеслав Анатольевич, доктор медицинских наук

Лактионов Константин Станиславович, доктор биологических наук

Сараева Надежда Михайловна, доктор психологических наук

Абдрасилов Турганбай Курманбаевич, доктор философии (PhD) по философским наукам (Казахстан)

Авдеюк Оксана Алексеевна, кандидат технических наук

Айдаров Оразхан Турсункожаевич, кандидат географических наук (Казахстан)

Алиева Тараги Ибрагим кызы, кандидат химических наук (Азербайджан)

Ахметова Валерия Валерьевна, кандидат медицинских наук

Бердиев Эргаш Абдуллаевич, кандидат медицинских наук (Узбекистан)

Брезгин Вячеслав Сергеевич, кандидат экономических наук

Данилов Олег Евгеньевич, кандидат педагогических наук

Дёмин Александр Викторович, кандидат биологических наук

Дядюн Кристина Владимировна, кандидат юридических наук

Желнова Кристина Владимировна, кандидат экономических наук

Жуйкова Тамара Павловна, кандидат педагогических наук

Игнатова Мария Александровна, кандидат искусствоведения

Искаков Руслан Маратбекович, кандидат технических наук (Казахстан)

Калдыбай Кайнар Калдыбайулы, доктор философии (PhD) по философским наукам (Казахстан)

Кенесов Асхат Алмасович, кандидат политических наук

Коварда Владимир Васильевич, кандидат физико-математических наук

Комогорцев Максим Геннадьевич, кандидат технических наук

Котляров Алексей Васильевич, кандидат геолого-минералогических наук

Кузьмина Виолетта Михайловна, кандидат исторических наук, кандидат психологических наук

Курпаяниди Константин Иванович, доктор философии (PhD) по экономическим наукам (Узбекистан)

Кучерявенко Светлана Алексеевна, кандидат экономических наук

Лескова Екатерина Викторовна, кандидат физико-математических наук

Макеева Ирина Александровна, кандидат педагогических наук

Матвиенко Евгений Владимирович, кандидат биологических наук

Матроскина Татьяна Викторовна, кандидат экономических наук

Матусевич Марина Степановна, кандидат педагогических наук

Мусаева Ума Алиевна, кандидат технических наук

Насимов Мурат Орленбаевич, кандидат политических наук (Казахстан)

Паридинова Ботагоз Жаппаровна, магистр философии (Казахстан)

Прончев Геннадий Борисович, кандидат физико-математических наук

Рахмонов Азизхон Боситхонович, доктор педагогических наук (Узбекистан)

Семахин Андрей Михайлович, кандидат технических наук

Сенцов Аркадий Эдуардович, кандидат политических наук

Сенюшкин Николай Сергеевич, кандидат технических наук

Султанова Дилшода Намозовна, доктор архитектурных наук (Узбекистан)

Титова Елена Ивановна, кандидат педагогических наук

Ткаченко Ирина Георгиевна, кандидат филологических наук

Федорова Мария Сергеевна, кандидат архитектуры

Фозилов Садриддин Файзуллаевич, кандидат химических наук (Узбекистан)

Яхина Асия Сергеевна, кандидат технических наук

Ячинова Светлана Николаевна, кандидат педагогических наук

*Международный редакционный совет:*

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

---

---

На обложке изображен *Давид Рикардо* (1772–1823), английский экономист, классик политической экономии, последователь и одновременно оппонент Адама Смита. Рикардо выявил закономерную в условиях свободной конкуренции тенденцию нормы прибыли к понижению, разработал законченную теорию о формах земельной ренты; развил идеи Адама Смита о том, что стоимость товаров определяется количеством труда, необходимого для их производства, и разработал теорию распределения, объясняющую, как эта стоимость распределяется между различными классами общества.

Давид Рикардо вырос в ортодоксальной иудейской семье в Лондоне и уже к четырнадцати годам получил традиционное европейское образование: изучал Тору, Талмуд, прекрасно знал математику, разбирался в азах бухгалтерии. Его таланты пригодились в семейном бизнесе: отец, Абрахам Рикардо, был успешным биржевым маклером. В конторе отца юный Давид выполнял сложные финансовые поручения и уже в шестнадцать лет продемонстрировал прекрасную деловую хватку.

К совершеннолетию он скопил достаточно связей, опыта и капитала, чтобы жить самостоятельно и содержать жену, Присциллу Уилкинсон, из-за брака с которой он отказался от традиционного иудаизма и на долгие годы прервал отношения с родителями.

К 38 годам Рикардо стал одной из самых влиятельных фигур лондонского финансового мира — его состояние составляло более миллиона фунтов стерлингов. При этом Давиду удалось сохранить репутацию безупречно честного коммерсанта: он всегда следовал биржевой этике и не участвовал в сделках, которые могли принести вред экономике страны.

В то же время интерес Рикардо перешел от практики к теории. Он занялся глубоким изучением различных наук: математики, химии и физики, геологии и минералогии, литературы и даже теологии. Но основной его интерес сконцентрировался на теории политической экономии — вслед за трудами другого классика этой науки, Адама Смита.

В 1809 году вышли первые политэкономические труды Давида Рикардо: статья в *Morning Chronicle* и памфлет «Высокая цена на золото как доказательство обесценения кредитных билетов». Публикации получили широкой общественный резонанс, упрочили авторитет автора и позволили ему стать не-

гласным участником Комитета по золотому обеспечению. В 1815 году вышло «Эссе о влиянии низкой цены на зерно на прибыль с капитала», в 1816-м — «Предложения в пользу экономичного и устойчивого денежного обращения», а в начале 1817 года — главный труд Рикардо: «О принципах политической экономии и налогообложения». В этой работе он развил положения теории Адама Смита, показывая, что стоимость товаров, основной составляющей которой является труд рабочего, лежит в основе доходов различных классов общества.

Параллельно Рикардо выстраивал политическую карьеру с целью реализации своих теоретических идей на практике. Он примкнул к партии умеренных либералов, стал крупным ленд-лордом, а в 1819 году приобрел место в палате общин британского парламента.

На протяжении всей политической карьеры он последовательно отстаивал положения экономического либерализма, не-вмешательства государства в экономику, выступал за свободу предпринимательства и торговли, уменьшение государственного долга, улучшение банковской системы и против «хлебных законов».

Вокруг Рикардо сложился кружок, в который входили его последователи: Джеймс Милль, Джон Рамсей Мак-Куллох, Эдуард Уэст и Томас де Квинси. Рикардо поддерживал дружеские отношения с Томасом Мальтусом, с которым постоянно полемизировал, и Жаном Батистом Сэм. В 1821 году основал первый в Англии клуб политической экономии.

Умер в возрасте 51 года в Глостершире от ушной инфекции.

В настоящее время Давид Рикардо наряду с Адамом Смитом считается одним из отцов-основателей современной экономической науки. У него образовалось множество последователей: социалисты-рикардианцы, джорджисты. Выведенная им теория трудовой стоимости использована для обоснования перераспределения богатства социалистами, самым известным из которых был Маркс. А теория сравнительных преимуществ стала осью всемирного экономического порядка и входит в главные мировые учебники по экономике.

---

Информацию собрала ответственный редактор  
Екатерина Осянина

# СОДЕРЖАНИЕ

## МАТЕМАТИКА

<b>Алламурадова М. К.</b>	
Комбинаторика и бином Ньютона.....	1
<b>Иламанов Б. Б., Гырлыева Г. Т.</b>	
Существование и единственность решения в математике .....	2
<b>Иламанов Б. Б.</b>	
Основные понятия пределов функций.....	4

## ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

<b>Балакина М. Н.</b>	
Методика внедрения информационной системы управления проектами для электросетевых организаций.....	6
<b>Ибрагимова Н. Р.</b>	
Государственная образовательная экосистема: особенности создания .....	10
<b>Каплина С. Е., Балабаев М. М.</b>	
Искусственный интеллект в беспилотном управлении автотранспортными средствами: его методы и проблемы.....	13
<b>Кусакина Д. С.</b>	
Разработка и исследование метода выявления аномалий в видеопотоке на основе анализа контекста сцены .....	15
<b>Мишагина В. Ю.</b>	
Разработка программного модуля для проведения оценки тяжести поражения легких при COVID-19 по данным компьютерной томографии.....	18
<b>Поросенкова В. В., Малахов С. В.</b>	
Информационные технологии в логистике.....	21
<b>Прокопьев А. И.</b>	
Особенности разработки компьютерной игры в жанре «интерактивное кино» .....	25
<b>Прокопьев А. И.</b>	
Принципы реализации игр жанра «интерактивное кино» .....	27

## ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

<b>Абдурахманов Д. Т.</b>	
Методы расчета остаточного ресурса силовых трансформаторов.....	31
<b>Вячеславова К. В.</b>	
Применение арктических лишайников для окрашивания тканей.....	33
<b>Евстратова Н. А., Иванова Л. А.</b>	
Обоснование выбора ферментного препарата для технологии приготовления бисквита из пшенично-тритикиалиевой муки .....	35
<b>Ismailzade E. I., Ismayilov F. N.</b>	
Study of liquid glass sealing agent for prevent loss circulation and gas shutoff applications .....	38
<b>Мустафин А. Р.</b>	
Анализ пожарной опасности Муниципального автономного образовательного учреждения «Инженерный лицей» города Альметьевска Республики Татарстан.....	41
<b>Mukhammadi A.</b>	
Wastewater management in Kabul (overview) ....	42
<b>Mukhammadi A.</b>	
Sustainable domestic wastewater management in Kabul city, Afghanistan: issues and solutions .....	46
<b>Suyeubayev K. A.</b>	
Way of providing information .....	52
<b>Toleuov G., Isatayev M. S., Omarova N. K., Korabay N. B., Sultanov K. R.</b>	
Experimental study of free turbulent jet.....	54

## ЭКОЛОГИЯ

<b>Балкунас Е. О.</b>	
Мониторинг антропогенной нагрузки реки Ташлы .....	61
<b>Куштанова М. М., Степанова Н. Ю.</b>	
Интегральная характеристика качества воды реки Казанки в зарослях тростника обыкновенного <i>Phragmites australis</i> .....	64



# МАТЕМАТИКА

## Комбинаторика и бином Ньютона

Алламурадова Мерджен Кеминеевна, преподаватель  
Туркменский государственный университет имени Махтумкули (г. Ашхабад, Туркменистан)

**К**омбинаторика — раздел математики, посвящённый решению задач, связанных с выбором и расположением элементов некоторого множества в соответствии с заданными правилами. Каждое такое правило определяет некоторую выборку из элементов исходного множества, которая называется комбинаторной конфигурацией. Простейшими примерами комбинаторных конфигураций являются перестановки, сочетания и размещения.

Основные комбинаторные понятия и вычислительные результаты появились в древнем мире. Классическая задача комбинаторики: «сколько есть способов извлечь  $m$  элементов из  $N$  возможных» упоминается ещё в сутрах древней Индии. Индийские математики, видимо, первыми открыли биномиальные коэффициенты и их связь с биномом Ньютона. Во II веке до н.э. индийцы знали, что сумма всех биномиальных коэффициентов степени  $n$  равна  $2^n$ .

Комбинаторика — это раздел математики, который изучает способы подсчета количества комбинаций и перестановок элементов. Этот раздел математики имеет множество приложений в различных областях, таких как теория вероятностей, статистика, криптография и другие.

Типичные задачи комбинаторики:

1. определить количество комбинаторных конфигураций, соответствующих заданным правилам (в частности, доказать или опровергнуть их существование);
2. найти практически пригодный алгоритм их полного построения;
3. определить свойства заданного класса комбинаторных конфигураций.

Одно из основных понятий комбинаторики — это перестановки. Перестановкой называется упорядоченная выборка элементов из множества. Например, если у нас есть множество {A, B, C}, то перестановками этого множества будут ABC, ACB, BAC, BCA, CAB и CBA. Количество пере-

становок для множества из  $n$  элементов равно  $n!$ , где! — факториал.

Ещё одно важное понятие комбинаторики — это сочетания. Сочетанием из  $n$  элементов по  $k$  называется выборка  $k$  элементов из множества из  $n$  элементов без учета порядка. Например, если у нас есть множество {A, B, C}, то сочетаниями из этого множества по 2 будут AB, AC и BC. Количество сочетаний можно вычислить с помощью формулы сочетаний:  $C(n, k) = n! / (k! * (n-k)!)$ .

Размещения — это упорядоченные выборки элементов из множества. Размещение из  $n$  элементов по  $k$  называется упорядоченная выборка  $k$  элементов из множества из  $n$  элементов. Количество размещений можно вычислить с помощью формулы размещений:  $A(n, k) = n! / (n-k)!$ .

Биномиальный коэффициент — это число способов выбрать  $k$  элементов из  $n$  элементов без учета порядка. Биномиальный коэффициент обозначается

$C(n, k)$  и вычисляется с помощью формулы бинома Ньютона:  $C(n, k) = n! / (k! * (n-k)!)$ .

Принцип Дирихле — это принцип, утверждающий, что если  $n+1$  объектов распределить по  $n$  ящикам, то как минимум в одном ящике будет не менее двух объектов.

Бином Ньютона — это формула для расчета биномиальных коэффициентов. Формула бинома Ньютона имеет вид:  $(a+b)^n = C(n,0)*a^n*b^0 + C(n,1)*a^{(n-1)}*b^1 + \dots + C(n, n)*a^0*b^n$ . Эта формула позволяет быстро вычислять степени бинома  $(a+b)^n$  для любых значений  $a$ ,  $b$  и  $n$ .

Применения бинома Ньютона включают вычисление вероятностей в теории вероятностей, расчет биномиальных распределений в статистике, а также использование в криптографии для создания зашифрованных сообщений.

Формула бинома Ньютона также используется в комбинаторике для нахождения количества способов выбрать  $k$  элементов из  $n$  элементов без учета порядка.

Еще одно важное понятие комбинаторики — это мульти множества. Мульти множества — это расширение понятия множества, где элементы могут повторяться. Например, мульти множеством из трех элементов {A, A, B} будет являться множество, где элемент A встречается два раза.

Количество перестановок с повторениями можно вычислить с помощью формулы перестановок с повторениями:  $n! / (k_1! * k_2! * \dots * k_m!)$ , где n — общее количество элементов,  $k_1, k_2, \dots, k_m$  — количество повторяющихся элементов.

Количество сочетаний с повторениями можно вычислить с помощью формулы сочетаний с повторениями:  $C(n+k-1, k) = (n+k-1)! / (k! * (n-1)!)$ , где n — общее количество элементов, k — количество выбираемых элементов.

Примеры:

1. Сколько существует различных способов выбрать 3 предмета из 7 предметов?

Решение: Используя формулу сочетаний, мы можем найти количество способов выбрать 3 предмета из 7 предметов:

$$C(7,3) = 7! / (3! * (7-3)!) = 35$$

Ответ: Существует 35 различных способов выбрать 3 предмета из 7 предметов.

2. Сколько существует различных перестановок букв в слове «МАТЕМАТИКА»?

Решение: Используя формулу для перестановок, мы можем найти количество различных перестановок букв в слове «МАТЕМАТИКА»:

$$P(9,2,2,2,1,1) = 9! / (2! * 2! * 2! * 1! * 1! * 1!) = 45360$$

Ответ: Существует 45360 различных перестановок букв в слове «МАТЕМАТИКА».

3. Найдите коэффициент при  $x^4$  в разложении выражения  $(x+2)^6$ .

Решение: Используя формулу бинома Ньютона, мы можем найти коэффициент при  $x^4$  в разложении выражения  $(x+2)^6$ :

$$C(6,4) * x^4 * 2^2 = 15 * x^4 * 4 = 60x^4$$

Ответ: Коэффициент при  $x^4$  в разложении выражения  $(x+2)^6$  равен 60.

Комбинаторика имеет широкое применение в различных областях, таких как теория вероятностей, статистика, криптография, компьютерная наука, экономика и другие. Все эти области требуют точного расчета вероятностей и количества возможных вариантов, что делает комбинаторику неотъемлемой частью математики и ее приложений.

Литература:

- Бабенко, К.И. Основы численного анализа / К.И. Бабенко.— М.: Главная редакция физико-математической литературы издательства «Наука», 1986.— 744 с.
- Бакушинский, А. Элементы высшей математики и численных методов / А. Бакушинский, В. Власов.— М.: Просвещение, 2014.— 336 с.
- Босс, В. Лекции по математике. Том 1. Анализ. Учебное пособие / В. Босс.— М.: Либроком, 2016.— 216 с.
- Воробьев, Н. Н. Теория рядов / Н. Н. Воробьев.— М.: Главная редакция физико-математической литературы издательства «Наука», 1986.— 408 с.

## Существование и единственность решения в математике

Иламанов Байрамберди Байраммырадович, преподаватель;

Гырлыева Гулбиби Тиркешовна, преподаватель

Туркменский государственный университет имени Махтумкули (г. Ашхабад, Туркменистан)

**С**уществование и единственность решения в математике — это важные понятия, которые используются в различных областях математики, включая алгебру, геометрию, топологию, дифференциальные уравнения и другие. В данной статье мы рассмотрим эти понятия и приведем три примера с решением.

Существование решения означает, что уравнение или система уравнений имеет хотя бы одно решение. Это связано с тем, что некоторые уравнения могут не иметь решения, например, уравнение  $x^2 = -1$  не имеет решения в действительных числах. С другой стороны, если уравнение имеет бесконечное количество решений, то говорят, что оно имеет множество решений.

Единственность решения означает, что уравнение или система уравнений имеет только одно решение. Если уравнение имеет более одного решения, то говорят, что оно имеет множе-

ство решений. Например, уравнение  $x^2=4$  имеет два решения:  $x=2$  и  $x=-2$ .

Существование и единственность решения в алгебре

Существование и единственность решения — это ключевые понятия в алгебре, которые позволяют определить, имеет ли уравнение или система уравнений решение, и если да, то является ли оно единственным. Рассмотрим пример для более подробного объяснения этих понятий.

Пример:

Решить уравнение  $x^2 - 4x + 3 = 0$ .

Решение:

Для начала, используя формулу дискриминанта, находим его значение:  $D = b^2 - 4ac = (-4)^2 - 4(1)(3) = 4$ .

Так как  $D > 0$ , уравнение имеет два корня:  $x_1 = (4 + \sqrt{4})/2 = 3$  и  $x_2 = (4 - \sqrt{4})/2 = 1$ .

Проверим, что найденные корни являются решениями уравнения:

$$\begin{aligned}x_1^2 - 4x_1 + 3 &= 3 - 12 + 3 = -6 + 3 = -3 \neq 0, \\x_2^2 - 4x_2 + 3 &= 1 - 4 + 3 = 0.\end{aligned}$$

Таким образом, только один из найденных корней является решением уравнения, а другой — нет.

В данном примере мы видим, что уравнение имеет решение, но оно не является единственным. Это связано с тем, что уравнение является квадратным, и поэтому может иметь два корня.

Однако, если мы рассмотрим линейное уравнение вида  $ax + b = 0$ , то оно будет иметь только одно решение  $x = -b/a$ . Это связано с тем, что линейное уравнение представляет собой прямую линию на координатной плоскости, которая пересекает ось абсцисс в одной точке.

Таким образом, существование и единственность решения являются важными понятиями в алгебре, которые позволяют определить, какой метод решения нужно использовать для данной задачи и гарантировать правильность полученного ответа.

Существование и единственность решения являются ключевыми понятиями в теории дифференциальных уравнений. Они определяют, существует ли решение для данного уравнения и является ли оно единственным.

Рассмотрим пример дифференциального уравнения:

$$y' = 2x$$

Для того чтобы решить это уравнение, необходимо проинтегрировать обе стороны. Таким образом, получим:

$$y = x^2 + C,$$

где  $C$  — произвольная постоянная.

Таким образом, мы получили общее решение дифференциального уравнения. Однако, чтобы убедиться в том, что это решение единственное, необходимо выполнить проверку.

Для этого рассмотрим начальное условие:

$$y(0) = 1.$$

Подставим его в общее решение:

$$1 = 0^2 + C,$$

$$C = 1.$$

Таким образом, мы получили частное решение дифференциального уравнения:

$$y = x^2 + 1.$$

Теперь необходимо проверить, что это решение единственное. Для этого рассмотрим другое начальное условие:

$$y(1) = 3.$$

Подставим его в общее решение:

$$3 = 1^2 + C,$$

$$C = 2.$$

Таким образом, мы получили другое частное решение дифференциального уравнения:

$$y = x^2 + 2.$$

Литература:

- Бабенко, К.И. Основы численного анализа / К.И. Бабенко.— М.: Главная редакция физико-математической литературы издательства «Наука», 1986.— 744 с.
- Бакушинский, А. Элементы высшей математики и численных методов / А. Бакушинский, В. Власов.— М.: Просвещение, 2014.— 336 с.
- Босс, В. Лекции по математике. Том 1. Анализ. Учебное пособие / В. Босс.— М.: Либроком, 2016.— 216 с.

Таким образом, мы видим, что решение не является единственным. Это связано с тем, что данное дифференциальное уравнение не является линейным и имеет множество решений.

Однако, если мы рассмотрим линейное дифференциальное уравнение вида  $y' + ay = b$ , то оно будет иметь единственное решение. Это связано с тем, что линейное дифференциальное уравнение представляет собой прямую линию на графике, которая пересекает ось ординат в одной точке.

Таким образом, существование и единственность решения являются важными понятиями в теории дифференциальных уравнений, которые позволяют определить, какой метод решения нужно использовать для данной задачи и гарантировать правильность полученного ответа.

Пример 1. Рассмотрим уравнение  $x^2 + 3x - 4 = 0$ . Для того чтобы определить существование и единственность решения, мы можем воспользоваться формулой дискриминанта. Дискриминант уравнения равен  $D = b^2 - 4ac = 3^2 - 4 \cdot 1 \cdot (-4) = 25$ . Так как  $D > 0$ , то уравнение имеет два решения. Чтобы найти эти решения, мы можем использовать формулу корней уравнения:  $x = (-b \pm \sqrt{D})/2a = (-3 \pm 5)/2 = 1, -4$ . Таким образом, уравнение имеет два решения:  $x = 1$  и  $x = -4$ .

Пример 2. Рассмотрим систему уравнений:

$$x + y = 3$$

$$2x - 3y = 7$$

Для того чтобы определить существование и единственность решения, мы можем воспользоваться методом Крамера. Для этого необходимо вычислить определитель матрицы системы и определители матриц, полученных из матрицы системы путем замены соответствующих столбцов на столбец свободных членов. Определитель матрицы системы равен  $D = 1 \cdot (-3) - 2 \cdot 1 = -5$ . Определители матриц, полученных из матрицы системы путем замены соответствующих столбцов на столбец свободных членов, равны  $D_1 = 3 \cdot (-3) - 7 \cdot 1 = -16$  и  $D_2 = 1 \cdot 7 - 2 \cdot 3 = 1$ . Так как  $D \neq 0$ , то система имеет единственное решение. Для того чтобы найти это решение, мы можем использовать формулы Крамера:  $x = D_1/D = -16/(-5) = 3.2$  и  $y = D_2/D = 1/(-5) = -0.2$ . Таким образом, система имеет единственное решение:  $x = 3.2$  и  $y = -0.2$ .

Пример 3. Рассмотрим уравнение  $\sin(x) = x$ . Для того чтобы определить существование и единственность решения, мы можем воспользоваться графиком функции  $y = \sin(x) - x$ . График этой функции пересекает ось  $x$  в двух точках, приблизительно равных 0.74 и 2.86. Таким образом, уравнение имеет два решения:  $x \approx 0.74$  и  $x \approx 2.86$ .

В заключении можно сказать, что понятия существования и единственности решения являются важными в математике и используются в различных областях. Решение уравнений и систем уравнений может быть найдено с помощью различных методов, таких как метод Крамера, формула дискриминанта и другие.

4. Воробьев, Н. Н. Теория рядов / Н. Н. Воробьев.— М.: Главная редакция физико-математической литературы издательства «Наука», 1986.— 408 с.

## Основные понятия пределов функций

Иламанов Байрамберди Байраммырадович, преподаватель  
Туркменский государственный университет имени Махтумкули (г. Ашхабад, Туркменистан)

**П**ределы функций — это тема, которая является фундаментальной в математике и широко используется в различных областях. Предел — это значение, к которому стремится функция, когда ее аргументы приближаются к определенному значению. В этой статье мы рассмотрим основные концепции и свойства пределов функций, а также представим несколько примеров с решением.

### Основные понятия

Рассмотрим функцию  $f(x)$ , заданную на некотором множестве чисел. Мы можем рассматривать предел функции в точке  $a$ , если аргументы функции  $f(x)$  приближаются к  $a$ . Функция может стремиться к определенному значению или быть неограниченной. Мы можем определить предел функции  $f(x)$  в точке  $a$  с помощью определения предела.

Предел функции  $f(x)$  в точке  $a$  определяется следующим образом: если для любого числа  $\varepsilon > 0$  существует число  $\delta > 0$ , такое что для всех  $x$ , удовлетворяющих условию  $0 < |x-a| < \delta$ , выполнено неравенство  $|f(x)-L| < \varepsilon$ , то говорят, что предел функции  $f(x)$  при  $x$ , стремящемся к  $a$ , равен  $L$ , что записывается как  $\lim_{x \rightarrow a} f(x) = L$ .

В этом определении  $L$  называется предельным значением функции  $f(x)$  в точке  $a$ . Если предел функции не существует, то говорят, что он расходится.

Другими основными понятиями, связанными с функциями, являются непрерывность, производная и интеграл. Функция  $f(x)$  непрерывна в точке  $a$ , если предел  $f(x)$  при  $x \rightarrow a$  существует и равен  $f(a)$ . Функция непрерывна на интервале, если она непрерывна в каждой точке этого интервала.

Производная функции  $f(x)$  в точке  $a$  определяется следующим образом:  $f'(a) = \lim_{x \rightarrow a} (f(x)-f(a))/(x-a)$  при  $x \rightarrow a$ , если этот предел существует. Производная является мерой изменения функции и может быть использована для нахождения экстремумов функции.

Интеграл функции  $f(x)$  на интервале  $[a, b]$  определяется как площадь под графиком функции  $f(x)$  на этом интервале. Это можно найти с помощью определенного интеграла:  $\int [a, b] f(x) dx$ , который вычисляется суммированием бесконечного количества маленьких площадок под графиком функции  $f(x)$ .

### Определение предела

Для того, чтобы определить предел функции  $f(x)$  в точке  $a$ , используется определение предела. Определение предела гласит, что предел функции  $f(x)$  в точке  $a$  равняется  $L$ , если для

любого числа  $\varepsilon > 0$  существует число  $\delta > 0$  такое, что для всех  $x$ , удовлетворяющих условию  $0 < |x-a| < \delta$ , выполняется  $|f(x)-L| < \varepsilon$ . Другими словами, это означает, что если мы хотим найти предел функции  $f(x)$  в точке  $a$ , мы должны найти число  $L$ , такое что, если мы приблизимся к точке  $a$  достаточно близко, то значения функции  $f(x)$  будут достаточно близки к числу  $L$ .

Важно отметить, что определение предела показывает только существование предела, но не даёт никаких гарантий, что предел действительно существует. Для того, чтобы убедиться в существовании предела, необходимо использовать дополнительные методы анализа функций и их свойств.

Кроме того, определение предела позволяет выявить некоторые особенности функций, например, разрывы или полюса. Если предел функции в точке  $a$  не существует, это может означать наличие разрыва или полюса в этой точке.

Определение предела является основополагающим понятием математического анализа и используется в различных областях, от теории вероятностей до физики и экономики.

### Свойства пределов

Давайте рассмотрим основные свойства пределов функций:

**Единственность**

Предел функции в точке  $a$ , если он существует, определен единственным образом. Это означает, что если существуют два предела  $f(x), g(x)$  в точке  $a$ , то они равны между собой.

### Арифметические операции

Сумма, разность, произведение и частное функций с пределами в точке  $a$  сами имеют пределы в этой точке. Другими словами, если существуют пределы  $f(x)$  и  $g(x)$ , то существуют пределы  $f(x)+g(x)$ ,  $f(x)-g(x)$ ,  $f(x)*g(x)$  и  $f(x)/g(x)$ , кроме того, если предел  $g(x)$  не равен нулю.

**Теорема о двух милиционерах**

Если две функции,  $f(x)$  и  $g(x)$ , имеют пределы при  $x$ , стремящимся к  $a$ , и  $f(x)$  меньше или равна  $g(x)$  для всех  $x$ , кроме, возможно некоторых значений в окрестности точки  $a$ , то предел  $f(x)$  не превосходит предела  $g(x)$ .

### Сравнение содержания

Если  $f(x)$  имеет предел при  $x$ , стремящемся к  $a$ , и  $g(x)$  находится между  $f(x)$  и  $h(x)$  в окрестности точки  $a$ , то если существуют пределы  $f(x)$  и  $h(x)$ , то существует предел  $g(x)$ .

Переход к пределу в неравенстве

Если  $f(x)$  достигает максимума или минимума при  $x$ , стремящемся к  $a$ , и если у  $g(x)$  существует предел в точке  $a$ , то предел  $f(x)$  также равен максимуму или минимуму функции.

### Примеры

Рассмотрим несколько примеров решения задач на пределы функций.

Пример 1. Найдём предел функции  $f(x) = 2x - 1$  при  $x$ , стремящемся к 3. Решение: Мы должны найти значением  $L$ , таким, что для любого  $\epsilon > 0$  существует  $\delta > 0$  такое, что если  $0 < |x-3| < \delta$ , то  $|f(x)-L| < \epsilon$ .

Давайте воспользуемся определением предела:  $|2x-1-L| < \epsilon/2$ .

Отсюда получаем:  $L-\epsilon/2 < 2x-1 < L+\epsilon/2$

Делим все три части неравенства на 2:  
 $(L-\epsilon/2)/2 < x-1/2 < (L+\epsilon/2)/2$ .

Теперь заменим  $x$  на  $3 + \delta/2$  и упростим выражение:  
 $(L-\epsilon/2)/2 < 2.5\delta-0.5 < (L+\epsilon/2)/2$ .

Так как мы можем выбрать любое  $\epsilon$ , то мы можем выбрать  $\epsilon/2$ , а затем  $\delta = \epsilon/5$ , чтобы получить:  $(L-\epsilon/2)/2 < \epsilon < 2.4\delta < L+\epsilon/2$ .

Отсюда следует, что  $L=5$ . Таким образом, мы доказали, что предел функции  $f(x)$  при  $x$ , стремящемся к 3, равен 5.

Пример 2. Найдём предел функции  $g(x) = x^2 -$

$3x + 2$  при  $x$ , стремящемся к 2.

Решение: Сначала найдём, где функция  $g(x)$  равна 0:  $g(x) = x^2 - 3x + 2 =$   
 $(x-1)(x-2)$

Таким образом, функция  $g(x)$  имеет корень в точке  $x=1$  и  $x=2$ . Возьмем предел функции  $g(x)$  при  $x$ , стремящемся к 2.

Так как нам нужно изучать окрестности точки 2, мы можем выбрать  $\delta$  так, чтобы удовлетворять условию  $0 < |x-2| < \delta$ .

Тогда мы можем заменить все значения функции  $g(x)$  на их пределы в точке 2:  $\lim(x \rightarrow 2) (x^2 - 3x + 2) = \lim(x \rightarrow 2) (x-1)(x-2) = (2-1)(2-2) = 0$ .

Таким образом, мы доказали, что предел функции  $g(x)$  при  $x$ , стремящемся к 2, равен 0.

### Заключение

Пределы функций — это важная и широко используемая тема в математике и других областях. Определение предела является ключевым понятием, и его свойства позволяют решать различные задачи. Решение примеров показывает, как можно использовать определение и свойства пределов функций для нахождения значений приближающихся к определенным значениям.

### Литература:

1. Бабенко, К. И. Основы численного анализа / К. И. Бабенко.— М.: Главная редакция физико-математической литературы издательства «Наука», 1986.— 744 с.
2. Бакушинский, А. Элементы высшей математики и численных методов / А. Бакушинский, В. Власов.— М.: Просвещение, 2014.— 336 с.
3. Босс, В. Лекции по математике. Том 1. Анализ. Учебное пособие / В. Босс.— М.: Либроком, 2016.— 216 с.
4. Воробьев, Н. Н. Теория рядов / Н. Н. Воробьев.— М.: Главная редакция физико-математической литературы издательства «Наука», 1986.— 408 с.

# ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

## Методика внедрения информационной системы управления проектами для электросетевых организаций

Балакина Мария Николаевна, студент магистратуры

Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС» (г. Москва)

*В статье автор разрабатывает специализированную методику внедрения информационной системы управления проектами в деятельность электросетевых организаций.*

**Ключевые слова:** управление проектами, инвестиционная деятельность, энергетика, электросетевые организации, информационная система управления проектами, ИСУП.

**И**нформационная система управления проектами (ИСУП) — это система, предназначенная для ведения проектной деятельности, контроля исполнения проектов, организации взаимодействия участников проектов, хранения документации по проектам [1].

На текущий момент времени нет общепринятых универсальных методик внедрения ИСУП, они обычно разрабатываются ведущими производителями соответствующего программного обеспечения с учетом их особенностей, а также сферы применения.

В данной работе рассмотрены особенности деятельности электросетевых организаций, обеспечивающих связь различных энергосистем, распределенных территориально. Деятельность таких компаний направлена на стабилизацию электроснабжения, ликвидацию энергодефицита, обеспечение растущего перспективного потребительского спроса на электроэнергию, повышение конкурентоспособности, снижение эксплуатационных затрат. Все это приводит к необходимости строительства дополнительных объектов электросетевого хозяйства, а также реконструкции, модернизации и модификации уже имеющихся объектов. Для выполнения этих мероприятий электросетевые организации формируют инвестиционную программу, особенностями реализации проектов в которой являются [2]:

1. Круг заинтересованных сторон.
2. Источники финансирования инвестиционных проектов.
3. Типы реализуемых инвестиционных проектов.
4. Временные и качественные аспекты инвестиционных проектов.
5. Процессы управления инвестиционными проектами.
6. Организационная структура управления инвестиционными проектами.

После проведения исследования области применения ИСУП в деятельности электросетевых организаций был вы-

полнен сравнительный анализ известных методологий внедрения готовых информационных систем таких компаний, как: Microsoft, Oracle и SAP. Исходя из полученных результатов была сформулирована специализированная методика, соединяющая в себе базовые элементы (общие этапы + преимущества), полученные в результате сравнения, а также методологию управления по контрольным точкам [3].

За основу в методике взята структура управленческой деятельности, состоящая из следующих элементов: социальный субъект (индивиду, предприятие, группа), запланированный результат (цель) и имеющиеся условия (ресурсы). В стремлении к заданному результату социальный субъект оказывает воздействие на среду. При таком подходе выделяют как минимум две роли: управляющий и управляемый. Управляющий выполняет последовательную серию задач, нацеленных на достижение запланированного результата. Управляемый — это интересующий управляющего объект среды, воздействие на который позволит достичь запланированных результатов [4]. В методике предполагается, что управляющий на проекте мыслит в разрезе результатов (контрольных точек), а управляемый в разрезе предстоящих перед ним работ для достижения поставленных результатов управляющего (рис. 1).

Адаптация методики внедрения ИСУП в деятельность электросетевых организаций подразумевает следующее:

1. Этап «Подготовка проекта» (рис. 2)

Функции Управляющего совета (УС): контроль реализации проекта внедрения; утверждение изменений ключевых параметров проекта внедрения; утверждение результатов проекта внедрения; утверждение списка пилотных и тиражируемых (масштабируемых) проектов; утверждение изменений в составе ОС; рассмотрение и принятие решений по возникающим в проекте внедрения проблемам вне уровня полномочий ОС; участие в отчетных совещаниях по проекту внедрения.



КТ0.\* — КТ данного уровня подразумевают фиксацию двух дат: начало и окончание соответствующего этапа (стратегический уровень)

КТ1.\* — КТ данного уровня подразумевают планирование промежуточных результатов, обеспечивающих достижение результата соответствующего этапа (тактический уровень)

КТ2.\* (финансы) — КТ данного уровня подразумевают фиксацию денежных поступлений при реализации проекта (авансы + платежи)

Рис. 1. Контрольные точки проекта

### Этап «Подготовка проекта»

#### ✓ Методологическая основа



#### ✓ Структура Рабочей группы

- Операционный совет (заместители директоров и руководители среднего звена организации)
- Управляющий совет (представители топ-менеджмента организации)
- Куратор проекта со стороны заказчика,
- Руководитель проекта со стороны заказчика,
- Секретарь Рабочей группы внедрения

#### Шаблон модели реализации управления инвестиционными проектами в электросетевой организации:

<b>Направление</b>	Капитальное строительство, техническая дирекция и т.п.
<b>Тип проекта</b>	Инфраструктурный, технологический и т.п.
<b>Вид проекта</b>	Строительство распределительных сетей, строительство инженерных сетей и т.п.
<b>Процессы управления</b>	Пр1. Инициирование Пр2. Планирование Пр3. Проектирование Пр4. Реализация Пр5. Завершение
<b>Куратор проекта</b>	Ответственный назначается из числа топ-менеджеров соответствующего направления
<b>Руководитель проекта</b>	Ответственный назначается из числа руководитель среднего звена соответствующего направления
<b>Администратор проекта</b>	Ответственный назначается из числа сотрудников, находящихся в прямом подчинении руководителя среднего звена соответствующего направления
<b>Зaintересованные стороны</b>	Топ-менеджмент организации и т.п.
<b>Документация</b>	Формируемая в ходе реализации: договоры, план-графики, ПСД и т.п. Отчетная при закрытии проекта: КС2, КС3 и т.п.

Рис. 2. Этап «Подготовка проекта»

Функции Операционного совета (ОС): принятие рабочих решений по проекту внедрения; обеспечение проекта внедрения необходимыми ресурсами для достижения поставленных результатов; обеспечение выполнения сроков и качества работ участников проекта внедрения; обеспечение участия в пилотных и тиражируемых (масштабируемых) проектах подрядчиков; обсуждение и согласование документов, разрабатываемых в рамках тиражируемых (масштабируемых) проектов; участие в отчетных совещаниях по проекту внедрения; участие в оперативных совещаниях по проекту.

2. Этапы «Проектирование» и «Разработка и тестирование» (рис. 3).

На этапе «Проектирование» рекомендуется использовать следующую целевую модель бизнес-процесса «Управление инвестиционной деятельностью предприятия» (таблица 1), перечень заинтересованных лиц (таблица 2) и типовую организационную структуру электросетевой компании (рис. 4).

3. Этапы «Опытная эксплуатация» и «Промышленная эксплуатация» (рис. 5).

### Этап «Проектирование»

- ✓ Определение функциональных и нефункциональных требований по FURPS+.
- ✓ Целевые модели: бизнес-процесс «Управление инвестиционной деятельностью предприятия» и структура базы данных

### Этап «Разработка и тестирование»

- ✓ Проведение тестирования:
  - Функциональное (направлено на проверку функциональности ИСУП, корректности выполнения задач).
  - Тестирование производительности (направлено на проверку соответствия параметрам, заданным на этапе проектирования [уровни нагрузки на ИСУП]).
  - Модульное тестирование (направлено на проверку дефектов и ошибок после обновления одного или нескольких системных модулей).
  - Тестирование интеграции с внутренними и внешними системами

Рис. 3. Этапы «Проектирование» и «Разработка и тестирование»

Таблица 1. Характеристика бизнес-процесса «Управление инвестиционной деятельностью предприятия»

Фаза	Процессы	Содержание
Ф1. Прединвестиционная	Пр1. Инициирование	формирование инвестиционного замысла (идеи): определяются цели и ожидаемые результаты проекта, планируемое место реализации проекта, возможные характеристики объекта строительства, формируется представление об участниках и инвесторах проекта; предпроектные разработки и бизнес-планирование: подразумевает обработку полученной идеи с последующим формированием концепции проекта, оценки его стоимости, определении бюджета, формировании плана потребности в финансировании и плана привлечении финансирования [очень важны источники финансирования]); далее разрабатывается комплект документов, охватывающие финансовые, технологические, организационные, временные, социальные, технологические и т.п. аспекты для анализа целесообразности реализации проекта; после утверждения документации приступают к бизнес-планированию (описывают маркетинговую, производственную, организационную, финансовую и другие составляющие проекта, а также разрабатывают основные методы и схемы финансирования, определяют перечень заинтересованных сторон, проводят детальный анализ всевозможных вариантов местоположения и конфигурации земельных участков).
Ф2. Инвестиционная	Пр2. Планирование	определяется перечень и объем работ, необходимый для реализации проекта в кратчайшие сроки и с установленным бюджетом.
	Пр3. Проектирование	выполнение проектно-изыскательских работ (проектно-сметная документация разрабатывается на основании согласованного и утвержденного задания на проектирование и содержит архитектурные, функционально-технологические, конструктивные и инженерно-технические решения для объекта строительства); разработанную проектно-сметную документацию согласовывают с заказчиком, а также с органами архитектуры и градостроительства, государственного контроля и надзора и другими.
	Пр4. Реализация	осуществляется заключение договоров со всеми необходимыми для осуществления проекта участниками; выполнение строительно-монтажных работ, осуществление проверки и приемки отчетной документации; сдача объекта в эксплуатацию. Также нужно отметить, что на всем этапе реализации осуществляется мониторинг хода реализации инвестиционного проекта.
Ф3. Операционная	Пр5. Завершение	эксплуатация объекта; мониторинг экономических показателей.

Таблица 2. Характеристика заинтересованных сторон

Участник	Описание
Инвестор	Реализует финансирование проекта за счет собственных или привлеченных средств
Заказчик	Отвечает за определение целей проекта, источников финансирования, заключение договоров, управление финансами и отчетностью.
Генеральный проектировщик, проектировщики, технологии, изыскатели, инженеры	Отвечает за разработку проектно-сметной документации с определением архитектурных, функционально-технологических, конструктивных и инженерно-технических решений для объекта
Генеральный подрядчик	Выполняет строительно-монтажные работы с ответственностью за весь комплекс проектных работ
Подрядчик	Выполняет строительно-монтажные работы по договору подряда
Поставщики оборудования	Осуществляют поставки (изготовление и поставки) оборудования проекта
Лицензиар	Осуществляет передачи прав и знаний на использование технологии реализации строительства объекта
Поставщики материальных ресурсов	Отвечают за поставку всех необходимых для выполнения строительно-монтажных работ материалов и ресурсов
Банки, фонды	Осуществляют кредитование/заемное финансирования проекта
Органы власти	Обеспечивают правовое регулирование, а также надзор за ходом реализации проекта
Консультанты	Предоставляют консалтинговые услуги на различных стадиях реализации проекта

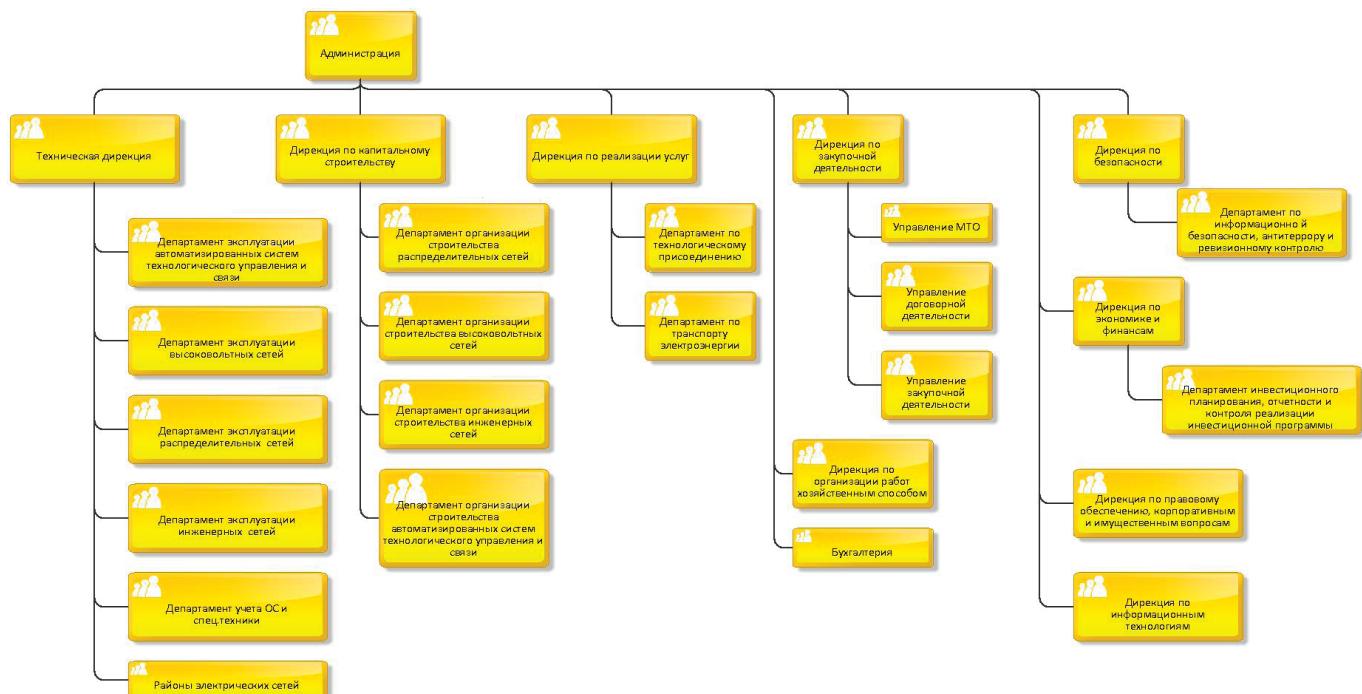


Рис. 4. Типовая организационная структура электросетевой компании



Рис. 5. Этапы «Опытная эксплуатация» и «Промышленная эксплуатация».

Литература:

- Информационная система управления проектами.— URL: <https://citto.ru/directions/ws58f8x>.
- Этапы реализации инвестиционно-строительного проекта.— URL: <https://prcs.ru/inzhiniring/ehtapy-realizacii-investicionno-stroitelnogo-proekta/>.
- Стратегия прорыва. Часть 5 На пути к безоткатной трансформации компании.— URL: <https://blog.bitobe.ru/article/strategiya-proryva-chast-5/>.
- Рой О.М. Теория управления: Учебное пособие.— Питер, 2008.— С. 5–25.

## Государственная образовательная экосистема: особенности создания

Ибрагимова Надият Рамизовна, студент магистратуры

Российская академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации (г. Москва)

Четвертая промышленная революция, описанная К. Швабом, не только изменяет способ производства, но также приводит к смене образа мышления и ценностных преобразований. Инновационные технологии, такие как IoT, AI, большие данные, робототехника, VR, AR, блокчейн, облачные вычисления и 3D-печать, меняют мир, и как результат, возникает необходимость перехода к экономике знаний и информации. Для обеспечения этого перехода необходимо формирование новой современной концепции развития образования, ориентированной на подготовку специалистов, способных работать на высокотехнологичных рынках с инновационными технологиями в условиях многозадачности и высокой динамики изменения всей социальной экономической системы [4, с. 3–4].

В этой связи формирование качественного нового человеческого капитала, ориентированного на непрерывное обучение и восприятие знания информации, является важным элементом. Для быстрого и качественного обучения людей, необходимо создание более тесной связи между образовательной и трудовой системами. Для этих целей, применение экосистемного подхода может быть полезным.

Несмотря на актуальность темы, она не получила должного освещения в научном мире. Хотя, несомненно, существуют ученые и практики в области образования, которые занимаются изуче-

нием и разработкой идей на тему образовательной экосистемы. Джордж Сьерра, автор концепции «обучения в экосистеме», Александр Пивоваров, автор концепции «обучение в экосистеме знаний», Виталий Суслов и Наталья Лукашевич занимаются исследованием информационных технологий и разработкой образовательной экосистемы, ведущий научный сотрудник РАН, Александр Кузнецов, изучает цифровые образовательные платформы, Катерина Казимирчук, автор статей, посвященных образовательной экосистеме и многие другие [8, с. 1–3].

Одной из главных причин недостаточности изучения темы единой образовательной экосистемы является ее сложность и многогранность. Поэтому представляется необходимым специально обратить внимание на появляющиеся пути развития образовательной экосистемы, проблемы и особенности, с которыми может столкнуться государство, при создании своей образовательной экосистемы.

Термин «экосистема» был предложен экологом Артуром Тенсли в 1935 г. Экосистема представляет собой систему, которая объединяет живые организмы и акцентирует внимание на взаимосвязи между участниками экосистемы и окружающей их средой, при этом они взаимодействуют друг с другом и совместно развиваются, а также вместе приспособливаются к изменениям внешней среды [6, с. 1–6].

Экосистема, как понимание, выходящее за рамки биологического контекста, была введена в оборот после публикации Д. Мура в Harvard Business Review в 1993 году о новом формате конкуренции. Он предложил определение цифровой экосистемы как совокупности сервисов, как собственных, так и партнерских, объединенных вокруг одной компании с целью создания добавленной ценности для всех ее участников [1].

На основе этого подхода можно определить цифровую образовательную экосистему как сетевую инфраструктуру, объединяющую различные цифровые инструменты в рамках единой технологической (образовательной) платформы, которая регулируется одной организацией, учитывая интересы всех компаний, и создает условия для наиболее эффективного взаимодействия всех заинтересованных сторон. Это также позволяет оказывать персонализированные образовательные услуги, учитывая потребности обучающихся.

На сегодняшний день в России существует несколько компаний, представляющих целевые экосистемы в разных масштабах, включая продукты и структуры в онлайн формате. Некоторые из крупных образовательных экосистем в России включают «Яндекс», «МТС», «Сбер» Mail.ru Group, Skyeng и «Нетология групп». Средними можно считать «Arzamas», «Постнауку» и «Лекториум», а мини-экосистемами — Getcourse [11, с. 3–5].

Однако следует отметить, что вышеупомянутые компании являются коммерческими экосистемами, главной целью которых является получение прибыли, даже если часть образовательного контента предоставляется бесплатно. Тем не менее, именно коммерческие компании обычно быстрее реагируют на потребности трудового рынка. Согласно отчету Smart Ranking, суммарная выручка топ-100 крупнейших EdTech-компаний России по итогам 2022 года составила около 87 млрд руб., что на 14 млрд руб. больше, чем в 2021 году, и на 65 млрд руб. больше, чем в 2020 году [9, с. 4].

Несмотря на успешный пример создания бизнесом образовательных экосистем, государственная образовательная система нацелена на создание единого целенаправленного процесса воспитания и обучения, который является общественно значимым благом и осуществляется в интересах человека, общества и государства. Важность не коммерческой, а социальной цели государственной образовательной системы подчеркивается даже исключением термина «образовательная услуга» из законодательства РФ в июле 2022 года.

В законодательстве пока отсутствует четкий термин «экосистема» в контексте образовательного процесса, однако некоторые регионы уже включают его в свои законодательные акты. Например, концепция «образовательной экосистемы» упоминается в Законе Московской области от 30.11.2018 № 87/2018-ОЗ «Об образовании в Московской области», которая предполагает интеграцию образовательных ресурсов и услуг, направленных на развитие образования в регионе. В законе Краснодарского края от 03.07.2019 № 2016 № 781 «Об образовании в Краснодарском крае» термин «экосистема образования» не определяется явно, однако говорится о том, что под «интегрированными образовательными экосистемами» понимаются комплексы образовательных учреждений, объединенных на основе современных информационных технологий в единую инфраструктуру [5, с. 1–7].

Однако, отсутствие соответствующего термина не является показателем бездействия государства в области экосистем. Для регулирования и поддержки развития единой цифровой среды, была создана облачная платформа «Гостех», предназначенная для федеральных и региональных органов власти, с помощью которой можно быстро и эффективно создавать государственные информационные системы и цифровые сервисы. «Гостех» реализует доменный подход к проектированию цифровых сервисов государства, учитывая межведомственное взаимодействие, технические возможности и формирует надежную и безопасную архитектуру ИТ-системы домена [1, с. 4].

В данном случае, домен представляет собой область деятельности государственных органов и юридических лиц, которая принадлежит одной отрасли экономики и социальной сферы и имеет общих потребителей. Один из доменов, который поддерживается данным сервисом, является образование.

Минобрнауки, например, уже переносит свою работу на технологическую платформу «Гостех», о чем заявила замминистра науки и высшего образования Дарья Кирьянова в середине февраля 2023 года [2, с. 3–6].

Но несмотря на такой важный шаг, полная картина того, как должно выглядеть образование будущего, у государства пока отсутствует. В национальных целях развития образования силы направлены на техническое оснащение образовательных учреждений для создания единой цифровой образовательной среды, но нет конечного виденья образовательной экосистемы. А именно долгосрочное планирование, рассчитанное на 20, 30 или даже 50 лет вперед поможет не только более ясно двигаться к цели, но и создавать свои мировые тренды образования, став крупным игроком на мировом образовательном рынке.

Однако при разработке инновационных решений не следует забывать, что экосистема представляет собой не только создание нового, но и интеграцию прошлого опыта, особенно когда речь идет о государственной экосистеме. Образование 2.0 и 3.0 сталкиваются с конфликтом в образовании 4.0, который проявляется в различных элементах экосистемы, таких как технологии, услуги, стандарты и нормативы. Этот конфликт отражает не только технические аспекты, но также наследственные ценности и смыслы, которые встраиваются в структуру образовательного взаимодействия на протяжении всей жизни. В связи с этим, образовательные экосистемы имеют разные цели и задачи при вступлении в конкуренцию друг с другом. Традиционное образование (старая экосистема) ставит перед собой задачу модернизации, тогда как новое образование XXI века (новая экосистема) стремится к завоеванию образовательного пространства [10, с. 4–5].

Однако экосистема образования развивается не только в рамках прошлого и настоящего, но и в разных направлениях. В этом контексте, иерархическая модель управления уступает место смешанной модели, объединяющей и иерархические, и сетевые черты. В сетевой модели каждый участник выступает в качестве точки принятия решений и исполнителя. Примерами таких систем являются модели «холократии» и «биорговых организаций», а также форматы «сетевой демократии» и «открытого правительства». Кроме того, помимо вертикального объединения и управления образовательной экосистемой,

необходимо урегулировать и интеграцию на горизонтальном уровне, так чтобы государственные и частные образовательные организации имели одинаковые риски и дивиденды. Экосистема должна быть открыта для всех участников, без возможности захвата одним игроком всего рынка. Государство осуществляет контроль, чтобы ни одна компания не могла захватить весь рынок, что подчеркивает важность участия государства в образовательной экосистеме [7, с. 1–7].

Горизонтальное регулирование и развитие образовательной экосистемы играют ключевую роль в обеспечении ее эффективного функционирования. Образовательная экосистема, как и любая другая экосистема, ограничена пространством и временем. Она может быть мега-, макро-, мезо- и микроэкосистемой в зависимости от уровня локализации пространства. В одном пространстве могут одновременно функционировать несколько экосистем образования разных уровней. Элементы одной экосистемы могут также быть элементами другой экосистемы, что в результате обеспечивает устойчивое развитие экономики [3, с. 4].

Однако сотрудничество всех образовательных учреждений на территории России может быть достигнуто только при условии их объединения на инфраструктурном, законодательном, информационном, методологическом и кадровом уровнях, что обеспечит согласованность действий при создании государственной образовательной экосистемы. Это возможно только через разработку единой нормативно-правовой

базы, архитектуры экосистемы и поддержку со стороны государства как для государственных, так и частных образовательных организаций.

Подводя итог, можно сказать, что порожденная инновационными технологиями, новая экономическая реальностью меняет все жизненные циклы человека. Особенно это касается такой масштабной и важной части жизни человека как образовательной системы. Сложностью создания государственной образовательной экосистемы является то, что системы настолько большая и включает в себя такое многообразие смежных системы (экономическую, трудовую, цифровую, строительную и т.д.) и подсистем, что для того, чтобы создать архитектуру образовательной экосистемы, необходимо на государственном уровне учесть все уровни, сферы и компоненты образовательной системы, превратив их в единое комфортное пространство как для граждан и государства, так и для бизнеса. Ведь государство не может создать экосистему самостоятельно, во-первых, это не выгодно экономически, во-вторых, коммерческие организации уже выстроили успешные образовательные экосистемы, в-третьих, для защиты конституционных прав человека и гражданина государство не может монополизировать все образовательное пространство или позволить сделать это кому — то из коммерческих компаний. Поэтому важно, чтобы, опираясь на главный закон страны, Конституцию РФ, государство создавало нормативную базу для государственной образовательной экосистемы.

#### Литература:

1. Андреева, О. Ю. Цифровые платформы для образования как экосистемы / О. Ю. Андреева, Г. Р. Суздалева.— Текст: непосредственный // Шумпетеровские чтения.— 2022.— № 1.— с. 125–136.
2. Доброродний, Д. Г. Цифровая трансформация высшего образования: вызовы и риски для классического университета / Д. Г. Доброродний.— Текст: электронный // Философия и социология: [сайт].— URL: [http://edoc.bseu.by:8080/bitstream/edoc/90699/1/Dobrorodniy\\_105\\_113.pdf](http://edoc.bseu.by:8080/bitstream/edoc/90699/1/Dobrorodniy_105_113.pdf)
3. Жернов Евгений Евгеньевич, Кочергин Дмитрий Геннадьевич Этические проблемы цифровизации образования // Профессиональное образование в России и за рубежом.— 2021.— № 4 (44).— URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/eticheskie-problemy-tsifrovizatsii-obrazovaniya>
4. Колесникова, Е. Ю. Цифровая революция в образовании: возможности и риски для классических университетов / Е. Ю. Колесникова.— Текст: электронный // Научная мысль Кавказа: [сайт].— URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/tsifrovaya-revolutsiya-v-obrazovanii-vozmozhnosti-i-riski-dlya-klassicheskikh-universitetov>
5. Мансурова, С. Е. Феномен цифровых и образовательных экосистем: гуманитарный контекст / С. Е. Мансурова. // Ценности и смыслы.— 2021.— № 6.— URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/fenomen-tsifrovyyh-i-obrazovatelnyh-ekosistem-gumanitarnyy-kontekst>
6. Никита Подлипский, Бум ИТ-курсов и стоп на инвестиции: как 2022 год изменил рынок образования в России / Подлипский Никита.— Текст: электронный // Forbes: [сайт].— URL: <https://www.forbes.ru/mneniya/483170-bum-it-kursov-i-stop-na-investicii-kak-2022-god-izmenil-rynek-obrazovaniya-v-rossii?ysclid=lhcfnu61vk707184869>
7. Певзнер, М. Н. Цифровая трансформация образовательного процесса в вузе: риски и угрозы / М. Н. Певзнер.— 2020.— № 69 — Текст: электронный // Проблемы современного педагогического образования: [сайт].— URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/tsifrovaya-transformatsiya-obrazovatelnogo-protsessa-v-vuze-rischi-i-ugrozy>
8. Ребко, О. В. Основные требования и риски цифровой трансформации образования / О. В. Ребко.— Текст: электронный // Среда: [сайт].— URL: <https://phsreda.com/e-articles/10406/Action10406-103540.pdf>
9. Рынок онлайн-образования упадет на 35–40% по итогам 2022 года.— Текст: электронный // РБК: [сайт].— URL: [https://www.rbc.ru/technology\\_and\\_media/13/04/2022/62557dda9a79474faea1badc?ysclid=lgc4e0vkge29884666](https://www.rbc.ru/technology_and_media/13/04/2022/62557dda9a79474faea1badc?ysclid=lgc4e0vkge29884666)
10. Салимьянова, И. Г. Цифровые экосистемы университетов как вектор развития системы образования / И. Г. Салимьянова.— Текст: электронный // Вестник факультета управления СПБГЭУ: [сайт].— URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=47303467&ysclid=lhcfv38b8k823159504>

11. Сулейманкадиева, А.Э. Цифровая образовательная экосистема: генезис и перспективы развития онлайн-образования / А.Э. Сулейманкадиева, М.А. Петров, И.Н. Александров // Вопросы инновационной экономики.— 2021.— № 3.— URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/fenomen-tsifrovyyh-i-obrazovatelnyh-ekosistem-gumanitarnyy-kontekst>.

## Искусственный интеллект в беспилотном управлении автотранспортными средствами: его методы и проблемы

Каплина Светлана Евгеньевна, доктор педагогических наук, профессор;  
Балабаев Михаил Михайлович, студент магистратуры  
Забайкальский государственный университет (г. Чита)

Статья рассматривает применение искусственного интеллекта (ИИ) в беспилотных автотранспортных средствах (АС), объясняя, как ИИ может сделать жизнь людей безопаснее и проще. В статье обсуждаются проблемы, связанные с использованием ИИ в автотранспортных средствах, такие как безопасность, трудность разработки, поведений в экстремальных ситуациях на дорогах общего пользования и проблемы адаптации к различным ситуациям.

**Ключевые слова:** искусственный интеллект, автотранспортные средства, люди, методы, проблемы, разработка.

В связи с огромным ростом изобретательской деятельности и научных достижений мы находимся на этапе решающего сдвига в применении технологий, связанных с беспилотными автотранспортными автомобилями. Автономный автомобиль, или автомобиль без водителя, или беспилотный автомобиль — это просто автомобиль, который может управлять без какого-либо вмешательства человека. Это будет огромным изменением в мире автомобильной промышленности. К автономному транспортному средству подключено множество внешних датчиков. С помощью этих внешних датчиков и компьютерного алгоритма машинного обучения, он, принимает решение [3].

Беспилотные автомобили имеют различные преимущества по сравнению с автомобилями, управляемыми человеком, такие как меньшее количество дорожно-транспортных происшествий, разумное принятие решений и т.д. Самый главный вопрос в том, почему беспилотные автомобили до сих пор не добились успеха. Ответ заключается в недостатках, таких как угрозы киберпреступности или сбоя программного обеспечения, а также в работе с управляемыми автомобилями на дороге. Их главная цель — сначала преодолеть эти проблемы и найти решение.

Целью данной статьи является обсуждение последних тенденций и сложных ситуаций в автономных автомобилях. В ней представлены краткие статистические данные о широко используемых автомобилях, а также краткая история самодостаточных автомобилей.

Возможности беспилотных автомобилей привлекли огромные инвестиции и внимание. В дополнение к размышлениям о технологических возможностях и границах, нам также необходимо, попытаться найти и проанализировать, каким будет будущее, основанное на использовании беспилотных автомобилей. Беспилотные транспортные средства используют различные технологии для экологически безопасной эксплуатации. Они оснащены системой GPS-слежения [2], которая помогает в навигации.

Использование различных видов датчиков и других оборудований позволяет избежать столкновений. С помощью таких технологий, как дополненная реальность, транспортные средства показывают информацию водителям разными способами. Функция видео в реальном времени играет важную роль в беспилотных транспортных средствах для других ТС, а препятствий, людей и других объектов, определения границ и множества других функций, которые облегчают автомобилю работу. Беспилотные транспортные средства совместно используют различные типы датчиков для принятия решения об управлении автомобилем, полностью основываясь на регулировках состояния, включая рулевое управление или использование тяги в случае крайней необходимости. Однако обнаружение объектов в кадровом перемещении видео затруднено, а задержка в миллисекунды может привести к столкновению. Чтобы беспилотный автомобиль мог эффективно перемещаться, необходимо использовать технологии из разных областей.

В России в результате дорожно-транспортных происшествий погибает больше людей, чем в результате террористических атак, внедрение беспилотных транспортных средств может даже снизить количество несчастных случаев в год по всему миру. Основными элементами, необходимыми для работы беспилотного автомобиля, являются камеры, сенсорные схемы, такие как радар-лазер, и многие другие. Беспилотные автомобили используют эти компоненты для интерпретации окружности в течении времени, для разработки виртуальных карт. Это использование AV-МОДУЛЯ, перегруженной системы обучения и искусственного интеллекта. Самым первым шагом в направлении реализации этого является обнаружение объектов. Обнаружение объекта в основном делится на два этапа. Первый из них — классификация фотографий, а второй — локализация фотографий. Тип фотографии определяет тип устройств, найденных на снимке, в то же время локализация фотографии обеспечивает почти подлинную область

этих устройств на снимках (в ограничивающих рамках). Здесь используют нейронные сети.

Автономный автомобиль может работать без какого-либо контроля со стороны человека и может воспринимать окружающую обстановку. Беспилотные транспортное средство время от времени называют самоуправляемым транспортным средством, или автомобилем без водителя. Они использует сочетание датчиков, исполнительных механизмов, машинного обучения структурам, сложных и мощных алгоритмов для выполнения программных программ и перемещения между пунктами назначения без участия человека-оператора. «Датчики собирают данные об окружающей среде в режиме реального времени, такие как географические координаты, скорость и траектория движения автомобиля, его ускорение и границы, на которые автомобиль может наткнуться» [4]. Автомобильная навигация осуществляется с помощью навигационного устройства, оснащенного глобальной системой позиционирования (gps) и географической информационной машиной, что позволяет собирать информацию о регионе, включая широту и долготу.

Неосторожное и опасное вождение может напрямую повлиять на безопасность пассажиров и случайных прохожих, людям, естественно, требуется подтверждение безопасности беспилотных транспортных систем.

Тем не менее, существует несколько факторов беспилотных автомобилей, которые создают ситуации с большими требованиями, и ряд таких ситуаций обусловлен внутренней природой искусственного интеллекта. Этот этап создает особые трудности для разработки, опробования и внедрения технологий искусственного интеллекта в беспилотные ТС. Проблемы заключаются в следующем [1]:

- сложность конструкций, которые используются для беспилотных транспортных средств, становятся все более сложными и нуждаются в эффективном тестировании. Это требует длительной проверки в несколько этапов. Обширные алгоритмы искусственного интеллекта потребляют дополнительную электроэнергию, особенно это актуально для электродвигателей. Несчастные случаи при использовании автомобилей часто происходят из-за того, что среда моделирования не похожа на условия реального мира;

- стоимость, производители беспилотных автомобилей потратили значительные средства на создание этих автомобилей. Например, Google заплатила около 80 000 долларов за амодуль, который недоступен обычному человеку;

- отсутствие регулирования и стандартов — не существует каких-либо четких правил, касающихся беспилотных автомобилей, которые будут регулировать совершенно новые ситуации с беспилотными ТС. Законодателям и регулирующим органам остается только решить, кто несет ответственность,

когда автономное транспортное средство попадает в аварию. Новая эпоха бросает серьезный вызов стандартизации;

- отсутствие веры пользователя, автопроизводители испытывают трудности с получением согласия пользователя. Готовность людей верить, в искусственный интеллект растет совершенно медленно. Передовым пользователям нужен автомобиль, который был бы целеустремленным, непринужденным и безопасным;

- данные, методы искусственного интеллекта должны взаимодействовать с несколькими датчиками и анализировать факты в режиме реального времени. Это связано с обеспечением безопасности во время езды на автомобиле. Для создания симуляторов и их использования требуется фантастическое количество информации и знаний. Подражать человеческому поведению очень трудно. Задача автономного вождения в целом становится чрезвычайно сложной из-за огромного объема соответствующей информации. Социальная дилемма: Автономные транспортные средства предназначены для уменьшения числа дорожно-транспортных происшествий, однако время от времени им следует выбирать из двух зол: наезжать на пешеходов или жертвовать собой и своим пассажиром ради спасения пешеходов. Необходимо разработать алгоритмы искусственного интеллекта таким образом, чтобы это помогло ему справиться с этой социально затруднительным выбором.

Искусственный интеллект проникает в автомобильную промышленность. Ведущие автопроизводители используют технологию искусственного интеллекта в своей деятельности — от улучшения дизайна до продажи автомобиля. Автомобили производятся по всему миру, и каждый производитель находится в сильном противостоянии друг с другом в стремлении создать отличный автомобиль. Беспилотные двигатели — это будущее умных транспортных средств, которые, как можно ожидать, будут экологичными, защищенными от аварий и лучшими городскими автомобилями. Некоторые из них неустанно трудаются над созданием своего собственного автономного транспортного средства с нуля. Из-за многочисленных проблем, связанных с использованием искусственного интеллекта в беспилотных автомобилях, границы для широкого внедрения остаются. В ближайшем будущем искусственный интеллект позволит беспилотным транспортным средствам стать популярными. Технологические компании находятся на переднем плане, используя свой опыт в области искусственного интеллекта для завоевания позиции лидера автомобильного рынка. Беспилотные ТС стали центром современных транспортных исследований (защищая такие темы, как автоматизация, системы автомобильного зрения и искусственный интеллект) и играет важную роль в судьбе перевозок. Стремление к беспилотной автомобильной эре и потребность в ней близки к прорыву.

#### Литература:

1. A. Hristozov, «The role of artificial intelligence in autonomous vehicles,» July 2020, URL: <https://www.embedded.com/the-role-of-artificial-intelligence-in-autonomous-vehicles/> (дата обращения: 01.05.2023).
2. R. Elezaj, «How AI is paving the way for autonomous cars,» October 2019, URL: <https://www.machinedesign.com/mechanical-motion-systems/article/21838234/how-ai-is-paving-the-way-for-autonomous-cars> (дата обращения: 01.05.2023)

3. R. Elezaj, «How AI is paving the way for autonomous cars,» October 2019. URL: <https://www.machinedesign.com/mechanicalmotion-systems/article/21838234/how-ai-is-paving-the-way-for-autonomous-cars> (дата обращения: 02.05.2023)
4. Что такое машинное обучение? Определения, виды, примеры [Электронный ресурс].— Режим доступа: <https://www.sap.com/cis/insights/what-is-machine-learning.html>, свободный.— (дата обращения: 02.05.2023)

## Разработка и исследование метода выявления аномалий в видеопотоке на основе анализа контекста сцены

Кусакина Дарья Сергеевна, студент

Самарский национальный исследовательский университет имени академика С. П. Королёва

*В статье автор описывает этапы подготовки данных и приводит результаты, достигнутые в рамках проводимого им исследования метода выявления аномалий в видеопотоке на основе анализа контекста сцены с использованием нейронных сетей.*

**Ключевые слова:** аномалия, поиск аномалий, аномалии видеоряда, рекуррентная нейронная сеть, последовательность кадров, сверточная нейронная сеть, подготовка данных.

Каждый человек в современных реалиях вынужден работать с большим объемом всевозможных данных. Большая их часть привычна и стандартизирована, а процесс её обработки и анализа не вызывает затруднений. Однако, нередки случаи возникновения непривычного результата, экземпляра, который сильно отличается от общего набора данных. Такие нестандартные результаты могут представлять особый интерес в зависимости от областей и условий, в которых они были получены, и требовать быстрого реагирования.

Поиск аномалии чрезвычайно трудоёмкий процесс, а в сочетании со стремительным ростом объемов информации, а также всевозможных способов её представления невозможен без применения программных решений. Такие программы обязаны быть гибкими, способными легко подстроиться под изменяющиеся данные и растущие требования, обладать высокой производительностью и точностью. Оптимальным инструментом для решения поставленных задач являются нейронные сети, они гибкие: изменение обучающей выборки приводит к получению новых результатов (сам алгоритм при этом может оставаться прежним) и способны к дообучению с целью повышения точности или интерпретации готового решения под необходимые задачи [1].

Метод, описываемый в данной работе, является вариантом использования нейронных сетей для выявления аномалий в видеопотоке. Спецификой выявления аномалии в видеоряде, будет служить связность каждого кадра с предыдущими и последующими, то есть контекст видео [2]. Связность кадров будет обеспечиваться принципом скользящего окна: выбираются первые  $n$  кадров (это первый набор фреймов), затем производится сдвиг на 1 кадр к концу видеоряда, тогда во втором наборе фреймов окажутся кадры со второго по  $n+1$ , операция повторяется до тех пор, пока не будет достигнут конца видеоряда. Выявлять таким образом предстоит **коллективные** аномалии, определяемые количеством: необходимо появление целой последовательности связных экземпляров, непохожих на стандартные и неким условием: отличность таких кадров от стандартных, при соблюдении двух этих условий, кадры видео будут являться аномальными [3]. Похожим набором характеристик могут обладать кадры, представляющие смену ракурса или сцены, чтобы избежать ошибочного отнесения таких объектов к аномальным, необходимо обучить нейронную сеть относить наборы кадров к трем классам: «норма» — все кадры стандартны, объекты, распознанные во фрейме, мало отличаются друг от друга, «аномалия» — фреймы, содержащие подряд идущие кадры (коллективная аномалия), обрамленные нормальными кадрами (объекты, распознанные на подряд идущих кадрах сильно отличаются от объектов на обрамляющих) и «смена сцены» — фрейм содержит 2 набора нормальных кадров ( $s_1$  и  $s_2$ ) с четкой границей между ними, распознанные объекты  $s_1$  и  $s_2$  сильно отличаются друг от друга.

Метод выявления аномалий путем классификации фреймов можно разбить на следующие этапы:

1. Подготовка набора видео для обучения, (видео должны быть подобраны таким образом, чтобы их можно было разделить на 2 класса: видеоряд без смены ракурса — нормальное видео, видеоряд со сменой ракурсов/планов);
2. Кадрирование набора видео;
3. Искусственное создание третьего класса — видео с аномалией, путем замены (или добавления) кадров исходного видео кадрами из другого видеоряда;
4. Получение описания (какие объекты и в каком количестве удалось распознать на каждом из фреймов) кадрированного видео при помощи предобученной сверточной нейронной сети YOLOv5;
5. Составление словаря всех распознанных объектов, путем присвоения номера каждому объекту, в зависимости от частоты встречаемости в видеоряде (чем чаще объект встречается, тем меньше номер);

6. Кодирование каждого кадра при помощи данного словаря (добившись единства: указав максимальное число объектов, распознавание которых на кадре вызывает интерес, если обнаруженных объектов окажется больше, они будут проигнорированы, а если меньше, то их позиции заполняются нулями);

7. Разбивка закодированных кадров на фреймы (группы длиной n по принципу «скользящего окна»);
8. Создание рекуррентной нейронной сети (Keras), принимающей на вход группы из фреймов;
9. Получить результат для каждой группы (вероятность принадлежности к одному из 3 классов: «норма», «аномалия», «смена сцены»).

Результаты некоторых этапов работы приведены ниже:

Этап 4: в качестве одного из результатов работы нейронной сети было получено изображение, на котором содержались именованные рамки, ограничивающие каждый распознанный объект, согласно набору возможных для распознавания объектов (такой набор, множество классов, определяется выборкой, используемой для предобучения сети), пример работы YOLOv5 с подготовленными данными представлен на рисунках 1, 2.

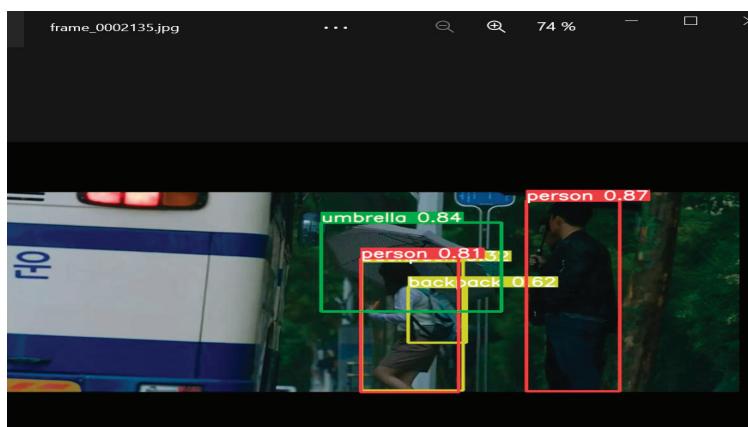


Рис. 1. Пример детектирования объектов на одном кадре

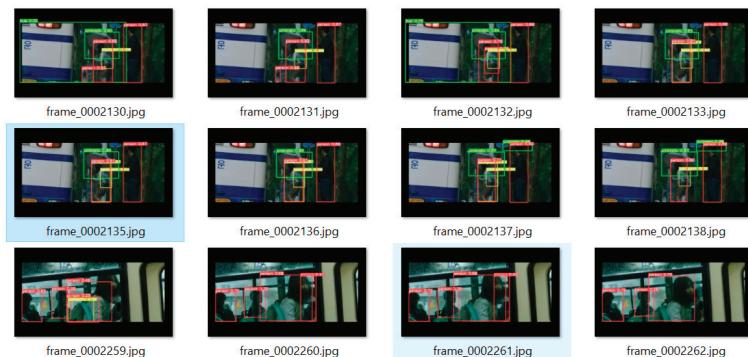


Рис. 2. Пример детектирования объектов в видеоряде

Этап 5: получив описание каждого кадра и множество обнаруженных классов в видеоряде, составляется «словарь» на основе взаимно-однозначного соответствия между классом и числом с учетом частоты встречаемости класса (присваивание наименьшего номера наиболее часто встречающемуся на видео классу), пример генерированного словаря представлен в таблице 1.

Таблица 1. Словарь

Объект	Номер
COW	1
dog	2
elephant	3
zebra	4
horse	5

Этап 6: зададим  $m$  — максимальное число объектов, распознавание которых на кадре вызывает интерес. Для примера, отображенного в таблице 2,  $m = 10$ , позиции недостающих объектов на кадре, если распознано меньше, чем  $m$ , заполнены нулями.

Таблица 2. Описание кадров

Описание кадра	Численная интерпретация
cow, cow, cow, cow	[0000001111]
dog, cow, dog	[0000000212]
elephant	[0000000003]
zebra, cow, cow, cow, cow, dog, horse, cow, cow, elephant	[4111125113]

Этап 8: сформированные последовательности кадров (фреймы) служат входными данными для последовательной модели рекуррентной нейронной сети Keras. В подготовленной выборке содержатся 200 фреймов, принадлежащих классу «аномалия», 198 фреймов, принадлежащих классу «норма», 216 фрейма класса «смена сцены»; из них 80% образуют обучающую и 20% валидационную выборки. В качестве тензора выходных значений используется двумерный массив  $k \times 3$ , где  $k$  — число полученных методом скольжения окон, где каждый массив длиной 3 состоит из одной единицы и двух нулей. Единица на каждой конкретной позиции означает принадлежность данного среза кадров к одному конкретному классу.

Этап 9: графики функций потерь:

$$loss = - \sum_{i=1}^{\text{число предсказаний}} y_i * \log \hat{y}_i,$$

где  $y_i, \hat{y}_i$  — фактическое и прогнозируемое распределение вероятностей для всех классов в задаче, и точности работы:

$$accuracy = \frac{TP}{AP},$$

где  $TP, AP$  — число правильных и общее число прогнозов, построенной модели приведены на рис. 3, 4.

Детальные результаты предсказаний отражены в таблице 3, из которой легко можно найти значения  $TP, AP$ , используемые для расчета функции точности

$$TP = 49 + 30 + 39, AP = TP + 13 + 3 + 2 + 0 + 3 + 1.$$

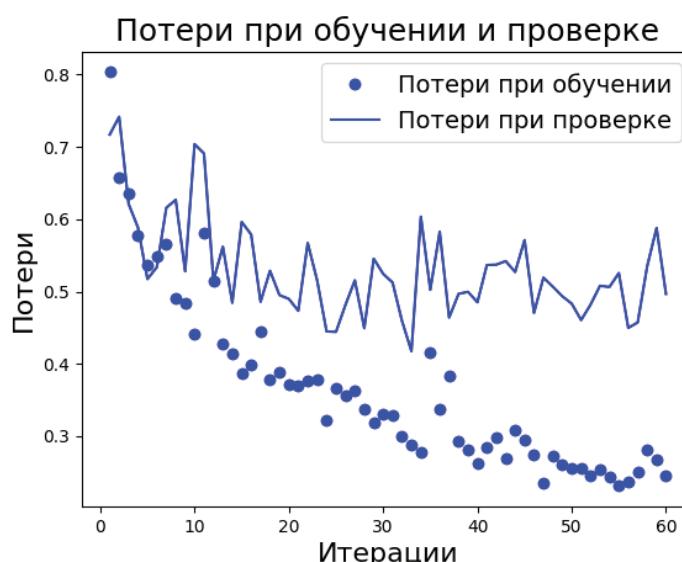


Рис. 3. Графики функций потерь

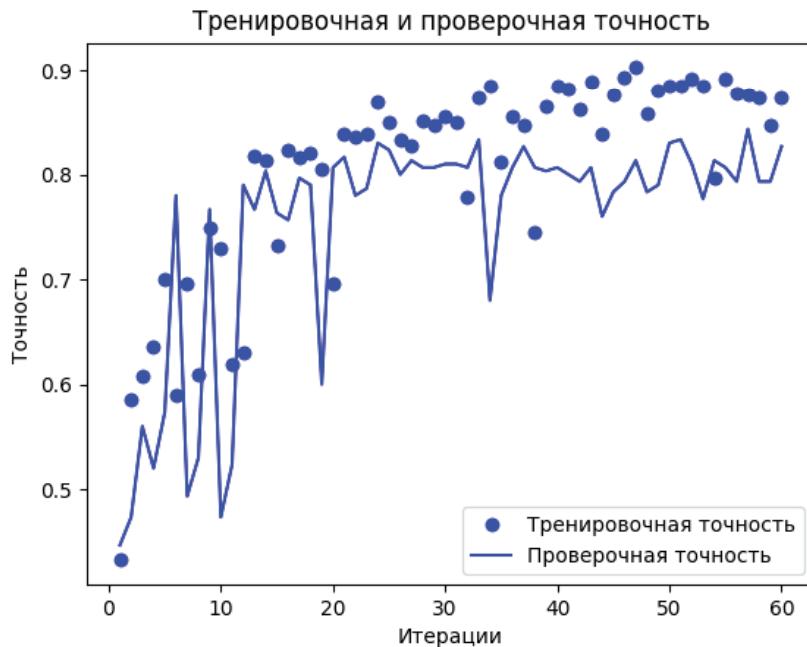


Рис. 4. Графики функций точности

Таблица 3. Матрица ошибок

	«норма»	«смена сцены»	«аномалия»
«норма»	49	13	3
«смена сцены»	2	30	0
«аномалия»	3	1	39

**Выводы:** в ходе выполнения работы удалось достичь точности классификации срезов кадров выше 80%, при этом точность определения аномального фрейма достигает 90%, что доказывает эффективность разработанного метода выявления аномалий в видеопотоке на основе анализа контекста сцены.

Литература:

1. Nasr, A. A. A Learnable Anomaly Detection System using Attributional Rules /, A. A. Nasr, M.Z. Abdulkhaled // International Journal of Computer Network and Information Security.— 2016.— Vol. 8(11).
2. Nayak, R. A comprehensive review on deep learning-based methods for video anomaly detection [Текст] / R. Nayak, Pati C, S. Das. // Image and Vision Computing.— 2021.— Vol.106(6).— P. 104078.
3. V. Chandola, Anomaly detection: A survey [Текст] / A. Banerjee, V. Kumar // ACM Computing Surveys.— 2009.— Vol. 41(3).— P. 1–58.

## Разработка программного модуля для проведения оценки тяжести поражения легких при COVID-19 по данным компьютерной томографии

Мишагина Валерия Юрьевна, студент  
Самарский национальный исследовательский университет имени академика С. П. Королёва

В статье автор демонстрирует результаты, достигнутые в проводимом им исследовании, связанным с разработкой алгоритма, решающего задачу оценивания степени поражения легких при COVID-19 по данным компьютерной томографии с использованием нейронных сетей.

**Ключевые слова:** анализ медицинских изображений, семантическая сегментация, вирусная пневмония, сверточные нейронные сети, архитектура U-Net, архитектура SegNet.

Вирусная пневмония является одним из осложнений, возникающих при коронавирусной инфекции. Пандемия COVID-19, развернувшаяся в 2020 году, показала, что качество, скорость и точность автоматизированной диагностики вирусной пневмонии на снимках компьютерной томографии оставляет желать лучшего, так как даже опытные специалисты в условиях колоссальной нагрузки подвержены «человеческому фактору».

Применяемые сегодня автоматизированные системы диагностики патологии, предусматривают диагностирование изменений легочной ткани по типу «матового стекла», что является отличительной особенностью вирусной пневмонии. Однако такие системы не включают диагностику осложнений, возникающих при тяжелых стадиях вирусной пневмонии, и оказывающих немаловажное влияние на оценку тяжести поражения специалистом-радиологом. Эти патологии возникают часто на месте пораженных пневмонией тканей или смежных к ним, что приводит к неправильной интерпретации данных системами, не обученными к диагностированию таких патологий. Кроме того, в этом случае специалистам потребуется уделить дополнительное внимание легочным тканям в области поражения. Например, отличительной особенностью среднетяжелой и тяжелой формы пневмонии является тенденция пораженных тканей к консолидации. Пример такого рода патологических изменений проиллюстрирован на рис. 1.

Именно поэтому важно создавать и внедрять в медицину наиболее точные и эффективные автоматизированные системы диагностики заболеваний. Они не только помогут врачам убедиться в правильности своего диагноза, но и смогут значительно снизить нагрузку на специалистов, работая автономно.

Разработанный программный модуль, описываемый в настоящей работе, предоставляет возможность осуществления анализа снимка компьютерной томографии легких на предмет наличия на нем признаков вирусной пневмонии и получения результатов анализа в виде сегментации областей интереса при их наличии и процентного соотношения области поражения к площади легкого. Пример сегментационной части анализа изображения приведен на рис. 2.

Источником обучающих данных был выбран ресурс [1]. Обучающая выборка содержит 9 томов изображений и меток к классам размером 630 на 630 пикселей в формате NIFTI.

Для анализа изображений, в том числе имеющих биомедицинскую направленность, широко применяются алгоритмы глубокого обучения. Наибольших успехов в этой области достигли сверточные нейронные сети (СНС). Преимущество сверточных архитектур состоит в меньшей чувствительности таких моделей к аугментации изображений и в меньшем числе настраиваемых параметров. В данной работе для выбора архитектуры СНС для решения задачи семантической сегментации областей интереса были рассмотрены модели U-Net и SegNet.

Модель U-Net была разработана в 2015 году для задачи глубокого машинного зрения. Модель U-Net используется для семантической сегментации изображений и может быть адаптирована для медицинских изображений. Архитектура U-Net относится к типу архитектур кодер-декодер и, соответственно, состоит из двух частей: сужающегося кодера, служащего для выделения признаков, и расширяющегося декодера, осуществляющего проекцию вектора признаков на исходное изображение. Блок кодера состоит из двух сверточных слоев и слоя подвыборки (max pooling), блок декодера — из симметричных кодеру восходящих сверточных слоев и их конкатенации с вы-

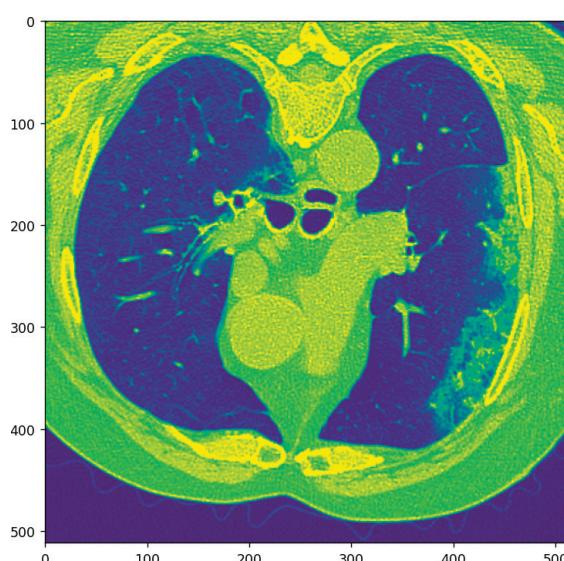


Рис. 1. Снимок компьютерной томографии легких с выраженным участками поражения по типу «матового стекла» с тенденцией к консолидации [1]

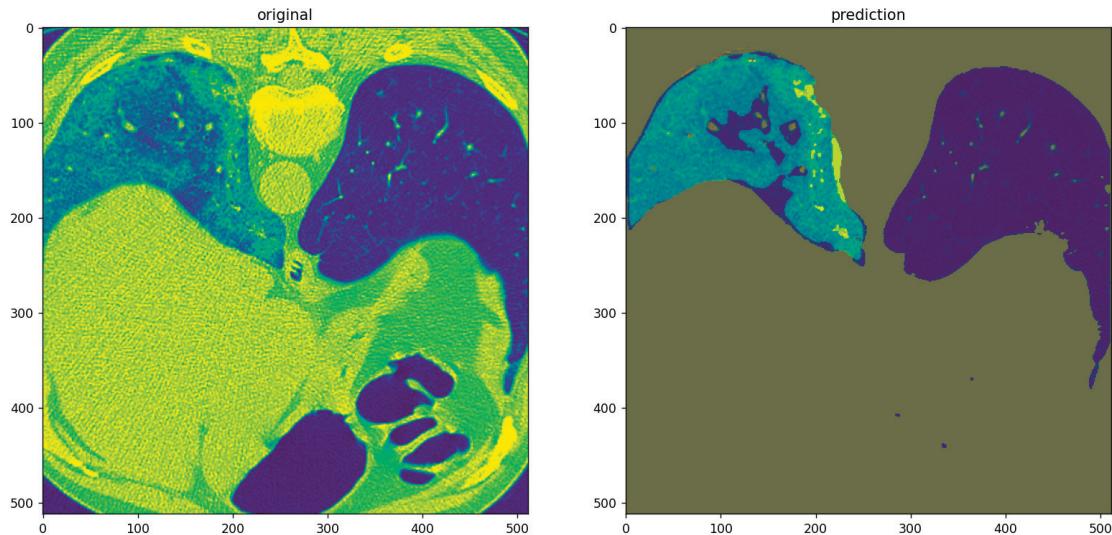


Рис. 2. Пример сегментации изображения по областям интереса для его дальнейшего анализа

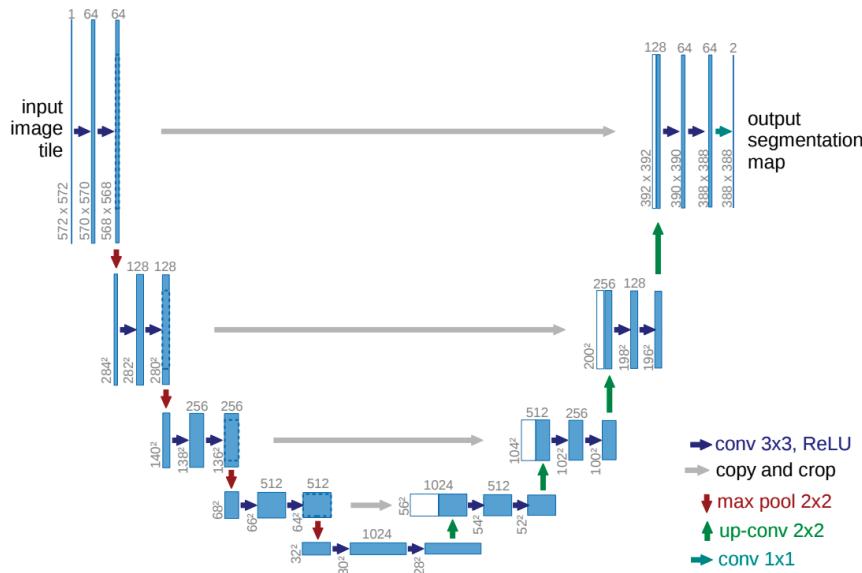


Рис. 3. Архитектура U-Net [2]

ходом соответствующего слоя подвыборки из кодера. Архитектура U-Net представлена на рис. 3.

SegNet — это еще одна архитектура для семантической сегментации изображений, которая была представлена в 2015 году. Эта архитектура на основе сверточной нейронной сети и также имеет структуру кодер-декодер. Для обработки входных данных в данной архитектуре используются операции свертки и уровни максимального объединения (max pooling). Выходной сигнал, полученный кодером, передается в декодер для корректирования. SegNet использует такие пропускные соединения (skip-connections) между кодером и декодером, чтобы сохранять форму и пространственную информацию о входном изображении. Архитектура SegNet представлена на рис. 4.

Для оценки качества моделей использовалась мера Жакара (метрика IoU), которая представляет собой коэффициент совпадения между границами аннотированной области и предсказанными границами объекта.

В качестве оптимизатора для обучения моделей использовалась аддативная оценка момента (Adam), которая является модификацией градиентного спуска и сочетает в себе свойства оптимизатора импульса и среднеквадратичного распространения. Функцией потерь в данной работе являлась категориальная кросс-энтропия (categorical crossentropy).

В результате обучения моделей удалось достигнуть результатов точности, представленных в таблице 1.

Как видно из результатов, модели на основе обеих архитектур справились с задачей. Модель SegNet справилась с за-

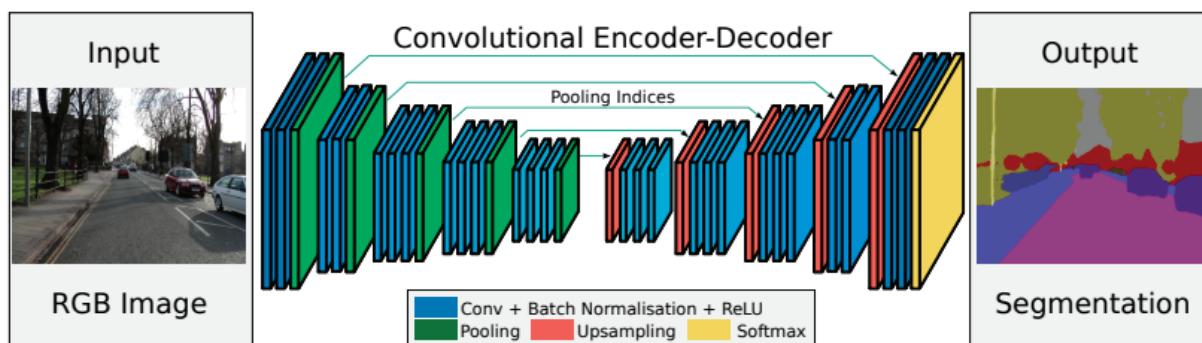


Рис. 4. Архитектура SegNet [3]

Таблица 1. Точность работы нейросетевых моделей U-Net и SegNet

Архитектура нейронной сети	Точность работы нейросетевой модели (IoU)	
	Тренировочная выборка	Тестовая выборка
U-Net	0,87	0,80
SegNet	0,90	0,86

даций немного лучше, что может быть объяснено большим количеством параметров сети.

В соответствии с полученными результатами, в качестве блока, отвечающего за сегментацию областей интереса в разработанном программном модуле, была выбрана архитектура SegNet.

Для сегментации же легких на исходном изображении, была выбрана архитектура U-Net, так как она имеет соответствующую направленность и показывает хорошие результаты в задачах бинарной сегментации.

После проведения семантической сегментации нужных областей и получения маски легких, программный модуль производит количественную оценку пораженной области, основанную на попиксельном подсчете полученных масок поражения и легких, вычислении таким образом их процентного соотношения друг относительно друга. Результат сегментации областей поражения и консолидации тканей, а также рассчитанный процент поражения сохраняются в виде файла формата png.

#### Литература:

1. Jenssen, H. B. MedSeg Covid Dataset 2 / H. B. Jenssen.— Текст: электронный // figshare: [сайт].— URL: <https://doi.org/10.6084/m9.figshare.13521509.v2> (дата обращения: 08.05.2023).
2. Ronneberger, O. U-Net: convolutional networks for biomedical image segmentation / O. Ronneberger, P. Fischer, T. Brox.— Текст: непосредственный // Lecture Notes in Computer Science.— 2015.— № 9351.— С. 234–241.
3. Badrinarayanan, V. SegNet: a deep convolutional encoder-decoder architecture for image segmentation / V. Badrinarayanan, A. Kendall, R. Cipolla.— Текст: непосредственный // IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence.— 2017.— № 39(12).— С. 2481–2495.

## Информационные технологии в логистике

Поросенкова Валерия Владимировна, студент магистратуры;  
Малахов Сергей Валерьевич, кандидат технических наук, доцент  
Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики (г. Самара)

В данной статье рассказывается о том, как информационные технологии влияют на процессы логистики, в чем состоит эффективность объединения логистики и современных технологий, какие задачи решаются и к каким результатам это должно привести.

**Ключевые слова:** логистика, информационные технологии, информационная система, логистическая информационная система, информационный поток.

## Information technology in logistics

*This article describes how information technologies affect logistics processes, what is the effectiveness of combining logistics and modern technologies, what tasks are being solved and what results it should lead to.*

**Keywords:** logistics, information technology, information system, logistics information system, information flow.

**Н**а сегодняшний день логистика и информационные технологии тесно связаны, особенно, если речь заходит об оптимизации процессов на предприятии. Качественная логистика является одним из ключевых факторов в успешном развитии компании, а представить её без передовых информационных технологий практически невозможно.

Логистика — это наука о планировании, организации, управлении, контроле и регулировании движении материальных и информационных потоков от их первичного источника до конечного потребителя. Применение логистики означает выбрать наиболее эффективный, по сравнению с существующим, вариант обеспечения перевозки товара, нужного количества и соответствующего качества с минимальными затратами и издержками. В связи с этим последние годы существует тенденция, по которой крупные предприятия и компании, связанные с транспортировкой грузов, вкладывают огромные средства в оптимизацию процессов логистики, или логистизацию.<sup>1</sup> При этом стоит помнить, что логистика способствует повышению эффективности работы компании при соблюдении требований:

1. Поддержание связи логистики с корпоративной стратегией;
2. Совершенствование организации движения материальных потоков<sup>2</sup>;
3. Поступление необходимой информации и современная технология обработки;
4. Эффективное управление трудовыми ресурсами;
5. Налаживание тесно взаимосвязи с другими фирмами в области выработки стратегии;
6. Учет прибыли от логистики в системе финансовых показателей;
7. Определение оптимальных уровней логистического обслуживания;
8. Тщательная разработка логистических операций.

Соответственно, логистика обеспечивает формирование процесса товародвижения, его эффективное функционирование путем установления необходимых связей между стадиями и участниками логистического процесса. Успех самого логистического процесса зависит от таких факторов как: скорость доставки, уровень сервиса, отложенность внутренних процессов. Именно поэтому в процессах построения логистических моделей<sup>3</sup> (информационные технологии) играют важную роль, свя-

занную с повышением качества указанных факторов и определяют основные направления развития сервисных услуг.

Под информационными технологиями в логистике понимается комплекс программно-технических систем и методов производства, передачи, обработки и потребления информации. Они позволяют:

- прорабатывать альтернативные схемы планирования;
- повысить скорость работ;
- снизить потери и издержки;
- оптимизировать и автоматизировать логистические процессы (отслеживание товародвижения и производственных показателей);
- оперативно обрабатывать информацию о внутренних рабочих процессах предприятия;
- применять «безбумажные» технологии, среди которых цифровой документооборот, электронные платежи, электронная подпись;
- обеспечивать груз системами маркировки.

При этом решаются такие задачи как:

- планирование перевозок;
- автоматический подбор транспортных средств;
- контроль загрузки транспорта;
- планирование маршрута;
- контроль выполнения заказа;
- обеспечение систематического получения точных и надёжных сведений;
- оценка эффективности выполнения перевозок.

К каким результатам интеграция логистики и информационных технологий должна приводить:

- больше своевременно доставленных товаров;
- минимизация затрат и издержек, то есть денежная экономия;
- сотрудники (диспетчеры, водители) должны будут действовать согласно системе и выстроенному плану (достоверной информацией) по доставке товаров, что повысит эффективность трудовой деятельности;
- расширение функций организационно-управленческого производства;
- обеспечение выживаемости в условиях современной конкурентной борьбы.

Из всего вышеперечисленного следует, что современная логистика не сможет развиваться и не будет приносить результаты

<sup>1</sup> Логистизация — это процесс совершенствования управления за счет использования механизмов и инструментов логистики, направленных на оптимизацию процессов и способствующих повышению эффективности.

<sup>2</sup> Материальный поток — это физическое, регламентированное движение материально-технических ресурсов, осуществляющееся в реальном масштабе времени.

<sup>3</sup> Логистическая модель — это упрощённое представление процесса перемещения материального-информационных потоков, с целью прогнозирования событий, связанного с движением ресурсов.

без активного использования информационных технологий. Трудно представить формирование и организацию работы цепей поставок<sup>4</sup> без постоянного обмена информацией и невозможно обеспечить требуемое клиентом качество перевозки товара без применения современных технологий, поэтому в современных условиях специалисты выделяют несколько блоков логистики, и информационная играет ключевую роль, поскольку именно информационная логистика является инструментом интеграции отдельных звеньев цепи поставок в единую информационную систему. Информационная система — это организованная совокупность взаимосвязанных средств вычис-

литературой техники, программного обеспечения, правил, сценариях взаимодействия. Рабочим звеном информационной системы может быть автоматизированное рабочее место персонала, информационное подразделение системы управления организацией или управленцы, объединённые общностью выполняемых функций. Также стоит отметить один важный термин логистики. Логистическая информационная система (ЛИС) — интерактивная структура, включающая персонал, оборудование и технологии, которые объединены информационным потоком<sup>5</sup>. Функциональные возможности, бизнес-процессы и основные пользователи ЛИС представлены на рисунке 1.

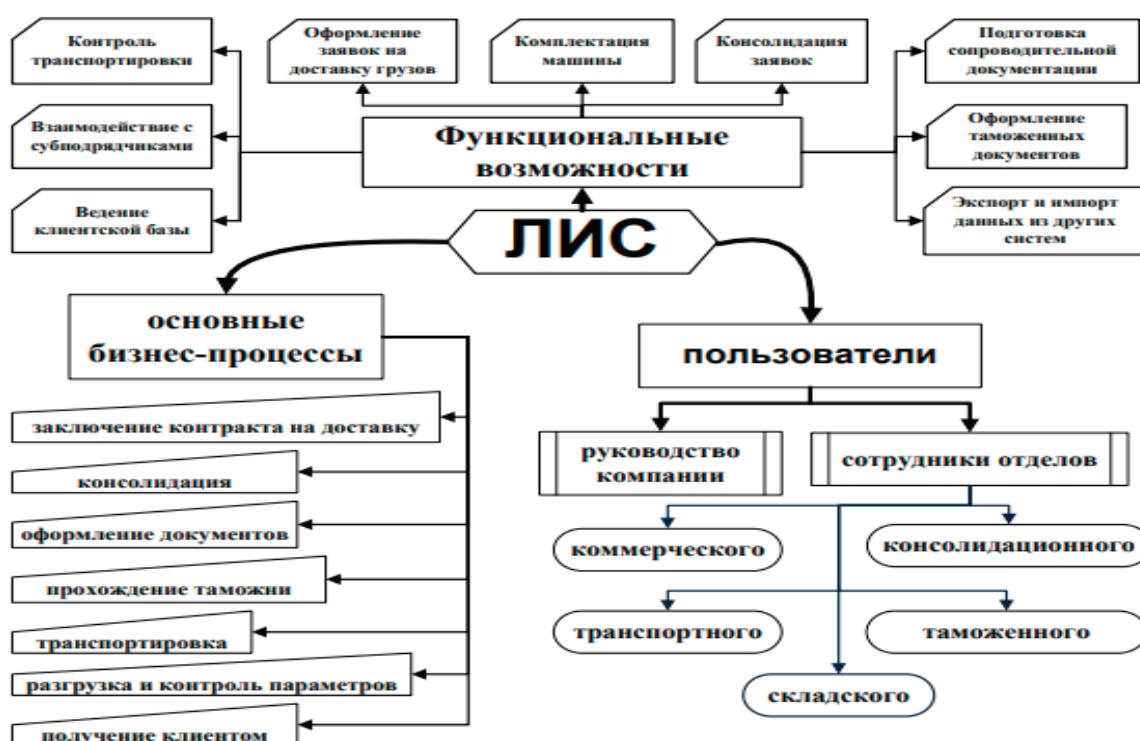


Рис. 1. Функциональные возможности, бизнес-процессы и пользователи ЛИС

На современном этапе развития логистики информация является неотъемлемым производственным фактором, а информационные потоки обеспечивают согласованное взаимодействие всех элементов системы, так что отдельные цепи каждой подсистемы подчиняются общей цели. Использование информационных технологий позволило поднять эффективность управления материальными потоками на принципиально новый уровень. Информационными системами могут решаться разнообразные задачи, связанные с контролем материальных потоков, оперативным управлением на производстве и т.д. Функции информационной системы представлены на рисунке 2. Базы данных хранят внешние данные, которые сохраняют заявки, партии товаров, а также внутренние данные (про-

изводственные процессы). Благодаря функциям планирования можно управлять запасами, учитывая определённые факторы; прогнозировать спрос и продумать стратегию на производстве. Коммуникационная функция обслуживания покупателей позволяет отслеживать состояние заказа, узнавать о доступности запасов. С помощью координационной функции можно составлять график производства; планировать сбыт и потребности в сырье или товарах.

Функция контроля включает:

- контроль за уровнем обслуживания покупателей;
  - эффективность работ сотрудников;
  - эффективность работы перевозчика;
  - эффективность системы в целом.

<sup>4</sup> Логистическая цепь представляет собой упорядоченное множество взаимосвязанных экономических субъектов, осуществляющих логистические операции по обеспечению потребителя конкретной продукцией.

<sup>5</sup> Информационный поток — это поток сообщений, данных в документальной (бумажной и электронной) и другой форме, который сопровождает материальный и сервисный потоки, и является элементом логистической системы.

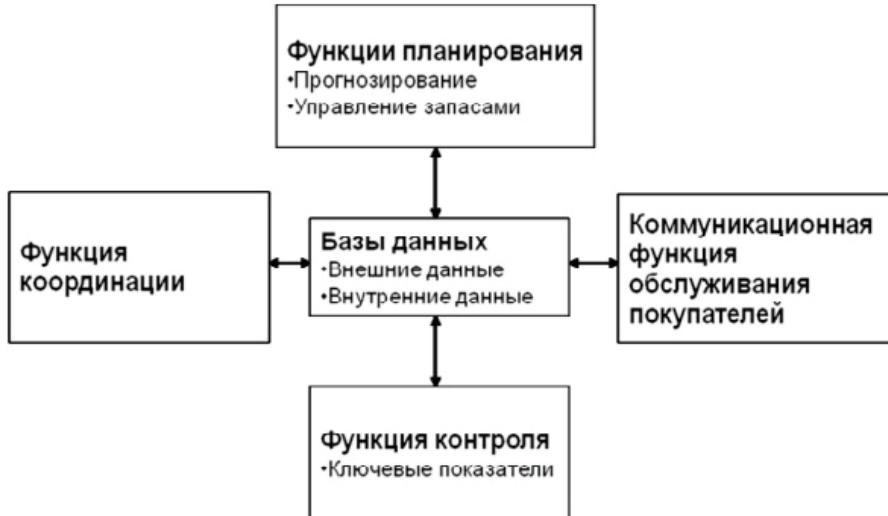


Рис. 2. Функции логистической информационной системы

При реализации функций логистики на предприятии составляют направления программы работ:

- определяются технические средства, которые будут использованы для выполнения программного задания;
- составляются основные требования и определяется необходимый объем финансовых и трудовых ресурсов;
- выбирается организационная форма осуществления программных заданий;
- составляется модель выполнения этапов и работ;
- разрабатывается система критериев оценки и мотиваций действий;
- организуется контроль за ходом работ.

Логистическая система эффективна только тогда, когда создаются условия для интеграции в текущие производственные и коммерческие процессы с формированием информационного базиса, соответствующего данному виду производства и прочим характеристикам. В настоящее время на транспорте вместо сопровождающих груз многочисленных документов по каналам связи с грузом передается вся необходимая информация, которая отображает о каждой отправляемой единице все характеристики и реквизиты. При такой системе на всех участках маршрута в любое время

можно получить информацию и на её основе принимать управленческие решения. Логистическая система дает возможность грузоотправителю получать доступ к файлам, которые отражают состояние транспортных услуг и загрузку транспорта. При этом стоит отметить, что возможен автоматический документальный обмен между производителями товаров и крупными магазинами, включая обмен накладными, оптимизацию маршрута на всех участках, информационную связь между сотрудниками, что в конечном итоге упрощает транспортировку груза и приводит к улучшению логистических процессов.

В заключении хотелось бы сказать, что логистика является одним из самых важных бизнес-процессов. Таким образом, эффективно работающая логистика и все взаимосвязанные процессы — одна из ключевых составляющих успешности компаний, связанных с грузоперевозками. И именно информационные технологии не просто повышают качество логистики, а являются необходимой частью, расширяя возможности и потенциал компаний. Внедрение технологий и программ увеличивает рентабельность и стабильность компании, а работа над новыми технологиями и их улучшение выведет логистические процессы на новый уровень.

#### Литература:

1. Основы логистики: учебное пособие / А. В. Кириллов.— Самара: Издательство Самарского университета, 2021.— 88 с;
2. Информационные технологии в логистике / Губин С. В., Боярчук А. В. / — Курс лекций для высших технических учебных заведений.— Киев: «Миллениум», 2009.— 60 с;
3. Шумаев, В. А. Основы логистики: учеб. пособие / В. А. Шумаев.— М.: Юридический институт МИИТ, 2016.— 314 с;
4. Информационные системы и технологии в логистике и управлении цепями поставок: учебное пособие / В. А. Медведев, А. С. Присяжнюк,— СПб: Университет ИТМО, 2016.— 183 с;

## Особенности разработки компьютерной игры в жанре «интерактивное кино»

Прокопьев Александр Игоревич, студент

Российская академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации (г. Москва)

Статья посвящена рассмотрению особенностей реализации игр в жанре «интерактивное кино». Особый акцент сделан на разборе ключевых отличий от игр других жанровых принадлежностей, а также декомпозицию этих отличий.

**Ключевые слова:** интерактивное кино, сценарий, повествование, пайплайн.

## Features of the development of a computer game in the genre of «interactive cinema»

Prokopiev Alexander Igorevich, student

Russian Academy of National Economy and Public Administration under the President of the Russian Federation (Moscow)

The article is devoted to the consideration of the features of the implementation of games in the genre of «interactive cinema». Special emphasis is placed on the analysis of key differences from games of other genre accessories, as well as the decomposition of these differences.

**Keywords:** interactive cinema, script, narration, pipeline.

На сегодняшний день существует большое разнообразие жанровых принадлежностей для компьютерных игр. В контексте данной статьи, рассматривается такой жанр, как «интерактивное кино».

В разработке компьютерных игр также, как и в реализации любого другого программного обеспечения, участвует множество специалистов. Причём, как из технической области, так и из множества других. Стандартная практика предполагает, что работа внутри компаний, занимающихся разработкой игр, разделяется между отделами, такими как:

геймдизайнеры  
программисты  
художники  
тестировщики  
маркетологи  
бухгалтерия  
руководство

В зависимости от жанровой принадлежности, а также и от других факторов, количество и разновидность отделов внутри компаний меняется. В контексте игр жанра «интерактивное кино», к описанным выше отделам, так же прибавляются, и сделается особенный акцент на сценарный отдел, который в свою очередь поделится на специалистов в более узких областях, таких как, сценаристов и нарративных дизайнеров. Затем, в зависимости от текущих задач проекта, среди сценаристов, кто-то может заниматься написанием сюжета, а кто-то прорабатывать игровой лор. Также и среди нарративных дизайнеров, задачи могут делиться, примерами таких задач могут служить:

написание диалогов  
написание внутриигровых текстов  
работу над повествованием через дизайн уровней  
проработку лора отдельно взятых сущностей (персонажей)  
Основой разработки компьютерных игр как в жанре «интерактивного кино», так и во всех прочих, является командное взаимодействие. Самым важным этапом реализации продукта в этой сфере, является правильное построение коммуникации,

и пайплайна работы над проектом внутри команды, отделов, и отдельно взятых специалистов.

Пайплайн — это технологический процесс описывающий разработку продукта. Исходя из этого, под каждый жанр и другие особенности проекта, он будет уникальным. Если говорить о разработке игр в жанре «интерактивное кино», то большой упор, как и говорилось ранее, будет сделан именно на сценарный отдел. Ведь интерактивное кино — это прежде всего история, которую игра рассказывает игрокам, с тем отличием от кинолент, или мультипликации, что у игроков в некоторых ситуациях присутствует выбор, или его иллюзия, которая соответственно может влиять, а может и не влиять на сюжет.

Поэтому ключевой особенностью также является граф-схема выборов, которые в конечном итоге либо сводятся к одной, или нескольким вершинам. Очень важно иметь в команде специалиста, который совместно с другими членами команды сможет реализовать такую систему. Она должна содержать ключевые точки в виде выборов, которые потенциально могут совершить игроки, и последствий, к которым эти выборы приведут. Обычно задачи такого рода возлагаются на сценаристов, и это подтверждает теорию о том, что они являются важнейшим звеном в контексте данной темы.

Ключевыми особенностями при разработке сюжета является проработка граф-схемы, создание интересных, запоминающихся персонажей, сильных диалогов, уникального сюжета, содержащего внутри себя не тривиальные ключевые моменты, способные вызвать эмоции у игроков (см. рис. 1):

Помимо сюжетных моментов, не менее важную роль играет повествование. Создание повествования делится не только между специалистами, но и между отделами, сценаристы работают над тем, что и как говорят персонажи. Аниматоры занимаются тем, какие эмоции при этом демонстрируют персонажи. Геймдизайнеры, занимаются созданием внутриигровых механик, через которые игроки так же могут сильнее окунуться в атмосферу истории. Но ключевой специальностью, которая вносит наибольший вклад в создание повествования, является

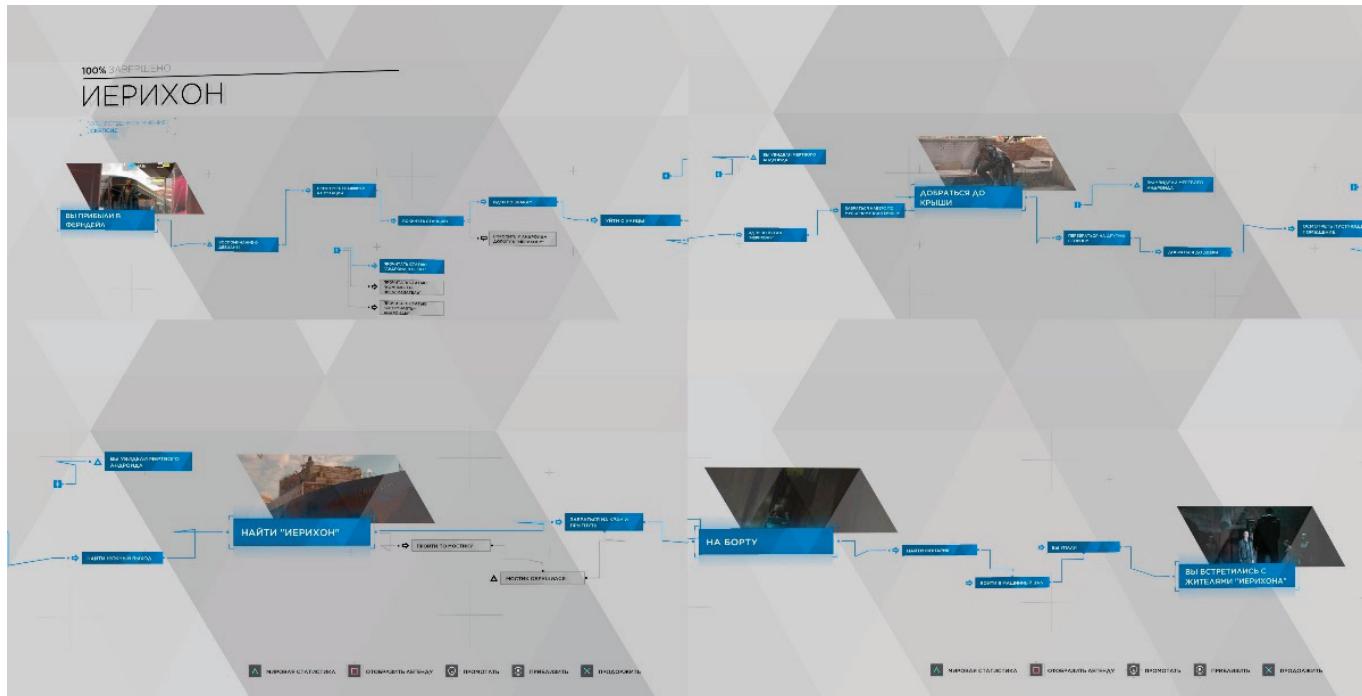


Рис. 1. Структура выборов в игре *Detroit: Become Human*

режиссер, работа с внутриигровыми камерами, ракурсами, пролётами, светом, тенью, постановками. Всё это, как и в кинофильмах, является важнейшими элементами повествования.

Можно привести большое количество примеров среди компьютерных игр в данном жанре, которые завоевали признание игроков, благодаря сильному повествованию:

- Heavy Rain
- Detroit: Become Human
- Tales From The Borderlands
- The Walking Dead: The Game

За важность таких элементов, как сценарий и повествование отвечает тот факт, что ключевая цель игр в жанре «интерактивное кино» такая же, как и у кинолент или мультипликации, эмоции. А именно сильная история и её подача являются главными инструментами достижения эмоций у игроков. Именно благодаря эмоциям игры запоминаются людям и способствуют их обсуждению в социальных сетях. Как итог, игра становится популярной.

Помимо сценарного, в работе над проектом данного жанра очень часто присутствует отдел, занимающийся анимацией. Ведь понятие «интерактивное кино» содержит в себе слово кино, а значит, большой акцент также делается на том, чтобы вдохнуть жизнь в проект благодаря движению, движению персонажей и окружения. Именно благодаря анимации передаётся большая часть личности персонажей. То, какие эмоции он демонстрирует своей мимикой и жестикуляцией. Анимация вносит большой вклад в создание уникальных личностей, ведь большинство проектов в других жанрах используют однотипный набор анимации, причём очень часто даже не создавая их, а приобретая уже готовые и размещённые на маркетплейсах. Именно набор уникальных анимаций, специально созданных для проекта, могут способствовать сильному эмоциональному впечатлению игрока.

В разработке игр, как и было сказано ранее, чувствует большое количество специалистов, и хороший сюжет, наряду с повествованием и анимациями, маловероятно приведут проект к поставленной цели, если другие элементы слабы или вовсе отсутствуют, например, если в игре не будет звука.

Среди особенностей других областей разработки можно выделить следующее. Внутри графической составляющей или же отдела художников важно сосредоточится на создании такого окружения, которое будет максимально способствовать погружению игроков в атмосферу игры. Именно поэтому в зависимости от бюджета, разработчики чаще всего принимают решение либо в пользу кинематографичной графики, либо стилизованной, чтобы скрыть недостатки графики и сосредоточить внимание игрока на других элементах.

Внутри работы над звуком важно детально проработать озвучивание персонажей, чтобы передать всю глубину их личности и увеличить шанс на проявление эмпатии по отношению к ним. Ведь именно благодаря интересным персонажам нам интересно наблюдать за событиями которые разворачиваются вокруг них. А в играх жанра «интерактивное кино» огромная ответственность за это ложится на плечи звуковиков.

Внутри остальных отделов работа над проектом в данном жанре подвергается минимальным изменениям. Именно поэтому в рамках пайплайна ключевой целью при разработке игр в жанре интерактивное кино является не только наладить коммуникацию внутри команды, но и выбрать правильный пайплайн работы над проектом, в рамках которого сделать акцент на сценарном отделе, сюжете, повествовании, анимациях, а также ещё и на комплексной разработке. Ведь, кроме того, что было озвучено ранее, разработка игр в жанре «интерактивное кино», во всем остальном не сильно отличается от разработки компьютерных игр в других жанрах.

Литература:

- Гейм Дизайн Как создать игру, в которую будут играть все/ Джесси Шелл — Москва, 2021–631 с.
- Проектирование виртуальных миров. Теория и практика дизайна уровней/ Михаил Кадиков — 2020–206 с.

## Принципы реализации игр жанра «интерактивное кино»

Прокопьев Александр Игоревич, студент

Российская академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации (г. Москва)

*В своей работе я рассказываю о этапах разработки игры в жанре «интерактивное кино», об отличиях при реализации проектов в других жанрах, а также о ключевых моментах, на которые стоит сделать упор во время разработки. Моя работа направлена на то, чтобы сформировать знания и понимание того, как устроена реализация игр в заданном жанре, и полученную информацию можно было применять на практике.*

**Ключевые слова:** интерактивное кино, сценарий, геймдизайн, нарратив, прототипирование, конфиг.

## Principles of implementation of games of the genre «interactive cinema»

Prokopiev Alexander Igorevich, student

Russian Academy of National Economy and Public Administration under the President of the Russian Federation (Moscow)

*In my work, I talk about the stages of developing a game in the genre of «Interactive Cinema», about the differences in the implementation of projects in other genres, as well as key points that should be emphasized during development. My work is aimed at forming knowledge and understanding of how the implementation of games in a given genre works, and the information obtained could be applied in practice.*

**Keywords:** interactive cinema, the script, game design, narrative, prototyping, config.

### Введение

Геймдев, как таковой, является относительно новым направлением, которое сейчас активно развивается уже на протяжении многих лет, привлекая в свою индустрию все больше клиентов, денег, специалистов, но при этом в этой сфере не существует универсальных правил например для того чтобы ваш проект, ваша игра стала успешной.

Многие специалисты трудятся над попытками упорядочить всю имеющуюся информацию и словно Менделеев вывести заветную таблицу, которая поможет разработчикам. Однако успеха они в этом так пока и не достигли, и вероятнее всего, не смогут сделать еще долгое время.

Жанр интерактивного кино ещё сильнее обделен вниманием, но истории которые вершил игрок это новая веха интерактивных развлечений, которая имеет огромные перспективы, даже большие чем у современной киноиндустрии, потому как суть в интерактивности, которая придёт на замену обычным фильмам.

Именно поэтому важно упорядочить информацию в этой области, дабы принести пользу будущему проектов, разрабатываемых в этой жанровой принадлежности.

### Сценарий

В словосочетании «интерактивное кино» даже есть слово, относящееся этот жанр игр к своим коллегам по цеху.

Для написания сценария игр жанра «интерактивное кино» применяются нестандартные методы, использующиеся в игровой индустрии, сценаристы чаще используют опыт своих коллег из киноиндустрии, и расписывают сценарий в своём проекте подобно тому, как кино сценаристы пишут сценарий для фильма.

### Геймдизайн/нарратив

Как ни странно, для такого специфического жанра требуется больше внимания именно нарративных дизайнеров, ведь именно они отвечают за то, насколько сильно игроки погружаются в атмосферу проекта, войдут ли в так желанное состояние потока, или нет

Геймдизайнеры задействованы в меньшей мере, потому как в подобных играх обычно не такой обширный список механик, которые требовали бы тщательной проработки, а многие из них вполне стандартные, например, ходьба или бег

Тем не менее, именно в проектах с такой спецификой наиболее важны уникальные идеи для механик, потому что зачастую в играх жанра «интерактивное кино» используется пул из стандартных механик и несколько уникальных, которые можно встретить в головоломках и/или кат сценах, но именно эти механики подчеркивают уникальность, экспериментальность всего проекта, потому что на них делается большой акцент, и именно за счет них игру выделяют на фоне всех остальных игр данного жанра.

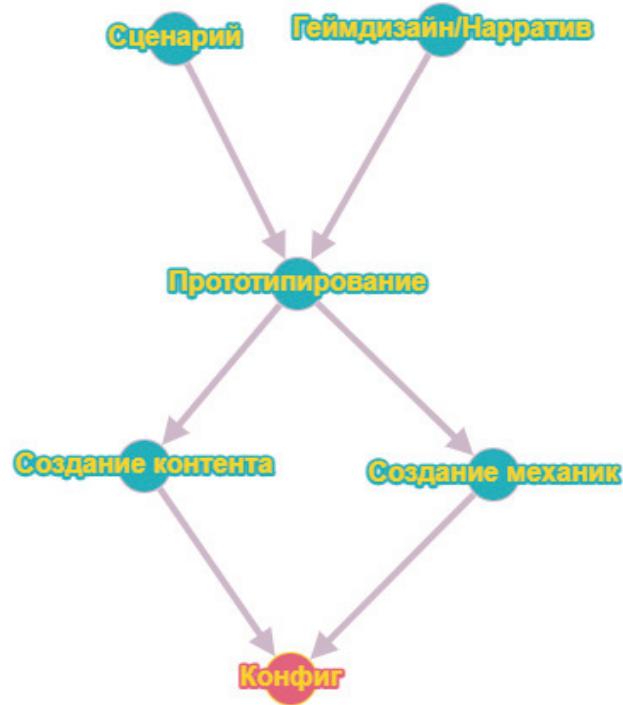


Рис. 1. Алгоритм реализации игр в жанре «Интерактивное кино»

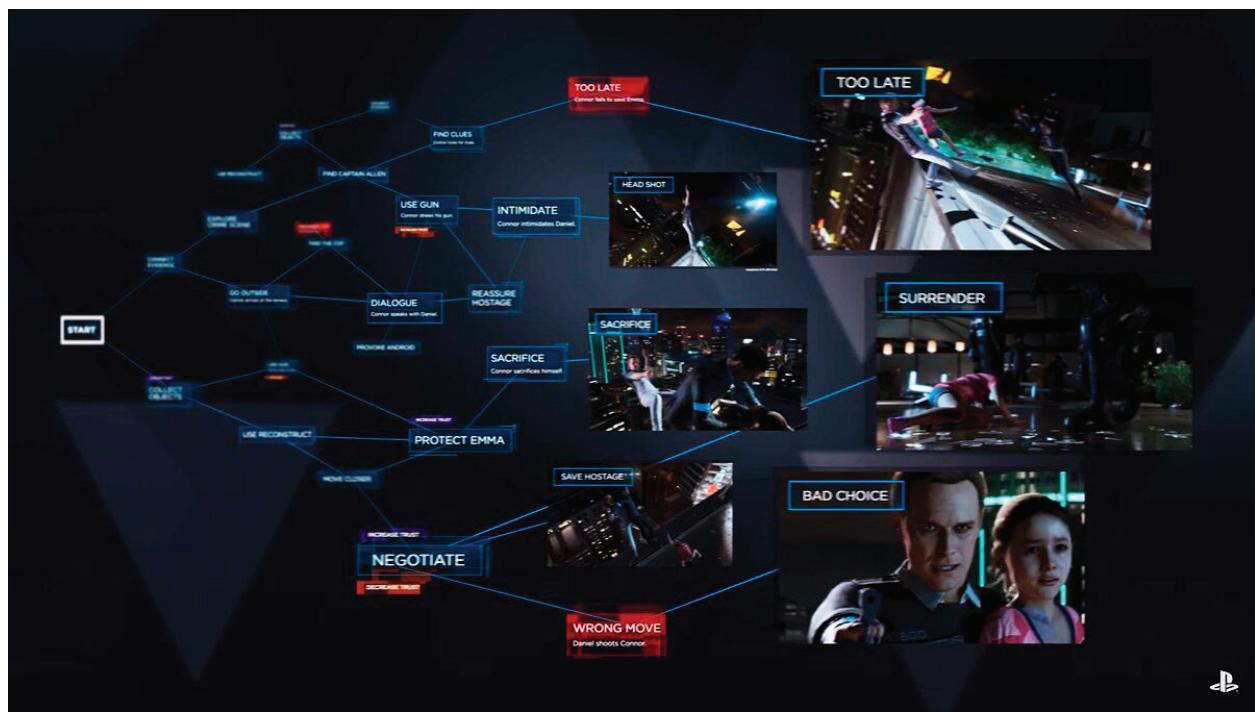


Рис. 2. Демонстрация нелинейности сюжета в играх жанра «интерактивное кино»

### Прототипирование

Прототипирование необходимо прежде всего для того, чтобы проверить, выполняет ли важнейший элемент проекта в заданном жанре, поставленные перед ним цели, поэтому создаётся прототип, который тестируется, и на основе анализа обратной связи, вносятся изменения, дополнения, полностью меняется концепция, или вообще отменяется весь проект.

Самым классическим и популярным техническим средством в этой области был и до сих пор остаётся листок бумаги и карандаш, или как аналог самый популярный в мире текстовый редактор Microsoft Word.

Однако в век информационных технологий появились более специализированные аналоги, такие как, например, Articy Draft или AXMA Story Maker. Это программные средства, предназначенные для разработки интерактивных историй.

Articy Draft — это первый профессиональный инструмент для разработки игр в коммерческих студиях. Articy draft помогает создавать, организовывать и передавать игровое видение.

AXMA Story Maker — платформа для написания интерактивной литературы и текстовых игр, разрабатываемая российской компанией AKCMA Софт.

Однако если брать в расчёт не только сценарную часть, потому как создание игр жанра «интерактивное кино» — это процесс объединения множества элементов в единое целое, то в качестве программных средств можно также указать различные игровые движки, такие как: Unity, Unreal Engine, CryEngine и огромное множество других, ведь существует немало компаний, которые создают свои собственные движки под конкретно поставленные цели.

### Создание контента

Создание контента для игр в жанре «интерактивное кино» в большинстве своем ничем не отличается от разработки для других жанров.

Из важных вещей, которым стоит уделить особое внимание, это уровень графики, потому как целью игр данного жанра является погрузить игрока в атмосферу игры, и в данной задаче должны участвовать все элементы игры, в том числе и графика.

Многие компании из-за скромного бюджета прибегают к различного рода хитростям, например, используют специальные шейдеры или рисуют текстуры для моделей вручную, чтобы придать проекту стилизованный вид. А некоторые, как могут затемняют пространство, потому как давно известно, что темнота, отлично справляется с плохим качеством 3д-графики, так в серии фильмов «Властелин колец» создатели применили

этот прием, чтобы замаскировать низкий уровень качества дракона Смауга.

### Создание механик

В плане механик реализация проекта в заданном жанре сильно упрощает работу, так как большинство игр подобного типа используют ряд стандартных механик, таких как:

- управление камерой
- ходьба
- бег
- система интерактивного взаимодействия с объектами
- система диалогов
- qte

На рынке можно даже найти специально предназначенные программное обеспечение, которое уже содержит в себе все вышеперечисленные механики.

Поэтому основной упор в плане механик делается на модернизации базовых механик и создания уникальных, которых обычно не очень много, но они позволяют игре выделиться на фоне остальных проектов в жанре «интерактивное кино».

### Конфиг

Далее необходимо объединить все элементы в одну большую систему, созданный контент и механики настраиваются под игровые задачи, и в специфике интерактивного кино есть свои хитрости

Самой большой и сложной работой является настройка кат сцен, работа с камерами и их параметрами, управление всеми элементами задействованными при создании кат сцены через

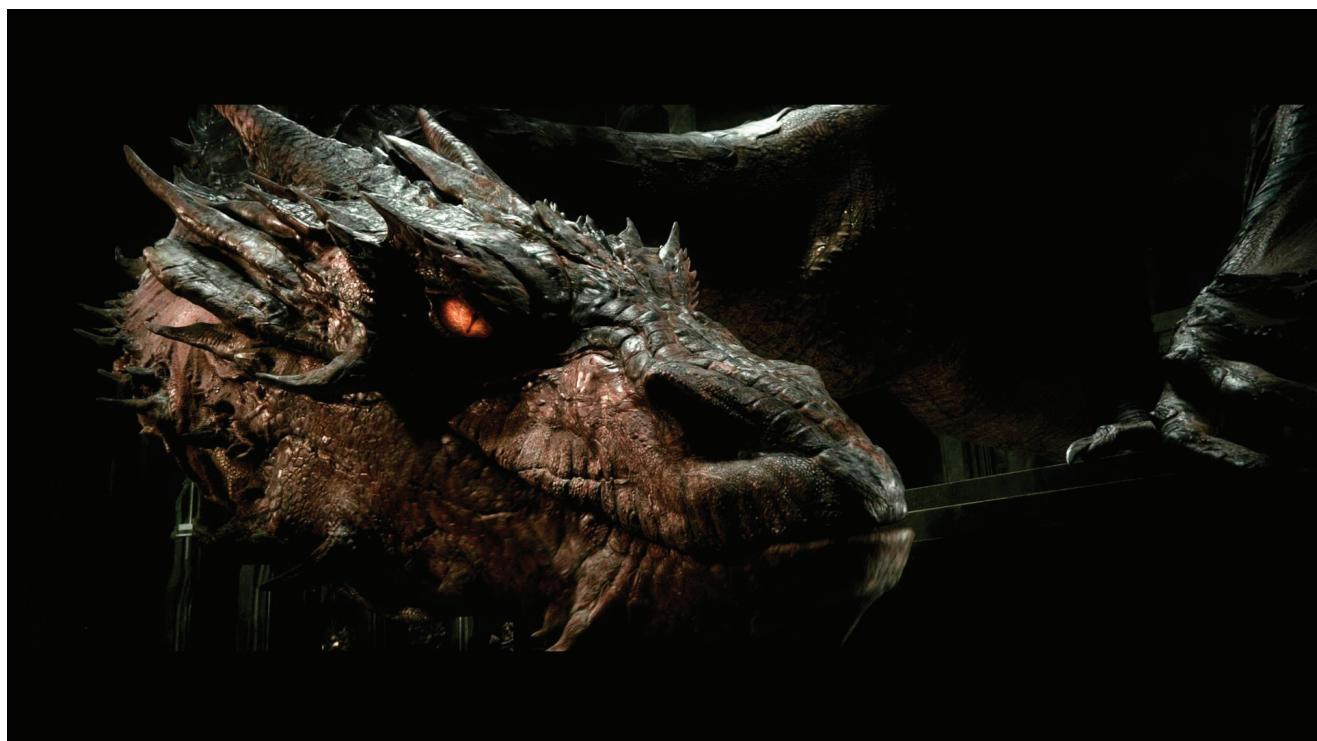


Рис. 3. Дракон Смауг из фильма «Властелин колец»

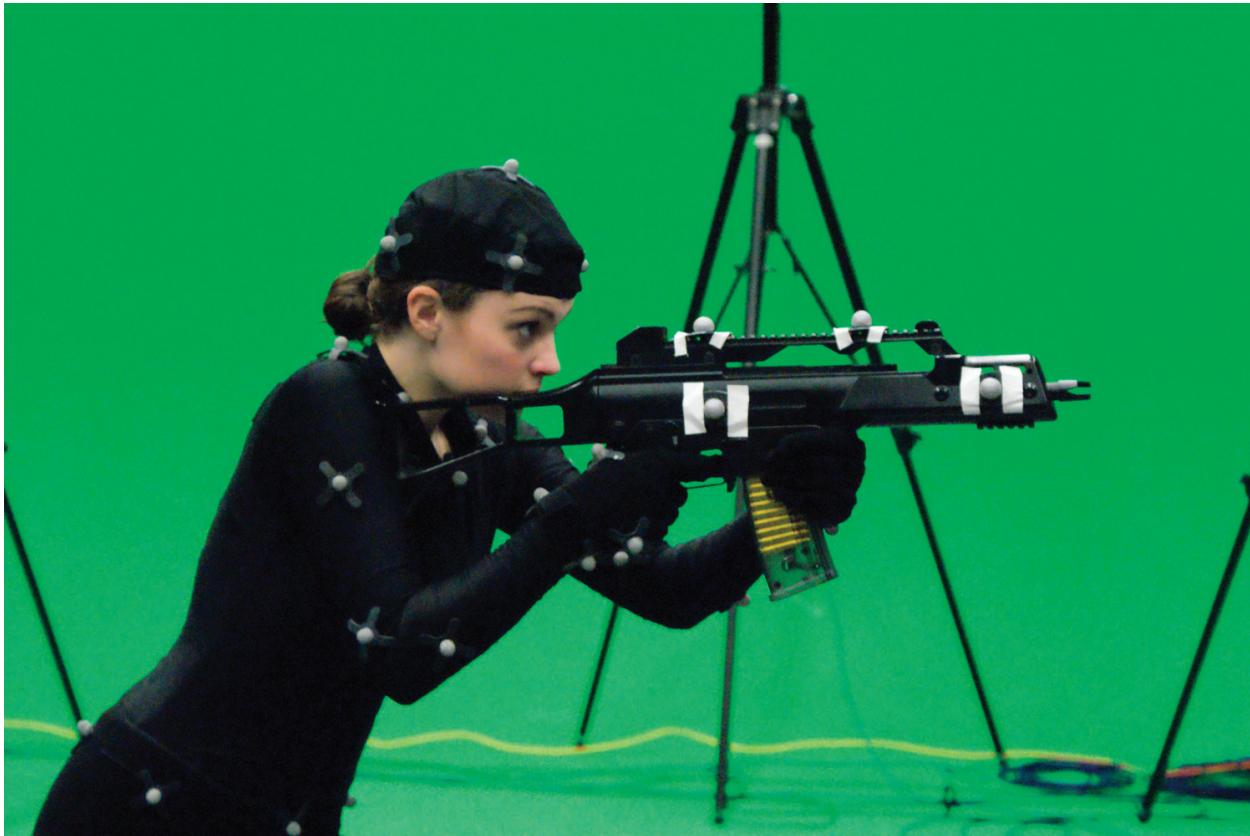


Рис. 4. Создание анимаций для игр жанра «интерактивное кино»

timeline, пусть это и входит в этап настройки проекта, это отдельная полноценная работа.

Помимо этого, также необходимо перенести все диалоги из инструментария для прототипирования в игровой движок как в кат сцены, так и в системы диалога, с которыми сможет взаимодействовать игрок.

### Заключение

Разработка игры в жанре «интерактивное кино» хоть и не кардинально, но отличается от разработки игр в других жанрах,

это очевидно, однако важно знать и понимать в каких именно аспектах существуют эти различия.

Основная разница касается именно сюжета и конфига, потому как именно в этих темах реализация проектов отличается максимально как методологией, так и трудозатратами, ведь не зря, например, говорят, что 1 секунда анимации стоит 3 часов работы аниматора. А на этапе конфига в играх этого жанра начинается огромная работа аниматора, большая и долгая.

Поэтому при создании интерактивного кино наибольший упор изначально делается на сценаристов и аниматоров.

### Литература

1. Игровые выборы и их значимость в интерактивном кино [Электронный ресурс]//Режим доступа: <https://zen.yandex.ru/media/id/59d7f8873dceb799d633f764/igrovye-vybory-i-ih-znachimost-v-interaktivnom-kino-5d14c63fa1099200b0adf837>
2. Мнение: последствия выбора в «интерактивном кино» переоценены — Офтоп на DTF [Электронный ресурс]/Александр Митяев//Режим доступа: <https://dtf.ru/flood/14876-mnenie-posledstviya-vybora-v-interaktivnom-kino-pereoceneny>
3. Как написать живой диалог — на примере Тарантино, Райта и Макдоны [Электронный ресурс]//Режим доступа: <https://render.ru/ru/XYZ/post/19984>
4. Гейм Дизайн Как создать игру, в которую будут играть все/ Джесси Шелл — Москва, 2021—631 с.
5. Проектирование виртуальных миров. Теория и практика дизайна уровней/ Михаил Кадиков — 2020—206 с.

# ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

## Методы расчета остаточного ресурса силовых трансформаторов

Абдурахманов Диас Темирбулатович, студент магистратуры  
Ташкентский университет информационных технологий имени Мухаммада аль-Хоразми (Узбекистан)

*В статье описываются различные методы оценки трансформаторов, включая простой алгоритм, взвешенное среднее, подход худшего случая, нелинейный математический подход, вероятность отказа, машинное обучение, их преимущества и использование для оценки парка оборудования и функциональности панели мониторинга.*

**Ключевые слова:** индекс состояния трансформаторов (*Transformer Assessment Index — TAI*), режимы отказа, методы оценки, простой алгоритм, взвешенное среднее, подход худшего случая, нелинейный математический подход, вероятность отказа, машинное обучение, оценка парка оборудования, функциональность панели мониторинга.

Существует несколько способов представления конечного результата индекс состояния трансформаторов (*Transformer Assessment Index — TAI*). Многие пользователи ожидают, что их индекс остаточного ресурса будет выдавать единственное число, чтобы легко ранжировать трансформаторы внутри индекса. Другие пользователи предпочитают вывод в виде простого цвета, который показывает общее состояние каждого трансформатора. Цветовая кодировка позволяет быстро оценивать состояние парка трансформаторов и использовать функционал панели управления. Результатом работы TAI может быть и число, и цвет; возможно, число, которое представляет «среднее состояние» трансформатора и цвет, который указывает на худший вариант оценки отказа.

В таблице 1 описаны методы расчета индекс состояния трансформаторов балла для трансформатора.

Таблица 1. Методы оценки, их преимущества и недостатки

Метод	Преимущества	Недостатки
<b>Метод суммирования оценок для каждого конкретного режима отказа:</b> $TAI = \sum_{i=1}^N S_{FMI}$ <p>SFM — это оценка для конкретного режима отказа. Простой набор линейных или нелинейных оценок обычно добавляется в матрицу оценок. Также может быть применена взвешивание, как описано в методе #2</p>	Простой алгоритм, прозрачный, возможно добавление взвешивания	Недостаточно точная оценка состояния. Может привести к необоснованной оптимистичной оценке состояния трансформатора.
<b>Метод средневзвешенного значения:</b> $TAI = \frac{\sum_{i=1}^N W_{FMI} \cdot S_{FMI}}{\sum_{i=1}^N W_{FMI}}$ <p>SFM — это оценка для конкретного режима отказа WFM — это весовой коэффициент для каждого режима отказа N — общее количество режимов отказа</p> <p>Обычно в матрицу оценок добавляют простой набор линейных или нелинейных оценок. Весовые коэффициенты применяются к режимам отказа, которые пользователь хочет подчеркнуть</p>	Прозрачность. Взвешивание позволяет выделить некоторые режимы отказа	Как указано выше, взвешивание режимов отказа может замаскировать другие режимы отказа.

Метод	Преимущества	Недостатки
<p><b>Метод нелинейного математического подхода:</b></p> $TAI = \sum_{n=0}^{k-1} x_n i^n$ <p>В этом подходе используется система счисления с основанием <math>i</math>, которое равно или превышает количество режимов отказа, включенных в TAI.</p> <p><math>x_n</math> — это количество режимов отказа для каждой категории.</p> <p><math>k</math> — количество категорий, включенных в оценку режима отказа.</p> <p><math>n</math> — это счетчик в данной формуле</p>	Передача более плохих результатов оценки отказов не будет маскироваться	Более сложная система оценки может дать более сложные для интерпретации результаты. Если также используются весовые коэффициенты, потребуется небольшая модификация формулы для предотвращения маскировки
<p><b>Метод вероятности отказов</b></p> <p>Вероятность отказа для каждого режима отказа может быть оценена на основе данных результатов испытаний и другой информации об оценке. Затем можно рассчитать оценку (балл).</p> $TAI = 1 - \prod_{i=1}^n (1 - est.PoF_{FMi})$	Индекс TAI может быть масштабирован при необходимости. Подчеркивает единственный ранний режим отказа и правильно сочетает несколько менее ранних режимов отказа для общего сравнения. Хорошо работает, при условии, что вероятность или оценка для каждого режима отказа находятся на одной шкале, даже если это не настоящая вероятность	Обычно возможно только очень грубо оценить вероятность каждого отказа. Этот метод может создавать ложное впечатление точности
<p><b>Метод наихудшего случая (Worst case approach)</b></p> $TAI = worst(SFM)$ <p>SFM — это оценка для конкретного режима отказа. Также возможно указать количество режимов отказа, которые были оценены наихудшим баллом. Например, оценка может быть представлена в виде: Балл = Красный 3 (трансформатор имеет 3 режима отказа, которые были оценены как «Красный»)</p>	Простой алгоритм, прозрачен. Можно добавлять весовые коэффициенты при необходимости.	Взвешивание режимов отказа возможно только в случае, если число режимов отказа, оцененных с использованием худшего случая, включено в оценку.
<p><b>Гибридный метод</b></p> <p>Подход наихудшего случая может использоваться совместно с одним из численных методов оценки, описанных выше. Например, простая суммированная оценка может быть объединена с оценкой наихудшего случая.</p> <p>Оценки будут иметь следующий вид:</p> $Tx 1 = 64 \text{ Красный}$ $Tx 2 = 64 \text{ Оранжевый}$ <p>Ясно, что Tx 1 нуждается в срочном внимании, хотя его числовая оценка такая же, как у Tx 2.</p>	Комбинирует два простых метода оценки: числовой балл дает представление об общем состоянии трансформатора, а наихудший случай подчеркивает самую опасную неисправность трансформатора.	Трансформатор с единственным продвинутым режимом отказа не может быть отличен от трансформатора с несколькими продвинутыми режимами отказа
<p><b>Машинное обучение (Machine learning):</b></p> <p>Данный индекс не использует заранее заданную формулу для расчета оценочного балла, а вместо этого применяет современные методы анализа данных, в которых алгоритмы машинного обучения, такие как нейронные сети</p> <p>Такой подход позволяет автоматически выявлять сложные зависимости и особенности в данных, которые могут быть незаметны для человеческого восприятия. Это позволяет сделать оценку более точной и устойчивой к изменениям в данных.</p>	Эти техники могут найти новые связи между показателями состояния и видами отказов, что потенциально может улучшить качество индекса	Сложные алгоритмы требуются для применения методов машинного обучения. Необходимы большие объемы данных, включая данные о сбоях. Результаты должны быть проверены на правильность «обучения» машины. Прозрачность методов оценки в этом случае отсутствует.

В статье описан индекс оценки трансформаторов (TAI), который позволяет оценить состояние и вероятность отказа трансформаторов на основе данных о их эксплуатации и тестировании. Для расчета оценки TAI используются различные методы, включая линейные и нелинейные подходы, взвешенные суммы и математические модели. Кроме того, для повышения точности и надежности оценки можно применять методы машинного обучения.

В зависимости от требований пользователей, оценка TAI может представляться в различных форматах, включая единственное число, цветовой код, количество неисправностей каждого типа и т.д. Это позволяет легко и быстро оценивать состояние всего парка трансформаторов и принимать оперативные решения по их замене, ремонту или обслуживанию.

В целом, TAI является эффективным инструментом для управления и поддержания трансформаторов в хорошем состоянии и снижения рисков неожиданных отказов.

#### Литература:

1. CIGRE, Technical Brochure 735 — Transformer Post-Mortem Analysis, 2018.
2. CIGRE, «Technical Brochure 445 — Guide for Transformer Maintenance,» 2011.
3. V. Peralta and M. Bouzeghoub, «A framework for analysis of data freshness,» in International Workshop on Information Quality in Information Systems, 2004

## Применение арктических лишайников для окрашивания тканей

Вячеславова Карина Витальевна, студент

Северный (Арктический) федеральный университет имени М. В. Ломоносова (г. Архангельск)

В статье автор описывает красители, экстрагируемые из лишайников для окрашивания тканей. Цвет делает человеческую жизнь более эстетичной, поскольку он является одним из основных элементов. Красители из растений, животных и минералов использовались в качестве источников для окрашивания текстильной основы с древних времен. Однако лишайники образуют группу своеобразных природных красителей, окрашивающих в красный и коричневатый цвета.

**Ключевые слова:** лишайники, натуральные красители, вторичные метаболиты, химизм реакций, окрашивание.

Лишайники — любопытные растения, состоящие из грибов и водорослей, которые часто напоминают пятна краски, отслаивающейся от камней или дерева. Они используются для создания универсальных красителей уже более 4000 лет. Лишайники являются одним из компонентов биоты Земли, их выделяют в отдельную группу, изучаемую наукой — лихенологией. В настоящее время насчитывается примерно 17,5–20 тыс. видов лишайников. В их число входят также группы организмов, обитающих в Арктике [1].

Традиционным применением лишайников является их использование в качестве натуральных красителей. Лишайники имеют биотехнологический потенциал и производят множество вторичных метаболитов. Вторичные метаболиты лишайников вступают в ряд химических реакций в присутствии

растворителей с образованием окрашенных соединений, используемых для окрашивания волокон.

Среди разнообразной группы вторичных метаболитов представлены депсиды и депсилоны, которые являются предшественниками орсеина, окрашенного соединения, образующегося в лишайниковых красителях. Эти химические вещества гидролизуются в водном растворе с образованием орселловой кислоты. Орселлиновая кислота подвергается реакции декарбоксилирования с образованием орсеина. Смесь производных орсеина дает фактический цвет лишайникам. Химическая реакция представлена на рисунке 1.

Три распространенных метода экстракции красителей из лишайников. В методе ферментации лишайникам позволяют ферментироваться как в аэробных, так и в анаэробных усло-

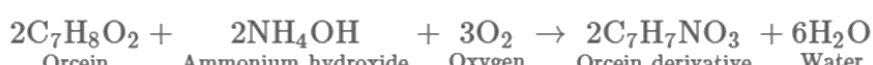
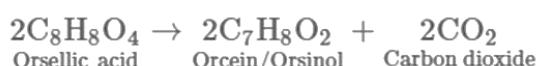


Рис. 1. Химическая реакция веществ

виях, чтобы получить окрашенные продукты. При методе кипячения лишайники нагревают при определенной температуре в течение нескольких часов для извлечения окрашенных соединений, а при методе экстракции растворителем лишайники выдерживают в полярных растворителях в течение нескольких недель для получения окрашенных продуктов.

Лишайники образуют группу своеобразных природных красителей. Особенно лишайники были важны для окрашивания в пурпурный и фиалковый цвета. Лишайники использовались для окрашивания шерсти и шелка в древние времена, и известными являются лишайники под общим названием орхильные лишайники, с коричневым и красно-коричневым оттенком цвета.

В некоторых лишайниках групп Roccellaceae содержатся ярко окрашенные, желтые или красные вещества, которые с успехом используются для окраски шерстяной ткани.

Одним из пигментов в лишайниках является светло-желтая усниновая кислота — вещество, которое придает видам рода

*Usnea* и некоторым видам рода *Cladonia* характерный для них светлый, желто-зеленый оттенок цвета. Ярко желтый, оранжевый, красный цвет видов родов *Caloplaca*, *Xanthoria* и ярко-красный цвет плодовых тел некоторых видов рода *Cladonia* вызван наличием в их химическом составе антрахионов. [2]. Производные антрахиона применяются как красители, например ализарин. Лишайниковые красители можно наносить на шерсть без использования проправы, но шерсть может быть окрашена в желтые оттенки с помощью *Peltigeracanina* при проправливании квасцами. Белая шерсть очень хорошо впитывает коричневые лишайники. Красно-коричневый цвет можно получить, используя орчиловый краситель поверх темного коричневого цвета *P. Omphalodes*.

Красители, экстрагируемые из лишайников в процессе аммиачной экстракции представлены на рисунке 2. Для данного опыта применялись видовые лишайники: Кладония, семейства Кладониевые (*Cladoniaceae*); Пармелия (лат. *Parmelia*); Меланохолея.



Рис. 2. Изменение окраски аммиачного экстракта при взаимодействии с лишайниками

В заключении, симбиоз лишайников представляет собой ценный источник коммерчески интересных соединений, включая противомикробные агенты, красители, ингредиенты специй и парфюмерии. Наличие вторичных метаболитов обеспечивает то, что лишайники считаются экономически важными биообъ-

ектами. Благодаря богатому метаболическому составу традиционно лишайники используют в качестве кормового продукта, а в странах Юго-Восточной Азии применяются в медицинских целях как антибиотические компоненты, использование в качестве натуральных красителей при окрашивании тканей.

#### Литература:

1. Андреев М. П., Гимельбрант Д. Е. Флора лишайников России: Биология, экология, разнообразие, распространение и методы изучения лишайников // Товарищество научных изданий КМК, 2016.— 392 с.
2. Thomas Bechtold, Rita Mussak Handbook of Natural Colorants // Leopold-Franzens University, Austria, 2009
3. Preeti Shukla, DK Upreti, S Nayaka, Priti Tiwari. Natural dyes from Himalayan lichens // Lichenology laboratory, CSIR-National Botanical Research Institute, Rana Pratap Marg, Lucknow, Uttar Pradesh-226001, India. Indian Journal of Traditional Knowledge Vol. 13 (1), January 2014, pp. 195–201.

## Обоснование выбора ферментного препарата для технологии приготовления бисквита из пшенично-тритикалиевой муки

Евстратова Наталья Андреевна, студент магистратуры;  
 Иванова Людмила Афанасьевна, Доктор технических наук, профессор  
 Российский биотехнологический университет (РОСБИОТЕХ) (г. Москва)

Статья посвящена совершенствованию технологии мучных кондитерских изделий, так как с каждым годом увеличивается объем производства хлебобулочных и мучных кондитерских изделий в Российской Федерации.

Изделия из натуральных, высококачественных ингредиентов с улучшенной биологической, а также пищевой ценностью становятся все более популярными. Так, например, повысить пищевую и биологическую ценность мучных кондитерских изделий можно за счет использования в их рецептуре зерна тритикале. Благодаря слабой клейковине, богатому аминокислотному составу, тритикалевую муку можно использовать, как прекрасную альтернативу пшеничной муке при изготовление мучных кондитерских изделий.

В настоящее время разрабатывается множество инновационных улучшителей, контролирующих процесс приготовления мучных кондитерских изделий, в том числе выпускаются высококачественные ферментные препараты.

Целью настоящего исследования была разработка рецептуры бисквитов из пшенично-тритикалевой муки с использованием ферментных препаратов. В результате проведенных исследований было выявлено оптимальное соотношение смеси пшенично-тритикалевой муки (в %). В исследовании применялись биохимические и физико-химические методы анализа, на основании которых давалась сравнительная оценка потенциальной возможности использования того или иного ферментного препарата.

**Ключевые слова:** ферментный препарат, бисквит, пшеничная мука, тритикалевая мука, бездрожжевые изделия.

**В**ведение. Проведенные исследования посвящены совершенствованию технологии мучных кондитерских изделий, в связи с ежегодным увеличением объема производства хлебобулочных и мучных кондитерских изделий в РФ. Главной задачей производства мучных кондитерских изделий является выпуск продуктов высокого качества, с улучшенной биологической, а также пищевой ценностью [4, С. 324].

Наибольшей популярностью у потребителей пользуется кондитерская продукция на основе муки (рис. 1). Из графика видно, что такие изделия являются перспективными объектами для обогащения их функциональными компонентами [1, С. 82].

Изделия из натуральных ингредиентов с улучшенной биологической, а также пищевой ценностью становятся все более популярными. Так, например, зерно тритикале по сравнению с зернами ржи и пшеницы более витаминизировано, а также содержит больше микроэлементов. При производстве мучных кондитерских изделий пшеничную муку можно заменить на муку из зерна тритикале, так как у нее обогащен аминокислотный состав, и она обладает более слабой клейковиной [4, С. 325]. Мука из зерна тритикале служит основой микро- и ма-

кроэлементов, пищевых волокон, витаминов группы В, а также А, Е и С. Кроме того, она содержит белок, состоящий из восьми незаменимых и двенадцати заменимых аминокислот. В данных экспериментах применялась зерновая культура тритикале, которая отличается высоким содержанием белка и аминокислот [1, С. 81]. Продукты, приготовленные на основе тритикале, имеют повышенную пищевую и биологическую ценность.

Бездрожжевые хлебобулочные изделия, особенно мучные кондитерские изделия, из тритикале не отвечают требованиям потребителей по своему внешнему виду и органолептическим характеристикам. Поэтому сейчас разрабатываются новейшие улучшители, в том числе ферментные препараты, которые с успехом применяются в мучной кондитерской и хлебопекарной промышленности [3, С. 165]. Введение различных улучшителей способствует улучшению рецептуры и применению новых технологий, а также поиску эффективных решений разнообразных технологических задач [2, С. 482].

**Цель данного эксперимента:** выбрать ферментный препарат и установить его концентрацию для использования в тех-

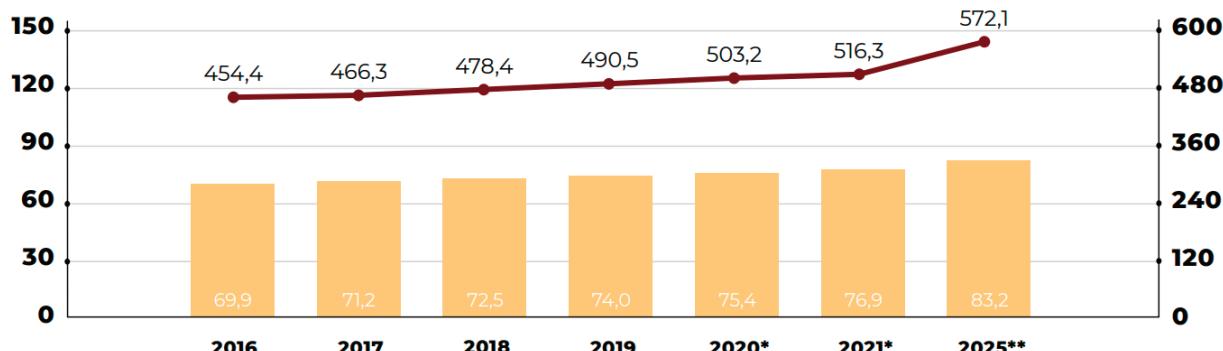


Рис. 1. Мировой рынок мучных кондитерских изделий (Источник: EMIS)

нологии приготовления бисквита и усовершенствовать характеристики готовой продукции.

**Объекты и способы эксперимента:** объектами экспериментов были четыре ферментных препарата:

- «Глюкозим-Л-400» (с глюкоамилазным действием, активность действия 1200 ед/мл);
- Протеаза G «UBG» (с протеолитическим действием, активность действия 700 ед/мл);
- Promozyme D6 «NZ» (с пуллulanазным действием, активность действия 1100 ед/мл);
- а-амилаза (с амилазным действием, активность действия 1500 ед/мл).

В проведенных экспериментах были установлены ферментативные активности препаратов в соответствии с ГОСТ. В готовой продукции pH потенциометрическим методом установлены влажность по ГОСТ 21094-75 и кислотность по ГОСТ 5670-96.

**Результаты.** Раньше проводились исследования на тритикалевой муке для получения хлебобулочных изделий [1, С. 82]. В представленной работе выработали технологию изготовления мучного кондитерского изделия из муки тритикале. В состав рецептуры бисквитов вошли: мука, сахарный песок, молоко, яйцо С0, соль, подсолнечное масло и лимонная кислота. Пшеничную муку частично заменили на муку из тритикале в следующих процентных соотношениях: № 1 — контроль на пшеничной муке, № 2-90:10, № 3-80:20, № 4-70:30, № 5-60:40, № 6-50:50 и № 7 — контроль на титикалевой муке. Скрининг органолептических показателей бисквитов из пшенично-тритикалевой муки показал, что образец № 3 был более приближен по вкусу, характерному для всех бисквитов. Этого не наблюдалось у остальных образцов. Кроме того, применение разных соотношений муки в образцах влияет на цвет и пористость готового бисквита. На рисунках 2, 3 приведено сравнение органолептических и массогабаритных показателей.

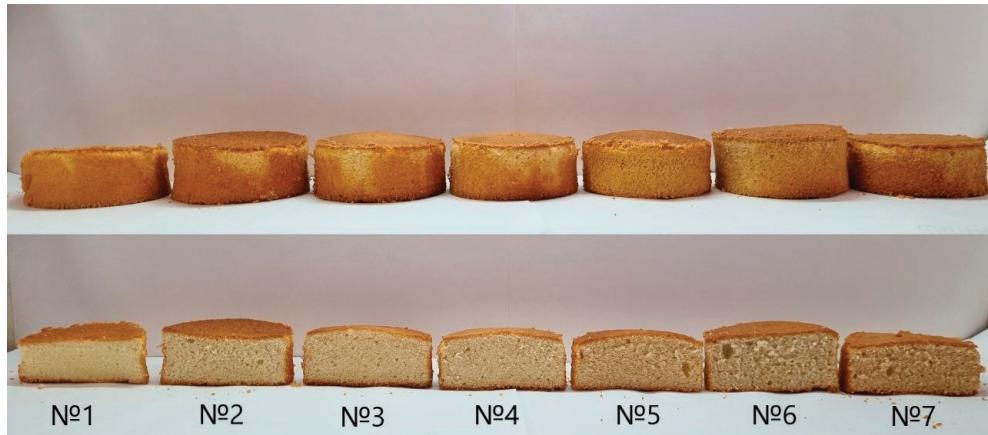


Рис. 2. Вид образцов сбоку, в разрезе (№ 1 — контроль на пшеничной муке; № 2-90:10; № 3-80:20; № 4-70:30; № 5-60:40; № 6-50:50; № 7 — контроль на тритикалевой муке)

### Массогабаритные показатели, в см

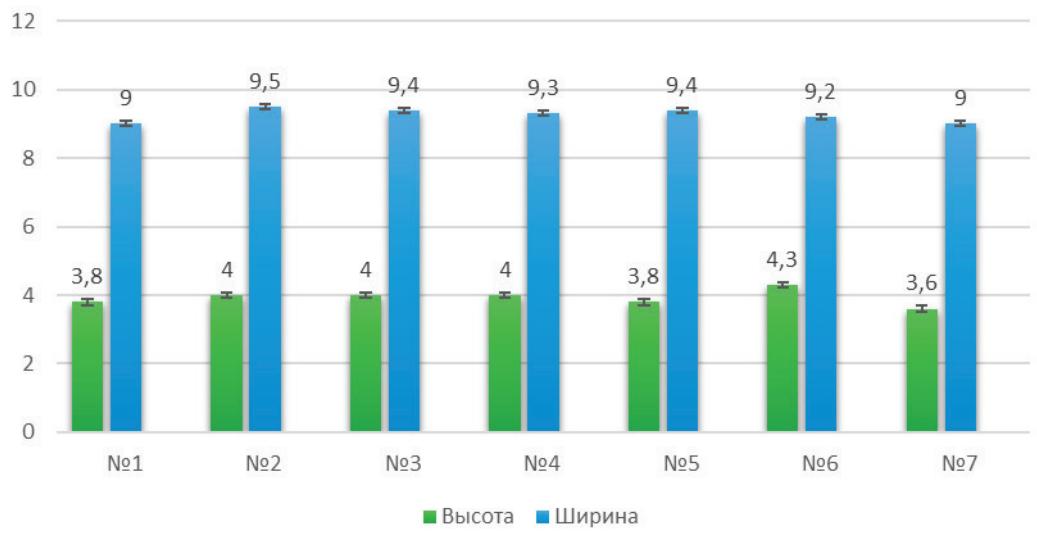


Рис. 3. Зависимость габаритных размеров бисквитов от соотношения пшеничной и тритикалевой муки

Таблица 1. Массовая доля влаги, кислотность и pH в готовых бисквитах

Образец	Соотношение муки, %		Массовая доля влаги, %	Кислотность, град	pH
	Пшеничная	Тритикалевая			
№ 1	100	0	12,55	0,40	8,06
№ 2	90	50	12,85	0,30	7,88
№ 3	80	60	12,75	0,35	7,96
№ 4	70	70	12,80	0,35	7,85
№ 5	60	80	12,65	0,35	7,97
№ 6	50	90	12,45	0,35	8,02
№ 7	0	100	12,45	0,30	8,01

Данные о массовой доле влаги, кислотности и pH всех бисквитов приведены в таблице 1.

В образцах незначительно меняются pH, массовая доля влаги и кислотность, но изменяются цвет, пористость, вкус и запах.

В ходе исследований было определено, что наилучшее соотношение (в %) для муки тритикале и пшеницы составляет 80:20. Лучшее действие на органолептические показатели было у ферментного препарата — протеаза G «UBG».

При приготовлении образцов № 1, № 2 и № 3 добавлялся ферментный препарат протеаза G «UBG».

- № 1 — протеаза G «UBG» с протеолитическим действием, активность действия 0,70 ед/г муки;
- № 2 — протеаза G «UBG» с протеолитическим действием, активность действия 0,50 ед/г муки;
- № 3 — протеаза G «UBG» с протеолитическим действием, активность действия 0,30 ед/г муки;
- К — контроль без ферментных препаратов.

Исследование органолептических показателей бисквитов из смеси пшенично-тритикалиевой муки в зависимости от концентрации протеазы G «UBG» показал, что образец № 1 более сладок, он дал максимальное увеличение в габаритных параметрах готового продукта. При сжатии быстрее и лучше возвращается в первоначальную форму. Содержание массовой доли влаги, хруст и кислотность во всех образцах было приблизительно одинаковым. На рисунках 4, 5 приведено сравнение органолептических и массогабаритных показателей.

В таблице 2 приведены данные о кислотности, pH и массовой доле влаги всех бисквитов приведены в таблице 2.

Время изготовления бисквита сократилось на 5 мин. У контрольного образца объем готового теста был меньше, чем у опытного на 15%. У опытного образца органолептические показатели были оценены на 3–4 балла выше, чем у контрольного. Наряду с этим физико-химические и биохимические показатели, такие как кислотность, pH и массовая доля влаги остались практически неизменными.

**Заключение.** Для экономии сырья, а также сокращения времени изготовления кондитерских изделий на основе муки и повышения их качественных показателей необходимы различные ферментные препараты. В результате экспериментов был определен наиболее эффективный ферментный препарат — протеаза G «UBG», который показал оптимальные органолептические, биохимические показатели и потребительское качество для бисквита из смеси пшенично-тритикалиевой муки — 80:20.

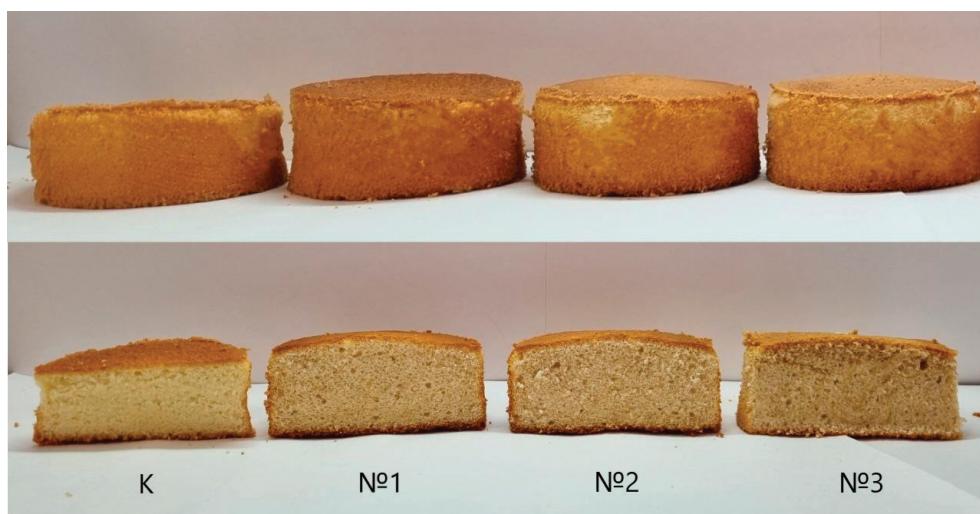


Рис. 4. Вид образцов сбоку, в разрезе (К — контроль; № 1 — протеаза G «UBG» с протеолитическим действием, активность действия 0,70 ед/г муки, в № 2 — протеаза G «UBG» с протеолитическим действием, активность действия 0,50 ед/г муки и в № 3 — протеаза G «UBG» с протеолитическим действием, активность действия 0,30 ед/г муки)



Рис. 5. Массогабаритные показатели бисквитов, приготовленных с ферментным препаратом

Таблица 2. Кислотность, pH и массовая доля влаги в готовых бисквитах с ферментным препаратом протеаза G «UBG»

Образец		K	№ 1	№ 2	№ 3
Соотношение муки, %	Пшеничная	80	80	80	80
	Тритикалиевая	20	20	20	20
Активность фермента, ед./г муки	Протеаза G «UBG»	Контроль	0,7	0,50	0,03
Массовая доля влаги, %		20,10	21,50	21,65	20,70
Кислотность, град		0,35	0,45	0,30	0,40
pH		9,09	9,05	9,11	9,07

Литература:

1. Асеева Т. А. Использование тритикалевой муки в хлебопечении / Т. А. Асеева // Достижения науки и техники АПК.— 2018.— Т. 32, № 5 — С. 81–83
2. Атрощенко, Е. А. Ферментные препараты, используемые в технологии хлебопечения / Е. А. Атрощенко.— Текст: непосредственный // 88 Современные аспекты производства и переработки сельскохозяйственной продукции.— 2018.— № 1.— С. 481–484.
3. Гирфанова, Ю. Р. Анализ применения современных ферментных препаратов при производстве хлебобулочных изделий / Ю. Р. Гирфанова, Т. А. Шурыгина, Е. В. Лебедев.— Текст: непосредственный // Актуальные проблемы аграрной науки: состояние и тенденции развития.— 2019.— № 1.— С. 165–167.
4. Туляков Д. Г. Тритикалевая мука: комплексный подход к исследованию / Д. Г. Туляков // Пищевые системы: теория, методология, практика.— 2017.— С. 323–328

## Study of liquid glass sealing agent for prevent loss circulation and gas shutoff applications

Ismailzade Emin Ismail oglly, student master's degree;  
Ismayilov Fuad Nazim oglly, PhD  
Azerbaijan State University of Oil and Industry (Baku)

The loss of drilling fluid into the formation can lead to reduced drilling efficiency, increased costs, and well instability or collapse. Different methods are available to minimize fluid loss, such as using appropriate drilling fluid properties, wellbore stabilization, and zonal isolation techniques. The addition of liquid glass or sodium silicate to drilling mud can create a sealant that reduces the permeability of the formation, leading to increased oil production. Nanosilica particles have also been investigated for gas shutoff applications in the oil and gas industry, which can enhance the fluid's properties and ability to plug fractures and prevent gas migration.

**Keywords:** drilling fluid, drilling fluid properties, wellbore stabilization techniques, lost circulation materials, sealants, liquid glass, nanosilica particles, gas shutoff.

Drilling fluid, also known as drilling mud, is an essential component of the drilling process, as it helps to lubricate the drill bit, cool it, and transport cuttings to the surface. However, if the drilling fluid is lost into the formation being drilled, it can cause various operational and financial issues, such as reduced drilling efficiency, increased costs due to the need for additional drilling fluid, and even well instability or collapse.

There are various causes of drilling fluid loss, such as formation instability, wellbore collapse, excessive pressure, and inadequate drilling fluid properties. The loss of drilling fluid can occur during various drilling operations, such as drilling, tripping, and cementing.

Several methods are available to minimize the loss of drilling fluid, such as using appropriate drilling fluid properties, wellbore stabilization techniques, and zonal isolation techniques. Additionally, various chemical additives, such as lost circulation materials, sealants, and plugging agents, are used to seal the formation and prevent fluid loss.

Several studies have investigated the issue of drilling fluid loss and the effectiveness of various methods to prevent it. For example, Gupta et al. [1] investigated the use of various lost circulation materials to prevent fluid loss in fractured formations and found that the materials significantly reduced the loss of drilling fluid. Similarly, Adeleye et al. [2] investigated the use of wellbore strengthening materials to prevent wellbore collapse and reduce fluid loss.

**Methods.** Liquid glass (sodium silicate) is often mixed with drilling mud to create a sealant that can reduce the permeability of the formation and create a barrier that prevents the loss of drilling fluid.

The silica gel that is formed when liquid glass reacts with minerals in the formation can help to control the flow of fluids and improve the stability of the formation, ultimately leading to increased oil production. This technique has been shown to be effective in both low-permeability and high-permeability formations. For example, Zhang et al. [3] investigated the use of liquid glass as a sealing agent in low-permeability sandstone reservoirs and found that it significantly reduced the permeability of the formation. Similarly, Al-Rbeawi et al. [4] investigated the use of liquid glass and silica nanoparticles in high-permeability sandstone formations and found that it significantly reduced the loss of drilling fluid into the formation.

**Experiment.** An experiment involving mixing liquid glass with drilling mud would typically involve the following steps:

1. Preparation of drilling mud: A batch of drilling mud is prepared according to the desired properties such as viscosity, density, and pH.
2. Preparation of liquid glass: Liquid glass, also known as sodium silicate, is prepared by mixing sodium silicate powder with water to achieve the desired concentration.
3. Mixing of liquid glass and drilling mud: A measured amount of liquid glass is added to the drilling mud, and the mixture is stirred using a mechanical mixer or other means.

4. Testing of the mixture: Various properties of the mixture, such as rheological properties, filtration properties, and permeability reduction, are tested using appropriate instruments and methods.

5. Comparison with control samples: The performance of the mixture is compared with that of control samples, which are drilling mud samples without liquid glass.

6. Analysis of results: The results of the experiment are analyzed to determine the effectiveness of the liquid glass and drilling mud mixture in reducing the loss of drilling fluid.

In general, the effectiveness of the liquid glass and drilling mud mixture would depend on factors such as the concentration and type of liquid glass used, the properties of the drilling mud, and the characteristics of the formation being drilled.

Specific details of the experiment, such as the exact concentrations and testing methods used, would vary depending on the objectives of the experiment and the properties of the materials being tested [3, 4].

Nanosilica-based fluid systems have been investigated for gas shutoff applications in the oil and gas industry. The addition of nanosilica particles to the fluid can enhance its properties and improve its ability to plug fractures and prevent gas migration.

The studies published in [5, 6] evaluated the effectiveness of a nanosilica-based fluid system for gas shutoff applications. The researchers used a mixture of nanosilica particles and a polymer gel to create the fluid system. They found that the system had good stability and was able to effectively block gas flow in laboratory experiments.

Following core flooding tests, the core plug was disintegrated, and the surface of the pore structure was observed using scanning electron microscopy (SEM). The amorphous substance was observed within the pore structure of the treated core plug. An untreated core sample was employed to compare the formation of the in-situ amorphous material. Figure 1 illustrates SEM images of the fractured core surface at different scales of 500, 200, and 100 pm. The untreated core surface appears glossy and smooth, whereas the treated core surface appears uneven. This indicates the formation of the amorphous substance at all three scales.

Another study published [7, 8] also investigated the use of nanosilica particles for gas shutoff applications. The researchers used a mixture of nanosilica particles and a foaming agent to create the fluid system. They found that the system was effective in reducing gas permeability and increasing the pressure required for gas to flow through a porous medium.

**Conclusions.** Mixing liquid glass with drilling mud can be an effective way to prevent the loss of drilling fluid and improve the efficiency of drilling operations. The resulting sealant can reduce the permeability of the formation and control the flow of fluids, leading to increased stability and improved oil production.

These studies suggest that nanosilica-based fluid systems have the potential to be an effective solution for gas shutoff applications in the oil and gas industry. However, further research is needed to optimize the composition and properties of the fluid system and to evaluate its performance in field applications.

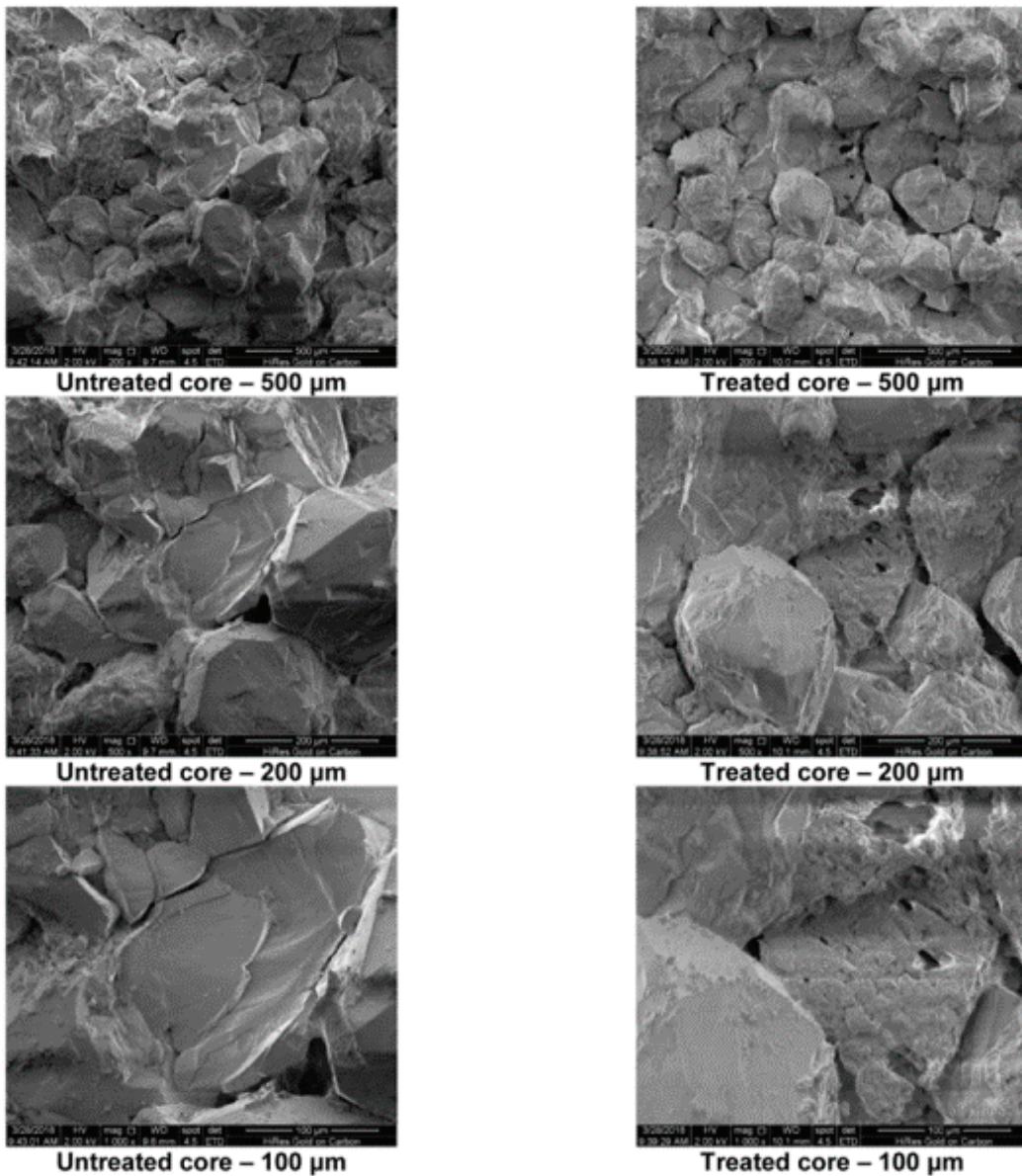


Fig. 1. Core flooding tests [6]

## References:

1. Gupta, R. K., Prasad, M., Singh, V. K., & Singh, R. K. (2018). Comparative evaluation of different lost circulation materials for fractured reservoirs. *Journal of Petroleum Science and Engineering*, 162, 153–166.
2. Adeleye, I. A., Adeoye, O. A., & Omole, S. O. (2017). Effect of wellbore strengthening materials on wellbore instability and fluid loss control. *Journal of Petroleum Science and Engineering*, 157, 50–62.
3. Zhang, S., Yao, Y., Zhang, L., & Li, L. (2019). Experimental study on permeability reduction mechanism of liquid glass sealing agent for sandstone reservoirs. *Journal of Petroleum Science and Engineering*, 183, 106412.
4. Al-Rbeawi, S. J., Hossain, M. E., Nasr-El-Din, H. A., & Al-Anazi, H. A. (2018). The effect of silica nanoparticles and sodium silicate on the rheological and filtration properties of water-based drilling fluids. *Journal of Petroleum Science and Engineering*, 167, 359–367.
5. Li, S., Li, Y., Wang, Z., Li, X., Li, C., & Li, W. (2019). Investigation on the effectiveness of a nanosilica-based fluid system for gas shutoff applications. *Journal of Petroleum Science and Engineering*, 179, 486–494.
6. Karadkar, P., Almohsin, A., Bataweel, M., & Huang, J. (2019). In-situ Pore Plugging Using Nanosilica Based Fluid System for Gas Shutoff. Abu Dhabi International Petroleum Exhibition &Conference. doi:10.2118/197578-ms.
7. Yang, H., Chen, B., Wang, H., Li, L., & Liu, Y. (2020). A nanosilica-based fluid system for gas shutoff in tight sandstones: A laboratory study. *Journal of Natural Gas Science and Engineering*, 77, 103372.
8. Wang, S., Wei, W., Guo, C., Zhao, X., & Fan, H. (2021). Experimental Study on the Properties and Applications of Nanosilica-Based Gel in Water Shutoff of Gas Wells. *Energy & Fuels*, 35(4), 3274–3284.

## Анализ пожарной опасности Муниципального автономного образовательного учреждения «Инженерный лицей» города Альметьевска Республики Татарстан

Мустафин Альберт Ринатович, студент  
Академия гражданской защиты МЧС России (г. Химки)

*В статье проведен комплексный анализ показателей, характеризующих пожарную опасность общеобразовательных школ на примере объекта защиты — МАОУ «Инженерный лицей» г. Альметьевска Республики Татарстан.*

**Ключевые слова:** общеобразовательные учреждения, пожарная опасность, горючая среда, источник зажигания, окислитель, класс функциональной пожарной опасности.

На сегодняшний день отмечается высокий показатель частоты возникновения пожаров на территориях общеобразовательных учреждений Российской Федерации [2], а также подтверждены факты гибели граждан, при пожарах на объектах данного класса функциональной пожарной опасности. Высказанное отражает актуальность исследуемой в статье проблематики.

В соответствии с п.п. 4 ст. 32 Федерального закона от 22.07.2008 г. № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» [1] объект защиты — муниципальное автономное общеобразовательное учреждение «Инженерный лицей» г. Альметьевска Республики Татарстан относится к классу функциональной пожарной опасности Ф4.1.

Пожарная опасность всех объектов защиты характеризуется следующими параметрами: горючей средой, источниками зажигания и окислителями [3–4].

Приступим к подробному анализу особенностей пожарной опасности образовательной организации МАОУ «Инженерный Лицей».

Горючая среда на исследуемом объекте характеризуется следующими позициями:

- плакаты, бумажная корреспонденция, учебное-методические материалы т.д.;
- ЛВЖ и ГЖ, применяемые для проведения обучающимися различных экспериментальных лабораторных работ;
- электрооборудование, используемое для целей обучения (интерактивные доски, компьютеры, проекторы, звуковая и световая аппаратура);
- электропроводящие коммуникации;
- вентиляционная система;
- мебель и предметы интерьера;
- отделочные материалы;
- производственный мусор в кабинетах технологии (древесные опилки, стружка, промасленная ветошь, куски тканей).

Окислителем, выступает кислород, содержащийся в воздухе, но и не исключено появление иных окислителей, при проведении обучающимися опытов. Сильными окислителями являются перекись водорода, азотная и серная кислоты, фтор, бром, хлор и их газообразные соединения, хромовый ангидрид, перманганат калия, хлораты и другие соединения.

### Литература:

1. Федеральный закон от 22.07.08 г. № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности». С изменениями и дополнениями.

Ознакомимся с возможными источниками зажигания:

- открытый огонь (огонь от газовой горелки);
- тепловой поток от водонагревательных и нагревательных приборов;
- самовозгорание веществ, при проведении обучающимися лабораторных работ;
- искры, возникающие при сварочных работах;
- нарушение в работе электроприборов и электропроводящих коммуникаций.

Возможные пути распространения пожара в здании МАОУ «Инженерный Лицей»:

- по вентиляционным каналам;
- по горючим веществам и материалам;
- по оконным и дверным проемам;
- с этажа на этаж через проемы перекрытий в местах прохода различных коммуникаций: водопровода, канализации, электрокабелей.

Итак, в рамках статьи произведен анализ пожарной опасности общеобразовательного учреждения МАОУ «Инженерный лицей», по результатам которого было выяснено, что пожарная опасность объектов защиты данного типа характеризуется следующим:

- массовое пребывание людей разных возрастных категорий (преимущественно дети и подростки);
- наличием ЛВЖ и ГЖ, применяемых при проведении лабораторных и экспериментальных работ обучающимися;
- большие объемы пожарной нагрузки, которую составляют: мебель, электротехника и оборудование, отделочные материалы, бумажная корреспонденция и др.;
- дислокация в пределах одного здания помещений различных классов функциональной пожарной опасности, например, объекты общественного питания — Ф 3.2; физкультурно-оздоровительные объекты — Ф 3.6).

Таким образом, существует необходимость в повышении уровня пожарной безопасности общеобразовательного учреждения МАОУ «Инженерный лицей» посредством совершенствования функционирующей на объекте системы обеспечения пожарной безопасности и ее элементов.

2. Приказ МЧС России от 14.11.2022 г. № 1140 «Об утверждении методики определения расчетных величин.
3. Ловкис Е. С., Плаксицкий А. Б., Мещеряков А. В. К вопросу об обеспечении пожарной безопасности образовательных учреждений // Журнал Пожарная безопасность: проблемы и перспективы. Том 1, № 9.— 2018.— 521–524 с.
4. Кокольцева О. В., Каган А. Л. Особенности обеспечения пожарной безопасности в образовательных организациях // Журнал Базис, № 1 (9).— 2021.— 49–52 с.

## Wastewater management in Kabul (overview)

Mukhammadi Atikulla, student master's degree  
Kazakh-German University (Almaty, Kazakhstan)

The present study pertains to the administration of the sewer and drainage infrastructure in the city of Kabul, which is anticipated to experience sustained population expansion. As per the recently proposed Master Plan, the urban populace is anticipated to witness a surge from 4.5 million in the year 2017 to 9 million by the year 2050. The swift increase in population in Kabul has resulted in significant strain on its economy, social services, and housing. However, the urban infrastructure systems, including roads, water supply, and sewage, were inadequately designed and executed. This article aims to examine the existing issues pertaining to sewage in Kabul, where a municipal sewage system has yet to be established. A comparative analysis is conducted to evaluate the management and control of wastewater in Kabul in relation to several cities across the globe. The current study offers a proposed resolution for the Master Plan, which is supported by a comprehensive review of relevant literature pertaining to comparable urban centers across the globe. Additionally, a case analysis of Omid-e-Sabz, a municipality situated in the western region of Kabul, is presented.

**Keyword:** wastewater management, sewage management, drainage, sewage system, environmental sustainability.

### Introduction

The proper collection and management of sewage is a crucial aspect of urban governance, as it significantly contributes to the promotion of public health, sanitation, and environmental sustainability within a city. Our study centers on waste management practices in Kabul, with a comparative analysis of a case study and relevant literature from other nations. The town of Omid-e-Sabz, situated west of Kabul city, has been the subject of our study. In addition, three literature reviews of urban centers across the globe, such as Ancient Rome and London, England, which implemented advancements in their sewer management infrastructure, are also utilized. The alternative literature review centers its attention on the rural locality of Court Case situated within the United States of America. Ultimately, the Sasaki recommendations for waste management were examined in our study.

Kabul is facing significant challenges in meeting the infrastructural demands due to its rapid population growth. A primary concern pertains to the management of wastewater. The lack of infrastructure in many areas of Kabul results in the mixing of waste water and ground potable water, posing significant health risks to the populace. It is imperative that Kabul devises a viable solution to enhance its sewage management system.

The present research endeavors to delineate the problem at hand, conduct a comprehensive review of relevant literature from various nations, and scrutinize a case study pertaining to Omid-e-Sabz. The challenges associated with managing urban wastewater encompass a broad spectrum of issues, including olfactory nuisances and the potential for drinking water contamination. Furthermore, an analysis was conducted on the sewage system of a town located within Kabul

known as Omid-e-Sabz. The town has demonstrated effective management of its sewer system, resulting in favorable outcomes. Ultimately, the present discourse concerns the examination and interchange of data through the analysis of both extrinsic and intrinsic specimens. This study examines the benefits and drawbacks of three distinct wastewater collection systems, namely latrine, septic tank, and lift station, and proposes an appropriate system for effective drainage management in the city of Kabul.

The present document comprises a comprehensive literature review.

The sewerage system of Ancient Rome is a notable aspect of its civil engineering.

The Roman Empire gained notoriety for its public bathing facilities, water distribution infrastructure, and municipal sewage management systems during the ancient era. It is believed that the ancient Romans constructed the initial sewage system during the period of 800–735 BC. The process of managing water involved the utilization of recycled bath water for the purpose of flushing the latrines, which was facilitated through a system of covered drains. Terracotta pipes were utilized for plumbing purposes, and residential structures were directly linked to the sewer drainage network. The Cloaca Maxima, an ancient sewer system, dates back 2800 years and is notable for being the initial drainage infrastructure to connect with the Tiber River, a feature that has endured to the present day. There existed a total of eleven aqueducts in ancient Rome which were utilized for the transportation of water. Undoubtedly, it serves as the source of inspiration for the majority of contemporary water management systems in use.

The first illustration. The topic of interest pertains to the sanitation practices of the ancient Roman civilization.

## Chapter II. A Legal Dispute over a Sanitary Sewer System in a Rural Community

The infrastructure of a sanitary sewer system comprises a complex arrangement of interconnected pipelines that facilitate the transportation of human and industrial waste to a designated treatment facility. Subsequently, the waste material is segregated by the treatment plant, and the residual liquid is released into a stream or river with the intention of dispersing it into a proximate larger water body. In the beginning, the sanitary sewer piping systems were integrated with the storm sewer systems, which were responsible for gathering and transporting rainwater to a stream or a larger water body for disposal without undergoing any treatment. The amalgamation of a sanitary sewer system and a storm sewer system offers the benefit of facilitating the transportation of untreated sewage through pipelines by means of rainwater dilution. In addition, it facilitates the purification of wastewater and contributes to the mitigation of sewer line blockages. One of the drawbacks associated with a unified sanitary and storm sewer system is that in the event of a heavy rainfall, treatment facilities may become overwhelmed and exceed their maximum capacity, necessitating the discharge of untreated sewage into nearby water bodies, thereby creating a potential environmental and public health risk. The act of segregating two distinct systems has become a prevalent practice. A litigation involving a municipality with a population of less than 10,000, situated in a northern state of the United States and located on the banks of one of the Great Lakes, has recently taken place. The urban area is traversed by a river that ultimately discharges into one of the Great Lakes. In compliance with governmental regulations, a state-of-the-art wastewater treatment facility has been constructed along the river. The waste water treatment process of the plant comprises three distinct stages, namely primary, secondary, and tertiary (advanced) treatment. The initial stage of treatment involves the employment of fine screens or other separation mechanisms to segregate solid matter from liquid. The process of secondary treatment involves the utilization of biological treatments to decompose organic matter. The implementation of advanced treatment encompasses a diverse range of techniques aimed at achieving a higher degree of refinement in the effluent produced by the treatment plant. An example of a sophisticated approach involves subjecting secondary sewage effluent to chlorination prior to its release, as a preventive measure. This is particularly relevant given that the treatment plant's effluent is situated in close proximity to the city's drinking water intake, as well as frequently visited bathing beaches and fishing areas.

The introduction of alum and polymers by the plant can facilitate additional purification of the discharged substance. The government mandated that the plant be constructed with sufficient capacity to effectively cater to the entire river basin, given the recurrent backup issues experienced by adjacent neighborhoods. One of the recent developments upstream experienced three instances of main-line malfunction within the past few years, leading to the infiltration of untreated sewage into the basements of local inhabitants. The initial two out of the three occurrences resulted in the primary pipeline experiencing overflow due to intense precipitation, whereas the third instance transpired in the absence of any precipitation. Following the occurrence of this third event, a resident made the decision to take proactive measures.

The regional waste management enterprise ascertained that the pipeline connecting the individual's residence to the primary pipeline running alongside the thoroughfare was not obstructed. Subsequently, the personnel affiliated with the sanitation company proceeded to unveil a manhole cover in close proximity to the residential area. Upon inspection, it was observed that the fluid level within the manhole, which served as the primary conduit for the county, had exceeded the standard threshold. This anomaly suggested that an obstruction had occurred within the system, thereby causing the issue at hand. The nation expeditiously commenced remedial measures and ascertained that the primary conduit had become obstructed at the initial street situated in the lower course, resulting in the accumulation of effluent in the upstream direction and consequent inundation of the cellar of the aforementioned senior citizen. The process of cleaning, disinfecting, and ventilating the basement by a restoration company took a duration of three days and incurred a cost exceeding two thousand dollars.

### III. The London Sewerage System refers to the network of underground pipes, tunnels, and treatment facilities designed to manage and dispose of the city's wastewater and sewage.

The London sewerage system constitutes a fundamental component of the water infrastructure that caters to the needs of London, England. Its origins date back to the latter part of the 19th century, and over time, it has undergone significant expansion to accommodate the growing demands of the city. At present, Thames Water is the proprietor and operator of the entity, which caters to a significant portion of Greater London's population.

Since the beginning of the 1800s, the Thames River has functioned as an exposed sewage system, leading to numerous public health crises and frequent outbreaks of cholera in London. During the early 18th century, several suggestions were deliberated to enhance the sewer system of London; however, they were not implemented primarily due to apprehensions regarding expenses. The 1858 «Great Stink of Parliament» served as a catalyst for the government to promptly address the need for a more dependable sewage infrastructure.

The task of designing and implementing the contemporary sewage system in London was entrusted to Joseph Bazalgette, who served as both the chief of the Metropolitan Board of Works and a civil engineer. The extensive subterranean sewer network of London was devised by a team of associates with the purpose of redirecting waste towards the estuary of the River Thames.

There exist six primary interceptor sewers downstream of the urban core, with a combined length of 160 kilometers (equivalent to 100 miles). Three interceptor sewers were erected to the north of the river, with the southernmost location situated at the lowest elevation within the Thames embankment. The construction of the embankment facilitated the development of additional thoroughfares, public green spaces, and the circular route of the London underground railway system.

The inauguration of Victoria Embankment took place on the 13th of July in the year 1870, marking its official opening. The intercepting sewers, which were built during the period of 1859 to 1865,

received their supply from a network of 450 miles (720 km) of primary sewers. These primary sewers were responsible for transporting the contents of approximately 13,000 miles (21,000 km) of smaller, localized sewers. The construction of the interceptor system necessitated a total of 318 million bricks, 2.7 million cubic meters of excavated earth, and 670,000 cubic meters of concrete. The utilization of Portland cement in a pioneering manner resulted in the fortification of the tunnels, which remained in a state of sound condition even after the passage of 150 years.

The force of gravity facilitates the eastward flow of sewage in various locations such as Deptford, Chelsea, and Abbey Mills. Pumping facilities were constructed with the purpose of elevating water levels and facilitating fluid movement. The sewer system located on the northern side directs its flow towards the northern outfall sewer, which subsequently channels the wastewater into a significant treatment facility. A sewer system located in the southern region is connected to a comparable infrastructure. Significant advancements made in the 20th century resulted in a notable decrease in the level of pollution present in the Thames River as it flows towards the North Sea and the Thames Estuary.

The initial plan for the London sewage system was to accommodate a maximum capacity of 6.5mm (1/4") per hour of the precipitation that falls within the catchment region. The population growth in London has exerted significant strain on the sewage system's capacity. Consequently, the system is susceptible to being overwhelmed by a heavy downpour of rainfall exceeding 6 mm per hour within a brief duration. During episodes of intense precipitation, the rainwater becomes intermixed with sewage effluent prior to its release into the Thames. In the event that the discharge fails to dissipate promptly, there is a possibility of a sewage system backup, leading to localized flooding that could potentially pose a risk to both public health and the environment. In the late 1980s and early 1990s, the London Docklands Development Corporation made significant investments in the redevelopment of the Isle of Dogs and Royal Docks regions in east London. One of the key areas of investment was the development of new drainage infrastructure, which was intended to effectively manage future sewage and surface water runoff. A novel approach was employed to construct a network of tunnels with a substantial diameter, which were subsequently connected to a newly established pumping station located at the Tidal Basin. The system was designed to facilitate the drainage of surface water in the Royal Docks, spanning a distance of approximately 25km (16 miles). The drainage system of Isle of Dogs is facilitated by a stormwater pumping station located at Stewart Street. Following extensive deliberation, enhancements have been sanctioned for implementation with a projected completion date of 2024. The proposed Thames Tideway project entails the construction of expansive storage and transfer tunnels with a diameter of considerable magnitude spanning 35 kilometers (equivalent to 22 miles) beneath the riverbed of the Thames, connecting Hammersmith to Beckton/Crossness, at an estimated cost of 4.9 billion.

#### **IV. Case study: Omid-e-Sabz.**

Omid-e-Sabz is situated on the western slope of the Ghoreq mountain, in close proximity to Kabul. It is anticipated by the town manager that the populace will attain a numerical strength of roughly

22,000 individuals in the year 2019. Every residential building possesses a septic tank that is designed to accumulate all domestic wastewater, excluding precipitation runoff. The effluent originating from the septic tanks is directed towards the communal town infiltration system. The determination of the septic tank size is the responsibility of homeowners of both houses and apartment dwellings. However, it is recommended that a capacity of 60–70 cubic meters is sufficient for a single house accommodating three families for a period of two years.

The waste water undergoes a three-step process at the public treatment plant. Initially, the water is gathered in the reservoir, facilitating the settling of certain particulate matter. In the second phase, the water is discharged into an infiltration tank containing sand of different sizes. Ultimately, the purified water is utilized for the purpose of irrigating the public parks and trees within the municipality.

The Kabul Master Plan is a comprehensive urban development strategy aimed at guiding the growth and development of the city of Kabul, Afghanistan.

The plan sanctioned in 2017 outlines a prospective vision for Kabul, which entails the construction of a water and sewage system. The objective of this initiative is to ensure that 80% of the potable water supply is derived from recycled wastewater.

The magnitude of executing a resolution for the treatment of wastewater in an urban area with a population of 4 million individuals, which is projected to increase to 7 million, and where sewage infrastructure is largely absent, necessitates a significant undertaking rather than a minor one. An audacious strategy characterized by resolute leadership, wherein benefactors, governmental officials, and the city of Kabul itself can collectively provide reinforcement, is imperative. The Microrayon WWTP receives waste from latrines via tankers for treatment. During periods of inactivity, the plant's wastewater is discharged into the urban drainage system, ultimately finding its way into the Kabul River, particularly in arid months.

According to estimates, approximately 600–700 private waste haulers navigate through the city on a daily basis to evacuate containment tanks, which are believed to have a capacity of approximately 10m<sup>3</sup> each. Wastewater loads are discharged by haulers through the storm water drainage network and the Microrayon Treatment Facility in Kabul. For regions characterized by moderate to low population density, a decentralized network featuring restricted transfer distances is the most effective solution.

Two distinct approaches to managing wastewater in Kabul have been proposed. In areas with low population density that are in proximity to agricultural land, the optimal approach for waste management is to utilize latrines and wastewater for agricultural purposes. In regions characterized by a high concentration of inhabitants, lift stations represent the optimal solution. Given the intricate population distribution of Kabul, the implementation of a single waste water collection station is not a viable solution. Therefore, it is imperative to explore the possibility of dividing the city into smaller regions to facilitate the collection and treatment of waste.

The proper management of sewage is of great importance in achieving the Sustainable Development Goals (SDGs).

The United Nations' Sustainable Development Goals (SDGs) were sanctioned with the aim of formulating a comprehensive plan for worldwide development by the year 2030, encompassing 17 primary objectives and 169 subsidiary objectives. The implementation process

commenced in January of 2016 and is intended to serve as a framework for forthcoming decisions spanning a period of 15 years. The investigation pertaining to the waste management system in Kabul holds significance in terms of its impact on both human life and the environment, in alignment with the Sustainable Development Goals.

The achievement of Goal 3, which pertains to Good Health and Well-being, can be facilitated by the implementation of effective waste management practices. Such practices have the potential to promote health and well-being. Inadequate management of a sewer system can result in heightened health hazards for the populace and a decline in the overall standard of living.

The attainment of Goal 6, which pertains to Clean Water and Sanitation, is contingent upon the effective management of waste. This is because improper waste management practices can have a direct impact on both surface and underground water sanitation, as well as the availability of clean water resources. Inadequate management of wastewater can result in the contamination of surface and groundwater, rendering it unsuitable for human consumption, and adversely affecting the ecosystem, the environment, and human well-being.

Goal 9 of the United Nations Sustainable Development Goals pertains to Industry, Innovation, and Infrastructure. Within this context, waste management is considered an integral component of the infrastructure that supports both innovation and industrial development.

Sustainable development Goal 11 emphasizes the importance of establishing resilient and sustainable cities and communities that are equipped with robust infrastructure, access to safe and clean drinking water, and thriving industries. The concept of sustainability enables urban areas to optimize the utilization and repurposing of resources, exemplified by the treatment and reclamation of wastewater for the purpose of irrigating municipal green spaces.

Goal 13, which pertains to Climate Action, highlights the potential for a city's pollution to disrupt the surrounding climate. The management of waste is a crucial aspect in safeguarding the surrounding ecosystem and promoting the well-being of the populace.

Goal 14 of the United Nations Sustainable Development Goals aims to preserve life below water. One of the strategies to achieve this goal is the implementation of waste water treatment and recycling systems. This approach effectively minimizes the discharge of waste into lakes and rivers, which in turn safeguards the natural habitat and water resources. The findings suggest that the implementation of enhanced waste management practices in Kabul would yield favorable outcomes for residents, including improved quality of life through access to clean air, potable water, and a pollution-free river.

## **Analysis**

Based on the analysis of three case studies and a review of relevant literature, it is contended that the implementation of a contemporary

sewage system is of utmost importance in Kabul. In the absence of it, urban existence may become arduous as inhabitants face the peril of ailments, thereby jeopardizing their well-being. In order to effectively cater to the needs of its populace, it is imperative for the government to allocate complete funding towards the development and implementation of a contemporary infrastructure. The role of city planning and management is of utmost importance. It is imperative to sustain and augment the operational capabilities of extant initiatives such as Microrayan and the Industrial Water Reuse Pilot.

## **Recommendation**

Urban centers bear the responsibility of effectively managing waste, particularly in the context of future expansion. Approximately 70% of Kabul's urban landscape is characterized by unplanned developments, posing significant challenges to effective waste water management. Based on our investigation of wastewater management in other urban areas, we have formulated the following suggestions.

Incorporating a modern sewage system into the municipal infrastructure necessitates the inclusion of a short-term plan that designates responsibility for its management and financing to the local government. The proper containment and separation of sewage water from groundwater and the surrounding habitat is of utmost significance. The case of Omid-e-Sabz is examined, wherein wastewater undergoes treatment through septic tanks and a filtration system prior to being repurposed for irrigation of crops and landscaping.

Incorporating a system of lift stations into the infrastructure of Kabul would be a prudent measure for the purpose of effectively managing and treating wastewater over an extended period of time. The filtered water obtained from these stations can subsequently be repurposed for the purposes of crop irrigation and landscaping.

Executing the short-term strategy can be deemed feasible given that the expenses associated with septic tanks can be divided among landowners and stakeholders from the private sector. By way of contrast, the construction of life stations is contingent upon the commitment of municipal authorities to procure land, construct subterranean sewer systems, and establish connections with urban users.

## **Conclusion**

The Omid-e-Sabz system presents a case study for managing wastewater in Kabul, a city that is confronted with obstacles stemming from uncontrolled expansion. The government of Kabul should demonstrate a sustained dedication to enhancing its sewer management system in collaboration with its populace, with the aim of guaranteeing the provision of safe drinking water and safeguarding public health. This can be achieved through the development and execution of a well-conceived growth plan.

## **References:**

1. OpenLearn (2018) «How London got its Victorian sewers» Medium Accessed: 1 November 2019
2. Baker M (2008) «Discovering London statues and monuments,» 5<sup>th</sup> ed. Princes Risborough, Shire. 128 p. ISBN: 978-0-7478-0495-6
3. De Feo G, Antoniou G, Fardin H, El-Gohary F, Zheng X, et al. (2014) «The historical development of sewers worldwide» Sustainability (vol. 6, no. 6, pp. 3936–3974) <https://doi.org/10.3390/su6063936>

4. London sewerage system (2020) Wikipedia. 10 April 2020
5. United Nations (UN) (2019) «Sustainable Development Goals (SDFs)», Accessed: 1 November 2019
6. Abellán J (2017) «Water supply and sanitation services in modern Europe» developments in 19<sup>th</sup> — 20<sup>th</sup> centuries” 12<sup>th</sup> International Congress of the Spanish Association of Economic History Salamanca
7. Nicki jo Armfield (2019) «Sanitation in ancient Rome»
8. Tata RP (2013) «Municipal Sewer Systems: Case Studies» New York, USA
9. Skyline Civil Group (2016) «The Sewers of ancient Rome» Skyline Civil Group
10. Sasaki (2017) «Kabul urban design framework,» Ministry of Urban Development and Housing
11. Dwarf Fortress Wiki (2019) «DF2014: Sewer»

## Sustainable domestic wastewater management in Kabul city, Afghanistan: issues and solutions

Mukhammad Atikulla, student master's degree  
Kazakh-German University (Almaty, Kazakhstan)

The statistical data pertaining to the management of wastewater in Kabul city is notably deficient. The present study aimed to examine and tackle the prevailing conditions and significant obstacles associated with the management of domestic wastewater in residential localities. Furthermore, to propose sustainable remedies. The adopted methodology entails the utilization of questionnaires, field observation, and the examination of pertinent documents from relevant stakeholders. The findings suggest that a majority of households, exceeding 50%, lack access to upgraded sanitation facilities. There are currently no functional wastewater treatment plants, with the exception of Macroyans' facilities, which are not operating effectively. Moreover, the absence of a suitable drainage infrastructure is evident. The improper treatment of domestic wastewater results in the discharge of nearly 100% of it into the environment, leading to significant health and environmental concerns such as groundwater contamination, unpleasant odors, and adverse impacts on biodiversity. The prevalent illnesses include diarrhea, malaria, cholera, and typhoid fever. The primary obstacles associated with managing domestic wastewater pertain to inadequate sanitation infrastructure, insufficient wastewater treatment facilities and drainage systems, inadequate governmental oversight, limited public engagement, and an absence of a durable framework for sustainable wastewater management. The sustainable management of wastewater in Kabul city is contingent upon several factors, including the implementation of decentralized wastewater treatment technologies, the enforcement of relevant legislation, the decentralization of planning and budgeting to local institutions, the involvement of the public, planners, and policy-makers at all levels, and the establishment of a sustainable wastewater management framework. These elements are crucial in addressing the current circumstances and challenges associated with domestic wastewater management in the region.

The present discourse centers on the topic of domestic wastewater and its sustainable management. Specifically, the focus is on the implementation of decentralized systems that can contribute to the realization of a circular economy.

**Keywords:** domestic wastewater, sustainable wastewater management, decentralized system.

### Introduction

Domestic wastewater refers to the effluent originating from residential sources, including but not limited to toilets, baths, laundry, food preparation, and kitchen cleaning activities. Domestic wastewater refers to the wastewater generated from human activities in households. The composition of the substance in question comprises a substantial quantity of suspended and floating particulate matter, including but not limited to excrement, paper, vegetable remnants, and harmful contaminants such as pathogenic microorganisms (Mara, 2004). The microbiological constituents present in unprocessed household wastewater comprise of bacteria, protozoa, and viruses. Untreated domestic wastewater comprises two distinct categories of bacteria, namely beneficial and harmful. Beneficial microorganisms that facilitate the degradation of waste products are employed in the treatment of wastewater in various plants. Various illnesses in humans, including typhoid fever, bacillary dysentery, and

tetanus, are caused by harmful or pathogenic bacteria. According to Arcadio and Gregoria's (2003) research, individuals infected with hepatitis are found to emit between 10,000 to 100,000 transferrable particles of viruses per gram of fecal matter. In general, the two types of domestic wastewater are distinguished as follows: Greywater refers to the domestic wastewater that is collected from sources such as bathrooms, showers, bathtubs, dishwashing, and clothes washing, while excluding water from toilets. Typically, greywater comprises of substances such as toothpaste, shampoo, soaps, oil, and food particles. The direct reuse of greywater is a viable option for various purposes such as irrigation, toilet flushing, and domestic heating. The term «black water» refers to the wastewater that is specifically collected from toilets. According to Andersson et al. (2016a), black water typically comprises of two components, namely brown water (comprising of human feces and flush water) and yellow water (comprising of urine). The composition of brown water, also known as human feces, includes 13% nitrogen and 28% phosphorus. Urine is

composed of 69% of total nitrogen and 40% of total phosphorous. Phosphorous fertilizers are derived from non-renewable sources and the insufficiency of phosphorous nutrients has a detrimental impact on agricultural yields. According to Mulec et al. (2017), it is estimated that around 22% of the current phosphorous nutritional needs can be met by utilizing all the phosphorous present in the black water and returning it to the agricultural land. Unmitigated discharge of household effluent poses a variety of economic risks, such as reduced output in agriculture and industry, as well as heightened financial strain on healthcare. The devaluation of properties in close proximity to polluted water sources and the potential impact on tourism can be attributed to the deterioration of water quality, as tourists tend to prioritize access to unpolluted water sources. Moreover, the absence of treatment of domestic wastewater results in adverse impacts on the aesthetic appeal of the environment, recreational activities, and the emergence of unpleasant odors and other ecological challenges, as noted by Sancho et al. (2015). The absence of proper treatment of household wastewater poses a significant challenge to the attainment of sustainable water management, leading to adverse environmental, economic, and health consequences in both the short and long term. According to Edokpayi et al. (2017), pathogenic microorganisms that can lead to a range of illnesses, such as bacteria, protozoa, viruses, fungi, and parasitic worms, have been detected in domestic wastewater by researchers. The absence of appropriate treatment of household wastewater results in significant ecological concerns, including eutrophication and the release of Greenhouse Gas (GHG) emissions in the form of CH<sub>4</sub> (methane) and N<sub>2</sub>O (nitrous oxide) (Libardi et al., 2019). The absence of proper treatment of household wastewater results in an estimated annual mortality rate of 1.5 million children. As per the World Bank, it has been estimated that untreated domestic wastewater results in a global loss of 260 billion dollars annually (Cheng et al., 2018). SDG 6 prioritizes objectives 6.2 and 6.3, which pertain to hygiene and water quality, while SDG 3, which concerns good health, is primarily associated with sanitation. The management of wastewater is a crucial factor in achieving various sustainable development goals, including but not limited to poverty reduction, economic growth, education, gender equality, and the development of sustainable cities (World Health Organization, 2018). Water holds a crucial position in the circular economy due to its paramount importance and indispensability as a primary resource for production. Consequently, within the context of the circular economy, the treatment of wastewater constitutes a crucial component of water resource management. In a circular economy, it is imperative that water retains its complete value following each utilization. According to Flores et al. (2018), the utilization of domestic wastewater for agricultural purposes can lead to enhanced productivity and increased production. According to Moretti et al. (2019), the utilization of domestic wastewater can serve as a means for societies to address the pressing issue of safe water resource availability, thereby providing valuable and essential solutions. The retrieval of both raw materials and energy plays a crucial role within the framework of the circular economy. The excreta of humans, comprising fecal matter and urine, possess a high concentration of nutrients and can serve as a valuable source of agricultural fertilizer. According to Malila et al. (2019), the utilization of urine and feces in this manner serves to safeguard natural water sources against the negative effects

of eutrophication and contamination. It is widely acknowledged that the availability of alternative sources of water is insufficient to ensure a secure water supply. The rise in population, coupled with urbanization and industrialization, has led to a growing scarcity of water. Consequently, there is a higher likelihood of potable reused water being utilized as a resource to supplement drinking water supplies (Tortajada and Nambiar, 2019). Various types of materials such as bioplastic, cellulose, phosphate, alginate-like substances, and biomass have the potential to be recovered from wastewater. The retrieval of energy and raw materials from wastewater serves to enhance water quality and bolster the circular economy. According to Leeuwen et al. (2018), the Netherlands generates an annual revenue of 230 million from resources recovered from wastewater. The city of Kabul serves as the capital of Afghanistan and has been identified as one of the rapidly expanding urban centers globally. According to Ahmadi and Kajita (2016), the estimated population of Kabul was approximately 4 million in 2012. The city of Kabul is among the most destitute urban areas in terms of access to clean water delivery and adequate hygiene services on a global scale. The populace of Kabul metropolis lacks access to a comprehensive system for treating general wastewater. The surface water and groundwater resources within Kabul city are currently facing a significant risk. This is primarily due to unsustainable and uncontrolled groundwater abstractions, as well as the presence of biological and chemical pollutants within both surface and groundwater sources. According to Zaryab et al. (2017), microbiological assessments have revealed that approximately 58 to 70% of the deep wells in the city are contaminated with fecal (coliform) bacteria.

The present study comprises a literature review on the topic of sustainable wastewater management systems.

According to Laugesen (2010), an effective wastewater management system that is sustainable should include a well-designed wastewater collection system, sustainable treatment methods, energy-efficient facilities, a suitable system for recovering raw materials, and appropriate legislative and financial structures. A sustainable system can be defined as one that safeguards public health, is economically feasible, maintains technical and institutional consistency, provides environmental protection, and is socially acceptable. According to Capodaglio et al. (2016), ensuring environmental quality protection, nutrient reutilization, and preservation of natural resources are imperative components of a sustainable wastewater treatment system. The implementation of a sustainable wastewater management system plays a crucial role in safeguarding society, economy, and environment against the adverse effects of wastewater. In addition, sustainable technologies for treating wastewater take into consideration the potential effects of their operations on both public health and the environment, as noted by Popovic and Kraslawski (2018). The implementation of sustainable wastewater management systems has the potential to enhance soil quality, increase agricultural productivity, and provide more efficient protection of ecosystems. Moreover, it is observed that decreasing healthcare expenses leads to the emergence of fresh employment prospects and entrepreneurial ventures. According to Andersson et al. (2016b), the attainment of Sustainable Development Goals (SDGs) is unattainable in the absence of a viable and enduring wastewater management framework. The implementation of sustainable wastewater treatment systems plays a crucial role in mitigating the adverse effects of water pollution and greenhouse

gas emissions. According to Sanabria et al. (2018), wastewater management systems that are sustainable have the ability to generate energy while simultaneously reducing water contamination, air pollution, and greenhouse gas emissions. According to Wirawan et al. (2018), the primary obstacles to establishing a sustainable wastewater treatment system include insufficient public participation and awareness, reluctance of communities to bear the costs, challenges in securing suitable land, inadequate adaptation of technology, insufficient involvement of privately-owned businesses, and the role and commitments of the government. Frequently, inadequate conditions and disarray in wastewater management systems can be attributed to a deficient governance framework. According to Kjellén (2018), investing in institutional capacity may be more beneficial for achieving consistent and enduring growth in wastewater management as opposed to investing directly in physical infrastructure.

### Methodology

The data was gathered from both primary and secondary sources. The two main types of primary data sources utilized in research are field observation and questionnaires. Secondary data is obtained from various sources such as books, journals, reports, maps, and conference proceedings. Furthermore, there are governmental and non-governmental organizations (NGOs) located in the city of Kabul. The survey instrument utilized in this research was derived from Ehsas' (2013) work. A survey instrument comprising of closed-ended questions was administered to a total of 151 participants. The survey participants were comprised of individuals or family members residing in residential areas within the city of Kabul. The questionnaire demonstrated high levels of reliability and consistency, resulting in precise and consistent responses from all survey participants. A thorough field investigation was carried out to gather data on the present state of domestic wastewater management, encompassing aspects such as wastewater drainage, sanitation facilities, domestic wastewater disposal, water sources, and the assessment of potential hazards to public health and the environment. The Public Health Directorate of Kabul city conducted a visit to investigate cases of illnesses that are associated with water contamination.

The present section presents the results obtained from the study and provides a discussion of the findings.

The survey was structured into distinct categories pertaining to sanitation infrastructure, wastewater treatment systems, wastewater elimination, urban planning reform, waterborne health and environmental concerns, potable water resources, citizen participation and cost recovery and billing matters, potential for wastewater reuse, and the underlying factors contributing to the present state of domestic wastewater management.

#### I. The present state of domestic wastewater management in Kabul City is the subject of inquiry.

Various types of toilets are utilized by households residing in Kabul city's residential areas, including basic pit latrines, pit latrines equipped with a flush, pour-flush latrines, and traditional flush latrines. The field study revealed that the discharge of yellow wastewater from toilets onto the streets poses significant health and envi-

ronmental risks. The construction of pit latrines by the homeowners lacks professional standards. Furthermore, it should be noted that the pit latrines lack durability as they are not constructed using materials such as concrete, bricks, fiberglass, and stainless steel. According to the joint report by UNICEF and WHO in 2018, pit latrines lacking platforms, constructed from non-durable materials, and exhibiting poor ease of cleaning, do not meet the criteria for improved sanitation facilities. As per the available data, a significant proportion exceeding 50% of households residing in Kabul's residential areas continue to lack access to improved toilet facilities. Graham and Polizzotto (2013) contend that the utilization of pit latrines is associated with a range of health and ecological issues, including the contamination of groundwater by microbiological and chemical pollutants. It has been observed by scholars that unsafe concentrations of chemicals, bacteria, and viruses can be found at distances of up to 25m, 26m, and 50m from pit latrines. According to the survey results, a majority of residential households, specifically over 70%, utilize cesspool systems while approximately 27.2% rely on septic tanks. Inadequately constructed cesspools have been identified as a primary contributor to groundwater contamination in Kabul city. This is due to the fact that homeowners often lack the necessary knowledge and resources to construct them properly. Furthermore, it is common for cesspools to lack proper protection, thereby facilitating the ingress of wastewater that can lead to the spread of illnesses. As per the findings of the Ministry of Rural Rehabilitation and Development (2015), the deep wells situated in Kabul city are contaminated both biologically and chemically. Furthermore, as per the report's findings, it has been indicated that in certain regions, the water from deep wells is not potable. The cesspool system is employed for the treatment of black water. In general, the effluent generated in cesspools exhibits low quality and typically infiltrates the adjacent soil, leading to groundwater pollution (Surinkul et al., 2017). The data suggests that residential households lack access to adequate wastewater treatment infrastructure, resulting in approximately 100% of domestic wastewater from residential areas being discharged into the environment without proper treatment. With the exception of Macroyans, a wastewater treatment facility that only receives 5% of the total wastewater output of Kabul city, there are no other such plants located in residential areas. The Macroyans wastewater treatment plant does not employ any chemical or biological treatment methods. Upon completion of the physical treatment procedure, the wastewater is discharged directly into the Kabul River. Furthermore, the absence of a suitable drainage infrastructure results in the accumulation of wastewater, which obstructs streams or is discharged directly into the Kabul River. Figure 1 depicts the current state of domestic wastewater management and inadequate drainage systems in Kabul city. A significant proportion of households experience episodes of diarrhea, malaria, typhoid fever, and cholera. The Kabul City Directorate of Public Health (2018) reported that during the initial quarter of the solar year (which corresponds to the Spring season in Afghanistan), a total of 31,350 cases of diarrhea in children under the age of five and 768 cases of Malaria were recorded exclusively in public hospitals located within the city of Kabul. In addition, the generation of wastewater in Kabul city is attributed to various environmental issues, including contamination of surface and groundwater, malodorous emissions, proliferation of flies and mosquitoes, and degradation of aesthetic appeal.

Groundwater sources exclusively provide the drinking water supply in Kabul city. Groundwater is utilized for all domestic purposes, including agriculture, in Kabul city due to the absence of wastewater reuse. A significant proportion, exceeding 60%, of the populace remains unaware of the potential utilization of reclaimed wastewater for agricultural and indoor applications, including but not limited to toilet flushing. The results of the current survey suggest that households residing in residential areas express contentment in providing both financial and non-financial contributions, such as labor for construction and repair, towards domestic wastewater management initiatives. The level of affordable funds is contingent upon the monthly incomes of households. Families with higher incomes are capable of affording greater amounts, while those with lower incomes are content with paying a lesser sum for services. The survey analysis indicates that the primary factors contributing to prevailing domestic circumstances are inadequate government accountability, insufficient availability of appropriate land, and insufficient involvement of the community. The concept of responsibility serves as a powerful motivator for both societal and organizational behavior, guiding them towards positive outcomes. Assuming responsibility is a crucial aspect of engaging in international partnerships, governmental entities, and service providers to ensure the provision of sustainable water supply and sanitation services. Decentralization of planning and budgeting to local societies and associations is a favorable and constructive strategy for enhancing responsibility in wastewater management. The UN Millennium Project (2005) posits that the decentralization of planning and budgeting serves to enhance the influence of the public over policy and decision-makers, by means of social norms, communal appraisal, and electoral processes. Naughton and Hynds (2014) posit that effective public engagement is crucial for the successful involvement of society in wastewater management. Enhancing public commitment could be achieved through increased community awareness regarding the potential hazards of wastewater to both the environment and drinking water.

## **II. The primary obstacles associated with the management of domestic wastewater in Kabul city are the focus of this analysis.**

The primary obstacles to effective domestic wastewater management in Kabul city include inadequate sanitation facilities, insufficient wastewater treatment infrastructure and inadequate drainage systems, limited governmental accountability and inadequate public engagement, and the absence of a viable and sustainable framework for wastewater management.

### **Resolutions**

A majority of the populace residing in Kabul city lacks access to improved sanitation facilities. The majority of individuals utilize pit latrines, which are constructed from materials that lack durability, such as concrete, bricks, fiberglass, and stainless steel. This can lead to contamination of underground water sources. Composting toilets represent a viable and enduring resolution to this predicament. Composting toilets are a financially and socially accessible option that offers enhanced sustainability and environmental benefits, while also

eliminating the need for water and electricity. Composting toilets possess the potential to offer an economical resolution for enhanced agricultural productivity, in conjunction with heightened nourishment and the mitigation of health and environmental consequences stemming from unenclosed defecation (WWAP, 2017). Waterless composting toilets serve as a viable substitute in regions where a centralized wastewater system is not feasible due to the absence of standard urban infrastructure, water supply, and electricity, as stated by Nasri et al. (2019). Composting toilets are known to provide benefits in terms of safeguarding public health and mitigating environmental pollution. *coli* bacteria can be effectively controlled through the use of certain antimicrobial agents, as demonstrated in their research findings. The absence of *Escherichia coli* and *Salmonella* during the composting process can be attributed to the alkaline conditions. The results of the present survey indicate that insufficient wastewater treatment facilities and inadequate drainage systems pose significant obstacles to the management of domestic wastewater in the city of Kabul. The primary factors contributing to this issue include accelerated urbanization and population expansion, economic and institutional challenges, insufficient technical expertise, and limited access to water and electricity resources. Hence, the deployment and utilization of a decentralized wastewater system represent a suitable and enduring approach towards managing household wastewater in the urban area of Kabul. Centralized systems have proven to be ineffective in various instances in several developing Asian countries, primarily due to their exorbitant cost. According to the 8th World Water Forum in 2018, there is a strong belief that decentralized wastewater management systems are a viable and appropriate alternative to centralized systems in several Asian nations. One of the primary obstacles to effective domestic wastewater management in Kabul city is the inadequate assumption of government responsibilities and a lack of public participation. The concept of responsibility is a powerful motivator that effectively guides both societies and organizations towards desirable outcomes. The embracement of international associations, government organizations, and service suppliers is crucial in ensuring the provision of sustainable sanitation services and water supply. This necessitates a sense of responsibility on the part of all stakeholders involved. Decentralization of planning and budgeting to local societies and associations is a favorable and helpful approach for enhancing responsibility in wastewater management. The UN Millennium Project (2005) posits that the decentralization of planning and budgeting enhances the authority of the public over policy and decision-makers, by means of social norms, communal evaluation, and voting. The legal framework pertaining to wastewater management is characterized by two crucial components, namely public participation and access to information. The Aarhus Convention, also known as the UNICEF Convention on Access to Information, Public Participation in Decision-making, and Access to Justice in Environmental Matters, along with its accompanying Protocol on Pollutant Release and Transfer Registers (PRTRs), presents a comprehensive set of procedural guidelines for governments to effectively involve the public in sustainable development efforts. The involvement of the public is a crucial factor in enhancing and implementing environmental legislation. The United Nations Environment Program (2015) asserts that access to statistical data is a crucial factor for enabling effective public engagement in decision-making pro-

cesses and for issuing alerts regarding pollution. The lack of a robust and sustainable framework for managing wastewater poses a significant obstacle to the effective management of domestic wastewater in Kabul city. The current WASH policy, originally designed for the timeframe of 2010 to 2020 and revised in 2015, lacks a pertinent and well-defined framework for the treatment of domestic wastewater. The establishment of a sustainable framework and initiative for managing domestic wastewater is imperative for effective management of wastewater in Kabul city. The Waste to Wealth initiative framework has been identified as a viable solution for managing domestic wastewater in Afghanistan, particularly in the city of Kabul, given the current challenges and circumstances surrounding this issue. The Waste to Wealth initiative in Uganda utilizes a framework that capitalizes on potential post-treatment revenue and aids in the reduction of environmental pollution caused by human waste. The anaerobic process of digesting domestic wastewater has the potential to generate valuable resources that would otherwise have a detrimental impact on the environment and the associated ecosystem services, such as fisheries. According to UNU-INWEH (2013), the anaerobic digestion of human and solid waste in Uganda generates by-products that are utilized to produce biogas and agricultural fertilizers. These by-products are deemed more valuable than conventional sludge. The city of Kampala, which serves as the capital of Uganda, has garnered international acclaim for its innovative approach to integrated water management, positioning it as a trailblazer in the African context. Kampala is implementing a holistic approach at the municipal level to enhance the management of wastewater and fecal sludge, with the aim of advancing the principles of a circular economy. The Kampala Sanitation project encompasses the execution of a wastewater treatment facility and the rehabilitation of the sewer system. Furthermore, the utilization of biogas production and subsequent electricity generation will serve as a means to supply energy to the treatment plant, with any excess energy being transmitted back to the power grid. The collaboration between the National Water and Sewerage Corporation and Kampala Capital City Authority aims to expedite the progression of Kampala's shift towards sustainable wastewater man-

agement. These two entities have effectively engaged various urban stakeholders, such as residents, in devising remedies. The establishment of call centers for septic tank emptying and the implementation of decentralized wastewater treatment systems are considered essential components of this methodology, as outlined in the Wastewater Report of 2018.

### III. Conclusion

At present, over 50% of households residing in Kabul city's residential areas lack access to improved toilet facilities. The residential areas of Kabul City lack a centralized or decentralized system. Consequently, an estimated 100% of domestic wastewater is discharged into the environment without undergoing appropriate treatment. The incidence of health issues is on the rise in Kabul city, with a particular increase in ailments such as diarrhea, malaria, typhoid, and cholera. Furthermore, the discharge of wastewater has been found to result in a range of environmental issues, including contamination of surface and groundwater, emission of unpleasant odors, proliferation of flies and mosquitoes, and degradation of aesthetic quality of the environment. The primary obstacles include the absence of adequate sanitation facilities, insufficient wastewater treatment infrastructure and drainage systems, inadequate government oversight, a lack of public engagement, and an absence of a sustainable framework for managing wastewater. In light of the prevailing circumstances and challenges associated with domestic wastewater management, composting toilets and decentralized wastewater treatment technologies have emerged as the most viable and sustainable solutions for managing wastewater in Kabul city. Furthermore, the sustainability of wastewater management in Kabul city can be enhanced through the enforcement of legislative measures, dissemination of information and guidelines to the general public, decentralization of planning and budgeting to local institutions, establishment of a research center, engagement of stakeholders at all levels, and development of a sustainable wastewater management framework.

#### References:

1. Libardi, N., Soccol, C., Carvalho, J., & Vandenberghe, L. (2019). Simultaneous cellulose Production using domestic wastewater and bioprocess effluent treatment A bio-refinery approach. *Bioresource Technology*, 42–50.
2. Moretti, M., Van Passel, S., Camposeo, S., Pedrero, F., Dogot, T., Lebailly, P., & Vivaldi, G. (2019). Modeling environmental impacts of treated science municipal wastewater reuse for tree Crop irrigation in the Mediterranean coastal region. *The of The Total Environment*, 1513–1521.
3. Malila, R., Lehtoranta, S., & Viskari, E.-L. (2019). The role of source separation in nutrient Recovery — Comparison of alternative wastewater treatment systems. *Journal of Cleaner Production*, 350–358
4. Tortajada, C., & Nambiar, S. (2019). Communications on Technological Innovations: Potable Water Reuse. *Water*.
5. Mara, D. (2004). Domestic Wastewater Treatment in Developing Countries. London •Sterling, VA, UK, and the USA: Earthscan.
6. Arcadio, & Gregoria. (2003). Physical and Chemical Treatment of Water and Wastewater. London: CRC PRESS.
7. Andersson, K., Rosemarin, A., Lamizana, B., Kvarnström, E., McConville, J., Seidu, R.,
8. Trimmer, C. (2016). Sanitation, Wastewater Management, and Sustainability: from Waste Disposal to Resource Recovery. Nairobi and Stockholm: United Nations Environment Program and the Stockholm Environment Institute.
9. Andersson, K., Dickin, S., & Rosemarin, A. (2016). Towards —Sustainable|| Sanitation: Challenges and Opportunities in Urban Areas. *Sustainability*, 8, 1289.
10. Mulec a, A., Jenssen, P., Aleksandra Krivograd, Ursic, M., & Bulc, T. (2017) The zero-discharge solution for blackwater treatment at remote tourist facilities. *Journal of Cleaner Production*, 798–805.

11. Sancho, F., Diallo, B., Sagasta, J., & Qadir, M. (2015). Economic Valuation of Wastewater — The cost of action and the cost of no action. The Global Wastewater Initiative, United Nations University, The International Water. United Nations Environment Program.
12. Edokpayi, J., Odiyo, J., & Durowoju, O. (2017). Impact of Wastewater on Surface Water Quality in Developing Countries: A Case Study of South Africa. In H. Tutu, Water Quality (pp. 407–408).
13. Cheng, S., Li, Z., Uddin, S., Mang, H.-P., Zhou, X., Zhang, J.,... Zhang, L. (2018). Toilet revolution in China. *Journal of Environmental Management*, 347–356.
14. Flores, C., Bressers, H., Gutierrez, C., & de Boer, C. (2018). Towards the circular economy — a wastewater treatment perspective the Presa Guadalupe case. *Management Research Review*, 41(5), 554–571.
15. Leeuwen, K., Vries, E., Koop, S., & Roest, K. (2018). The Energy & Raw Materials Factory: Role and Potential Contribution to the Circular Economy of the Netherlands. *Environmental Management*, 786–795.
16. Ahmadi, A., & Kajita, Y. (2016). Evaluating Urban Land Expansion Using Geographic Information System and Remote Sensing in Kabul City, Afghanistan. *World Academy of Science, Engineering and Technology — International Journal of Civil and Architectural Engineering*, 10(9), 945–952.
17. Zaryab, A., Noori, A., Wegerich, K., & Kløve, B. (2017). Assessment of water quality and quantity trends in Kabul aquifers with an outline for future drinking water supplies. *Central Asian Journal of Water Research*, 3–11.
18. Capodaglio, A., Callegari, A., Cecconet, D., & Molognoni, D. (2016). Small Communities Decentralized Wastewater Treatment: Assessment of Technological Sustainability.13th IWA Specialized Conference on Small Water and Wastewater Systems. Athens (Greece).
19. Popovic, T., & Kraslawski, A. (2018). Quantitative Indicators of Social Sustainability and the Determination of Their Interdependencies. Example Analysis for a Wastewater Treatment Plant. *Periodica Polytechnica Chemical Engineering*, 224–235.
20. Sanabria, A., Isaksson, L., Rafaj, P., & Schöpp, W. (2018). Carbon in global waste and wastewater flows — its potential as an energy source under alternative future waste management regimes. *Advances in Geosciences*, 105–113.
21. Wirawan, S., Maarif, M., Riani, E., & Anwar, S. (2018). An evaluation of the sustainability of domestic wastewater management in DKI Jakarta, Indonesia. *Advances in Environmental Sciences — International Journal of the Bioflux Society*, 147–159.
22. Graham, J., & Polizzotto, M. (2013). Pit Latrines and Their Impacts on Groundwater Quality: A Systematic Review. *Environmental Health Perspectives*, 121(5), 521–530.
23. Core questions on drinking water, sanitation, and hygiene for household surveys: 2018 Update. New York: United Nations Children's Fund (UNICEF) and the World Health Organization, 2018.
24. Ministry of Rural Rehabilitation and Development. (2015). Water Quality Analysis Report. Kabul: Ministry of Rural Rehabilitation and Development.
25. Surinkul, N., Koottatep, T., Chaiwong, C., & Singhpon, T. (2017). Modified cesspool system with an up-flow sludge tank and low-cost photobioreactor treating black water. *Desalination and Water Treatment*, 91, 329–335.
26. Kabul City Directorate of Public Health. (2018). Public hospitals' health report. Kabul: HMIS.
27. UN Millennium Project 2005. Health, Dignity, and Development: What will it take? Task Force on Water and Sanitation.
28. Naughton, O., & Hynds, P. (2014). Public awareness, behaviors, and attitudes towards domestic wastewater treatment systems in the Republic of Ireland. *Journal of Hydrology*, 108–119.
29. Kjellén, M. (2018). Wastewater Governance and the Local, Regional and Global Environments. *Water Alternatives*, 219–237.
30. Ehsas, A. (2013). Development of a Community-Based Low-Cost Domestic Wastewater System for Kandahar City, Afghanistan. Thailand: Asian Institute of Technology School of Environment, Resources and Development.
31. Laugesen, C. H. (2010). Sustainable Wastewater Management in Developing Countries. Reston, Virginia 20191, United States of America.: American Society of Civil Engineers.
32. WHO. (2018). Guidelines On Sanitation and Health. Geneva: World Health Organization.
33. 8th World Water Forum. (2018). Asia-Pacific Regional Process Report. Southern Hemisphere, Brazil: JSC, WEPA, JICA, and Water Aid India.
34. United Nations Environment Program. (2015). Good Practices for Regulating Wastewater Treatment: Legislation, Policies, and Standards. The UNEP Global Wastewater Initiative in collaboration with Water ex.
35. UNU-INWEH. (2013). From Waste to Wealth: Sustainable Wastewater Management in Uganda. Uganda: United Nations University Institute for Water, Environment, and Health.
36. Nasri, B., Brun, F., & Fouché, O. (2019). Evaluation of the quality and quantity of compost and leachate from household waterless toilets in France. *Environmental Science and Pollution Research*, 2062–2078.
37. Balamurugan, J., Dhanakumar, S., & Ravichandran, M. (2017). Ecologic sanitation: relative efficiency of different composting materials and recovery of nutrients for eco-san toilets. *International Research Journal of Environmental Sciences*, 30–43.
38. Wastewater Report. (2018). Alliance House, 12 Caxton Street, London SW1H 0QS, UK: The international Water Association (IWA).
39. WWAP. (2017). The United Nations World Water Development Report Wastewater: The Untapped Resource. Paris: UNESCO.

## Way of providing information

Suyeubayev Kuanysh Aytuganuly, student master's degree  
Almaty University of Energy and Communications named after G. Daukeev (Kazakhstan)

*The subject of the study is the method of information transmission.*

*The objective of the study is to improve the efficiency of radio communication by increasing the spatial stealth.*

*Analysis of spatial and temporal characteristics of radio channel signals.*

*According to the results of the study, a method for transmitting information with high spatial anonymity has been developed, which is one of the current challenges in the field of telecommunications.*

**Keywords:** method, space-time processing, Fourier transform, frequency modulation, broadband signals, multiplicative processing.

It is recommended to divide the information in advance into two or more streams, each of which is transmitted to a certain point in space over different spatial delivery channels using special carriers. In addition, the information transmitted only at that point is reconstructed by a common phase connection of its components. So far, electron focusing has mainly been used in acoustic imaging systems as well as in radio-location, taking into account the sphericity of the incident wavefront [1]. A device has the properties of a lens if it can specify a point called the focal length and a point called the focus whose vibrations are perceived with maximum amplification.

Field of application — Transmission of information by radio link. A common disadvantage of existing transmission methods is low spatial anonymity. By monitoring the distribution network, it is possible to obtain information without authorisation, control traffic, and intercept control of channels, which reduces the effectiveness of the means of communication. In order to improve the efficiency of telecommunication systems, a number of contradictory problems need to be solved. On the one hand, it is necessary to increase the signal spectrum width in order to increase the bandwidth and stealth, and on the other hand, spatial selection needs to be ensured. The use of broadband signals in radios installed on manoeuvring high-speed objects does not allow them to realize their potential in terms of bandwidth, interference and noise immunity. This leads to the need to increase the signal strength, thereby hiding the object using the radio mode. It should be noted that broadband signals are poorly processed due to Doppler dispersion. The task of reliable information transmission is especially important for high-speed communications, which allow signaling of transmitting and receiving information, but also increase the risks of interception by the adversary. This article shows one way to resolve this conflict. The choice of carrier is determined by certain multiplicative signal transformations due to the Doppler dispersion.

Conclusions — The proposed technical solution solves the problem of covert information transmission by focusing the energy.

To obtain

$$S(t) = \frac{\sin(\Omega \cdot \ln(t - \tau))}{\sqrt{t - \tau}}, \quad (1)$$

where  $\Omega$  is the hyperbolic carrier frequency,

$\Omega = f(t)x; f(t)$  is the instantaneous frequency;

$t$  — current time moment;

$\tau$  — time shift of the signal relative to the start of counting,  $\tau_H$  — time shift in magnitude, [2], which is equal to the change in range volume

$$\Delta D = C \times \tau$$

where  $C$  is the velocity of energy propagation in the medium;

$$\tau_\alpha = \frac{V}{C} \cdot \tau = \frac{\alpha - 1}{2\alpha} \cdot \tau$$

$\alpha$  — Doppler parameter;

$V$  — relative radial velocity.

Indeed, taking into account the Doppler transform  $S(t) = \sqrt{(\alpha - S)(at)}$  the signal in focus takes the form [3]:

$$S_0(t) = \frac{\sqrt{\alpha}}{\sqrt{-\alpha t + \tau}} \sin(\Omega \ln \alpha ((t - (\tau' + \tau_\alpha) - \tau)))$$

where  $\tau'$  is the delay due to the limited propagation velocity of the electromagnetic oscillations.

That is, the signal propagates with a delay or advance, depending on the sign of the Doppler parameter. This well-known result is a direct consequence of the property of invariance of the LFM (hyperbolic frequency modulation)-signal to the Doppler effect [2, 4].

Focusing the energy of these emitters to a given point can be achieved by artificially introducing into the signals of two emitters (1) predetermined Doppler parameters equivalent to the relative beam velocities of the focusing point with respect to these emitters.

For clarity, let us consider the situation shown in pic. 1, the main parameters are related to:

$$\Delta\alpha = \alpha_1 \cdot \left( 1 \pm \frac{2\varDelta_\Sigma - 4\varDelta_1}{C \cdot \tau} \right) \quad (2)$$

$\alpha_1, \alpha_2$  — parameters included in the GJM — signals of the first and second emitters;

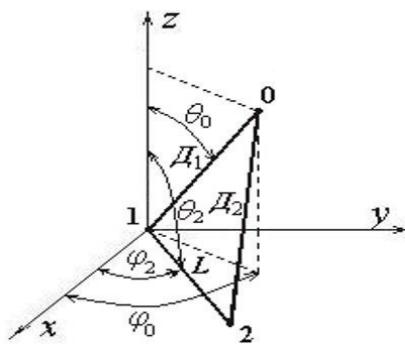
$$\varDelta_1 = \varDelta_1 + \varDelta_2;$$

$$\varDelta_\Sigma = \varDelta_1 \cdot \left( 1 + \sqrt{1 + \left( \frac{L}{\varDelta_1} \right)^2 - 2 \frac{L}{\varDelta_1} \cdot [\cos \theta_0 \cdot \cos \theta_2 \cdot \cos(\varphi_0 - \varphi_2) + \sin \theta_0 \cdot \sin \theta_2]} \right) \quad (3)$$

$\varDelta_1, \varDelta_2 = \varDelta_i = \pm \Delta D$  — distance from the first and second radiator to the focal point;

$L$  is the distance between the emitters;

$\varphi_0, \theta_0$  and  $\varphi_2, \theta_2$  — angular spherical coordinates of the focal point «0» and the second radiator «2» (the first radiator is located at the origin of coordinates «1»).



**Fig 1. Position of the transmitter and focus points in space**

Таким образом, при формировании сигналов вида

$$S_i(t) = \frac{\sin(\Omega \cdot \ln \alpha_i + \Omega \cdot \ln(t - \tau))}{\sqrt{t - \tau}} \quad (4)$$

where  $i$  is the emitter number;

and fulfillment of conditions (2) and (3) ensures that the signals of the two emitters at a given point in space are phase-tuned.

Based on the linear property of the Fourier transform, the sum of the signals  $a \cdot S_1(t) + b \cdot S_2(t)$  corresponds to the sum of their spectra  $a \cdot S_1(\Omega) + b \cdot S_2(\Omega)$  (p. 120 in book [5]). The successive application of the forward and reverse Fourier transform does not alter the signal, and the signal energy in the time and frequency domain is the same, i.e. the Fourier transform is unitary (pp. 44–46 in [4]).

If it is necessary to transmit information via radio channel to a certain point in space, signal of type (4) can be used as an information carrier. In this case its spectrum is represented in two kinds components and equal to their sum, one parameter  $\alpha_1$  is carried in time domain and radiated by first radiator, another with parameter  $\alpha_2$  is carried in time domain and radiated by second radiator.

The proposed technical solution [6–7] solves the problem of covert information transmission by controlling the focus of energy of the emitters.

#### References:

1. Samoilov L. K. Electronic Antenna Direction Control.— L: Shipbuilding, 1987.— 280 c.
2. Richacek A. B. Signals resolved in terms of the Doppler effect. // LEVEL.— 1966.— Issue. 54.— H 6. P. 39–41.
3. Pavlikov S. N., Ubankin E. I. Perspective methods of signal processing in telecommunication systems Vladivostok: Naval State Univ. 2013.-99
4. Saprykin V. A., Rokotov SP. Hydroacoustics and theory of digital signal processing, part. 2 — L.: VVMURE, 1991–416 p.
5. Siebert W. M. Chains, signals, systems, part 2: translated from English.— Moscow: Mir, 1988.— 360 c.
6. Utility model certificate 16576, Russia, Information transmission and reception device / Pavlikov S. N., Ubankin E. N., Bogdanov V. S., Kolenchenko I. A.— fig. 2001, № 1.
7. Burenin A. N., Legkov K. E. Effective methods of flow control in protected information communication networks// JEP: Necessary science-intensive technologies in Earth space investigations.— 2010.— № 2.— C. 29–34.

## Experimental study of free turbulent jet

Toleuov Gaziz, candidate of physical and mathematical sciences, associate professor;  
 Isatayev Mukhtar Sovietovich, candidate of physical and mathematical sciences, associate professor;  
 Oмарова Нурсулұ Найратқызы, student master's degree;  
 Корабай Назерке Багдатқызы, student master's degree;  
 Султанов Канжар Рашитович, student master's degree  
 Kazakh National University named after Al-Farabi (Almaty)

*This article discusses the dynamics of the development of a free turbulent jet emanating from a square nozzle of the exhaust cut. The studies include cases where external impact on the flow was and was not eliminated. The hot-wire anemometer was used to measure the average and fluctuation velocity values, and analyze the turbulence levels. Fluctuations in the temperature of free jet nondimensional overstress propagating from the nozzle are investigated.*

**Key words:** nozzle, free flow, turbulent flow, experimental study, velocity and temperature profiles.

## Экспериментальное исследование свободной турбулентной струи

Толеуов Газиз, кандидат физико-математических наук, доцент;  
 Исатаев Мухтар Советович, кандидат физико-математических наук, доцент;  
 Омарова Нурсулұ Найратқызы, студент магистратуры;  
 Корабай Назерке Багдатқызы, студент магистратуры;  
 Султанов Канжар Рашитович, студент магистратуры  
 Казахский национальный университет имени аль-Фараби (г. Алматы)

*В данной статье приведены результаты исследования динамики развития свободной турбулентной струи, вытекающей из сопла с квадратным выходным сечением. Исследования проводились как при наличии внешнего воздействия, так и без воздействия. Средние и пульсационные значения скорости измерялись с использованием термоанемометра, был проведен анализ уровня турбулентности. Исследовались безразмерные профили осевой скорости и получена формула, которая описывает изменение данной скорости. Исследовались безразмерные поперечные профили скорости и температуры свободной струи.*

**Ключевые слова:** сопло, свободная струя, турбулентное течение, экспериментальное исследование, профили температуры и скорости.

Free turbulent jet flowing from a square-shape nozzle of the exhaust cross-section has not yet been studied in a wide range of velocities to sound speed. If two opposite sides of the square-shaped outlet section are kept motionless and two sides are stretched perpendicular to them, then we get a rectangular nozzle (the determining parameter is the stretching parameter  $\lambda$ , where  $\lambda=a/b$ ,  $a$  is the length of the outlet section;  $b$  is the width of the outlet section). The flow coming from such a nozzle is three-dimensional. Such three-dimensional turbulent free jets have been studied in general abundance [1–12]. And if we take a flow that is likely to propagate from a square cross-section nozzle ( $\lambda = 1$ ), we can only note some insignificant works covering this subject [5; 10; 14; 15]. With regard to the investigational study of a turbulent jet outgoing from a square outlet section nozzle, one can mention the work [16]. In this paper, the average-minute characteristics of a turbulent free air jet escaping from the nozzle are widely investigated. The study was also carried out in cases where the external(acoustic) impact on the flow was or was not eliminated.

This paper presents the results of further investigation of such a jet.

### Investigational study equipment

The experiment was carried out using the probe shown in Figure 1.

The air (2) coming out of the fan (1) enters from the vibration-absorbing wire (3) into the quiescent chamber, and then flows out of the nozzle with a square shape of the output image (6) through the gratings (4) and (5).

The main part of the flow is located in the slurry part of the ИАБ-451 shadow instrument. It can be used to explore the shadow snapshot. The impact on the flow was carried out using dynamik (7) with a power of scales 50Wt, frontally located on the output image of the flow in the quiescent chamber.

A sinusoidal signal is supplied from the sound generator (13) to the speaker, in connection with which a sinusoidal oscillation of velocity at the selected frequency occurs on a given sound image.

A Pito tube and an MMH-240 micromanometer (9) were micro-lated for a moderately fast and dynamic gate measurement.

A thermoanemometric blocks system was used in the work. It consists of a two-channel thermoanemometric system with a linear output signal velocity, a temperature transducer, and a phase selection unit (12).

The position of the Pito tube and transducer along the three symmetric axes is carried out using a three-dimensional coordinate.

The design of a square-shaped nozzle with a profiled section using the Vitoshinsky formula is shown in Fig. 2 (in addition to the figure, the coordinate axes have also been plotted). Nozzle compression rate

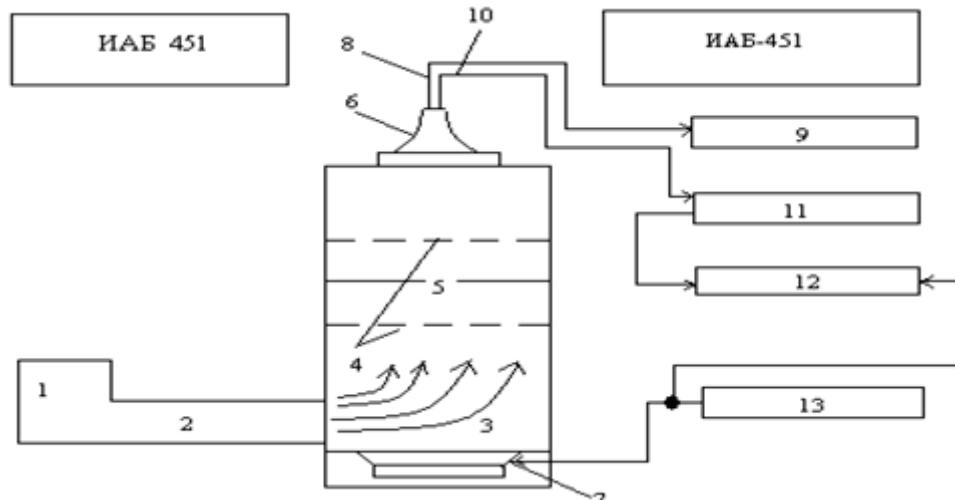


Fig. 1. Experimental Set-Up Diagram: 1 — fan; 2 — vibration-absorbing wire; 3 — chamber of rest; 4 — control grids; 5 — heating grate; 6 — nozzle; 7 — speaker; 8 — Pito tube; 9 — micromanometer; 10 — sensor; 11 — CTM-02 type thermoanemometric system block; 12 — phase selection block; 13 — sound generator

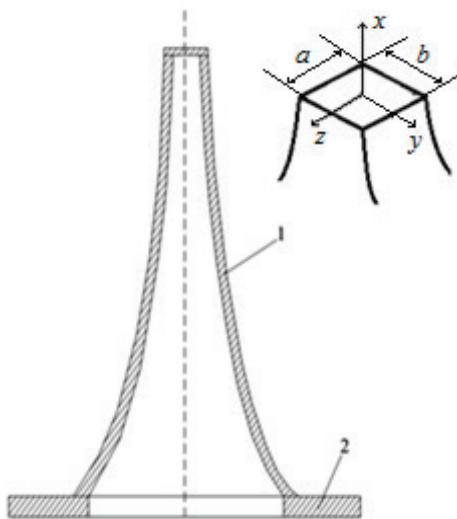


Fig. 2. Square nozzle design: 1-nozzle wall; 2-nozzle support

$c = 10$  ( $c = F_1 / F_2$ , where  $F_1$  — nozzle inlet area,  $F_2$  — nozzle outlet area), nozzle height is 90mm.

### Findings and Analysis

To study the vortex structure of the flow in the flow, we used the method of recording the instantaneous velocity pulsation measured by a thermoanemometer, which is saved to the oscilloscope screen.

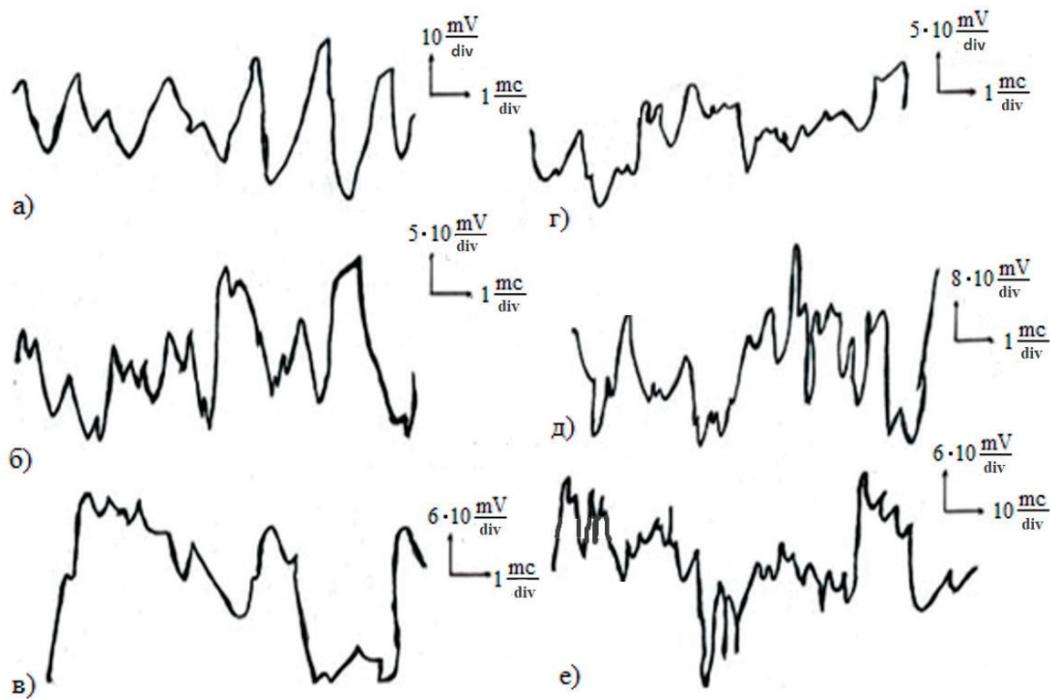
The thermoanemometer was used to measure average and pulsation velocity values, and the levels of turbulence (turbulence intensity). Based on the oscillograms analysis of instantaneous change in the velocity pulsation, the development frequencies were calculated when primary vortices appeared and moved away from the nozzle.

Oscillograph record analysis of the stretching waveform of the instantaneous velocity ripple shows that velocity fluctuations have

well-defined frequencies. These velocity fluctuations exactly coincide with the frequencies of discrete vortices formation in the free boundary layer in the initial compartment. As the distance downstream from the outlet section of the low nozzle increases, as a result of interaction of the first-order vortices with each other and their enlargement, on this basis, low-frequency velocity oscillations with large amplitude arise.

In addition, high-frequency velocity pulsation persists against their background, which is explained by primary vortices. As an example, Fig. 3 shows oscillograms of the flow rate fluctuations from a nozzle with a square outlet section, obtained at different distances along the flow axis, at different values of the  $x/b$  parameter (caliber).

The study showed that due to a decrease in the average speed, the number of vortices passing by the sensor per unit of time decreases. The conclusion from these findings is that with distance from the nozzle downstream, the vortices do not split into smaller vortices,



**Fig.3. Oscillograms of velocity pulsations along the axis of the flow propagating from a nozzle with a square outlet section:**  $\lambda = 1$ ,  $U_0 = 20,7 \text{ m/s}$ ;  $f = 0$ ;  $y = 0$ ;  $z = 0$ ;  $U_0$ —primary velocity;  $f$ —external acoustic impact frequency a)  $x/b=2$ ; b)  $x/b=6$ ; c)  $x/b=10$ ; d)  $x/b=18$ ; e)  $x/b=26$ ; f)  $x/b=30$

the number of vortices does not increase, but rather they merge into larger vortices of large sizes. On the other hand, each vortex within these groups can retain its individuality at very large distances from the nozzle outlet (up to 30 gauges) and cause velocity pulsation.

The work also investigates the free flow pulsation characteristics. The thermoanemometer was calibrated before measurements were taken. The pulsation intensity (intensity of turbulence)  $\epsilon_m$  and  $\epsilon_{m_0}$  at the off-axial maximum velocity ( $U_m$ ) and intensity of the pulsation of the axial velocity ( $U_0$ ), reflected from the primary velocity, and was determined using the following formulas:

$$\epsilon_m = \frac{\sqrt{U'^2}}{U_m} = \frac{4\bar{E}(\bar{E}^2 - E_0^2)\sqrt{e'^2}}{(\bar{E}_m^2 - E_0^2)^2} \quad (1)$$

$$\epsilon_{m_0} = \frac{\sqrt{U'^2}}{U_0} = \frac{4\bar{E}(\bar{E}^2 - E_0^2)\sqrt{e'^2}}{(\bar{E}_0^2 - E_0^2)^2}, \quad (2)$$

Where,  $\bar{E}$  is average stress at any point,  $\bar{E}_m$  is mean axial stress,  $\sqrt{e'^2}$  is mean square voltage ripple along axis,  $\bar{E}_0$  is initial voltage,  $E_0^2$  is coefficient determined using a calibration chart,  $\sqrt{U'^2}$  is a root mean square velocity ripple.

Regularities of turbulence intensity distribution along the axis at the square nozzle of the exit section are shown in Figures 4 and 5. As can be seen from the images, in both cases (whether or not there is an effect)  $\epsilon_m$  and  $\epsilon_{m_0}$  and in both, initially the key rises, and then  $\epsilon_{m_0}$  decreases, and  $\epsilon_m$  the growth rate continues to go up.

The paper investigates the velocity profiles in the free jet cross-sections outgoing from the square-shaped nozzle of the outlet section. The experimental findings are shown in Fig. 6. The experiment was performed when eliminating the external impact on the flow, the frequency of exposure  $f = 421 \text{ Hz}$ . As can be seen from the figure, the versatility of the cross-sectional velocity profiles (affinity) begins with a gauge of 6 ( $x/b=6$ ).

Fig. 7 shows the changes in the axial velocities of free turbulent jets flowing from the square and circular (axisymmetric) nozzle of the outlet section. The initial current velocity is about 21 m/s. The test results correspond to a situation where the flow was not affected. As can be seen from the figure, the change in axial velocity in both cases occurs according to the same pattern. The third continuous line in the figure is a theoretical straight line drawn according to the following expression (formula), obtained in theory from our research:

$$\frac{U_m}{U_0} = \frac{8,07 \cdot (\lambda - 0,19)^{\frac{1}{3}}}{\frac{x}{b} - 2,85\sqrt{\lambda - 1}}. \quad (3)$$

As can be seen, the theoretical straightness is in good alignment with the experimental results. The coincidence rate of the obtained formula with the theoretical expressions [3; 13], reflecting the change in the axial velocity in the main section of the axisymmetric flow, is at a high level.

Some technical challenges were encountered in obtaining a uniform temperature profile at the jet section outlet. They were eliminated, first of all, because tiny cellular nickel grids were selected, and secondly, because the terminals were located close to each other.

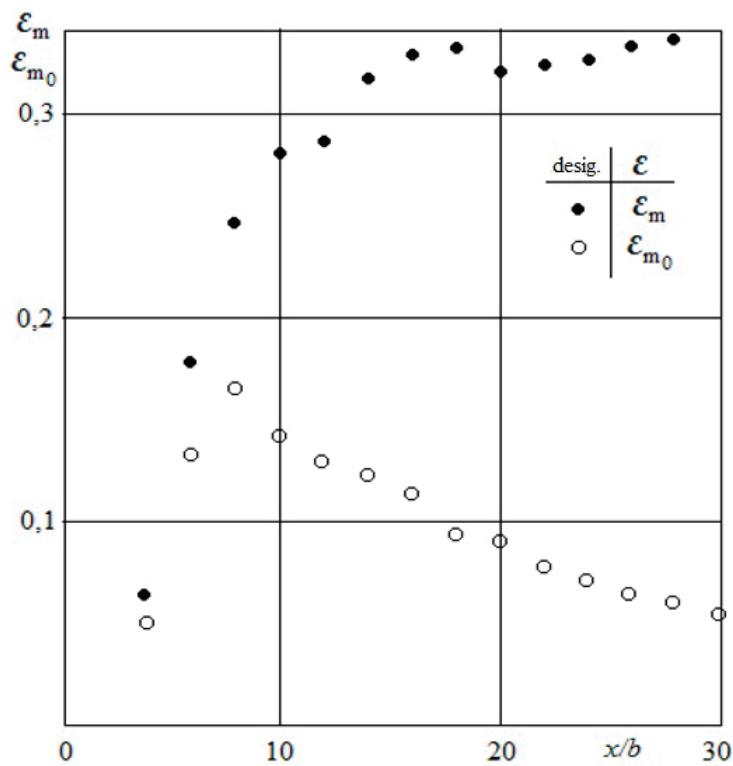


Fig. 4. Axial distribution of turbulence intensity in the flow:  $\lambda = 1; f = 0; U_0 = 20,7 \text{ m/s}$

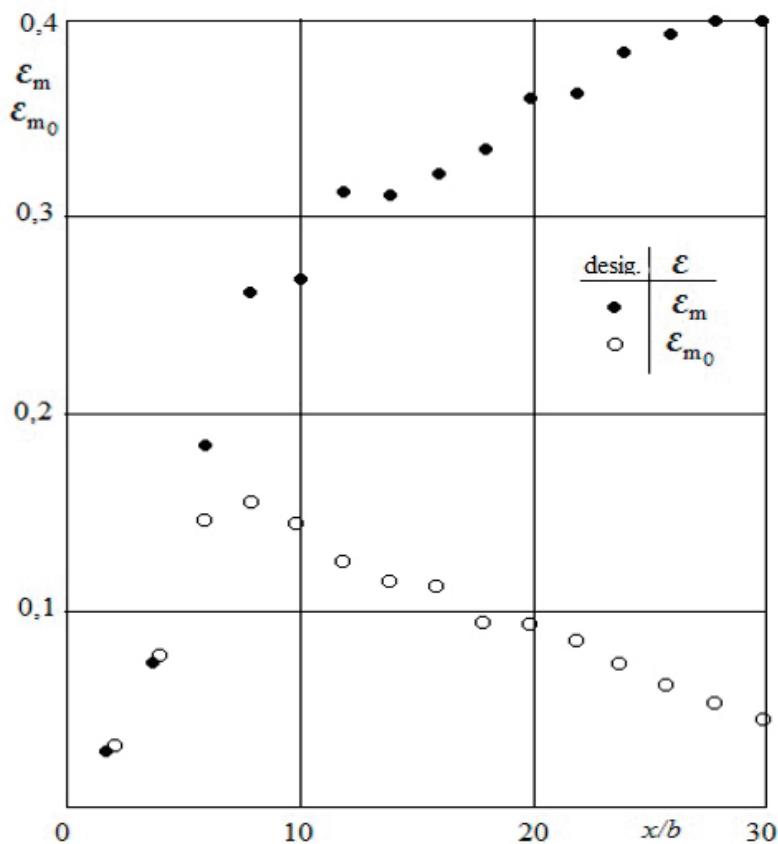


Fig. 5. Increasing distribution of turbulence intensity in the flow:  $\lambda = 1; f = 200\text{Hz}; U_0 = 20\text{m/s}; Sh = 0,2$

( $Sh = \frac{f \cdot b}{U_0}$  is a Strouhal number, where  $f$ —is external acoustic frequency)

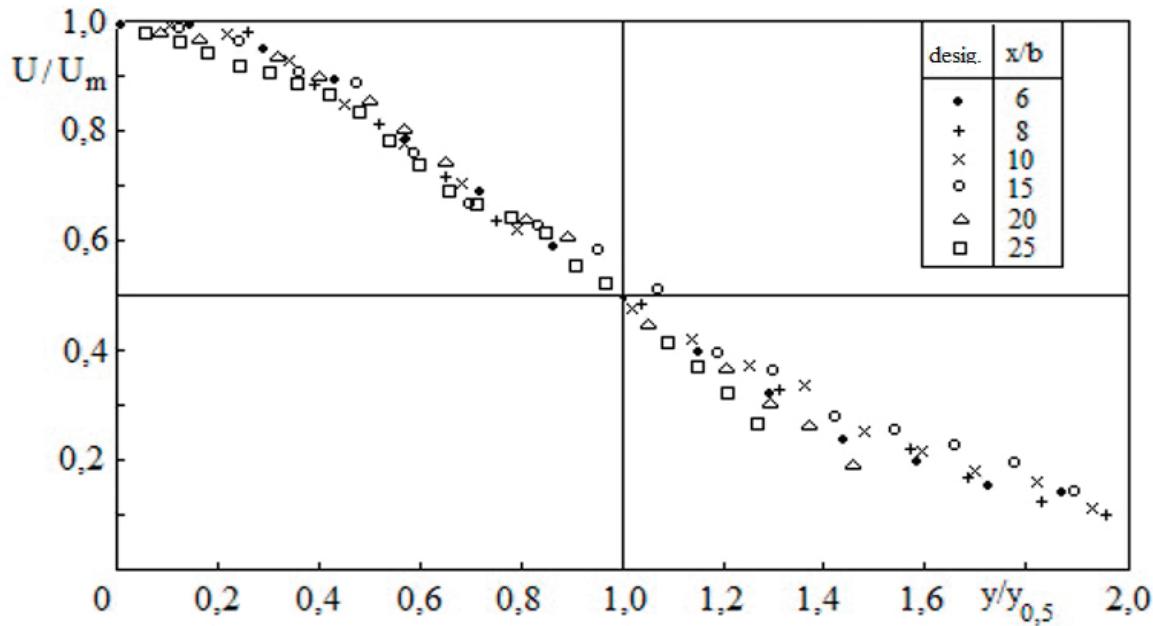


Fig. 6. Velocity profiles in cross-sections of free flow outgoing from an outlet section square nozzle:  $U_0 = 20,9 \text{ m/s}$ ;  $f = 421$ .

$U$  — velocity at any point;  $y_{0,5}$  — half maximum speed ( $U_m / 2$ )

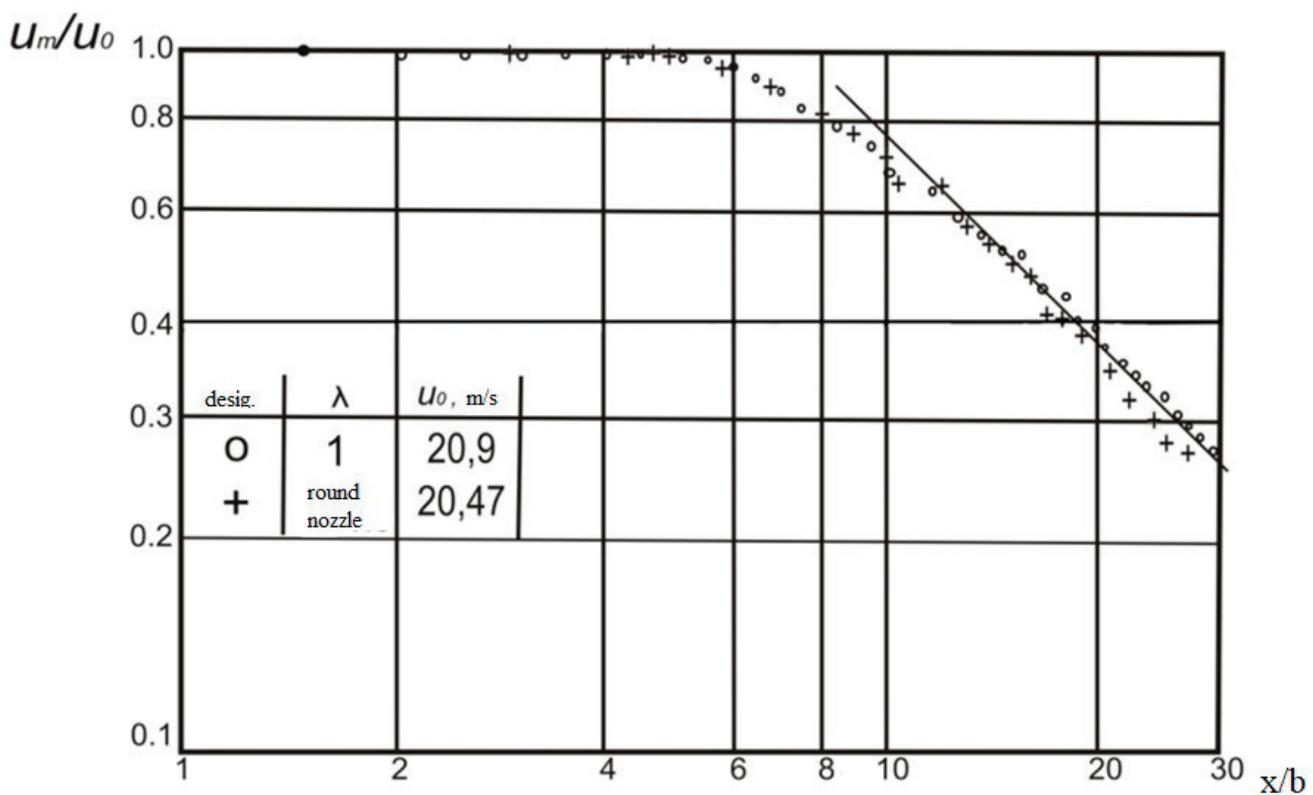
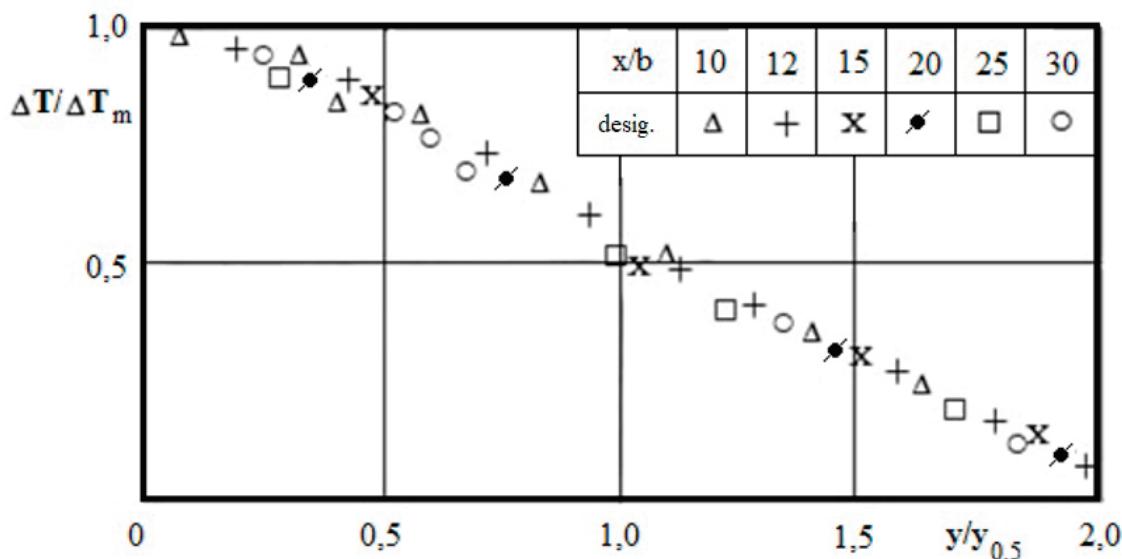


Fig. 7. Axial velocity change:  $U_0 = 20,9 \text{ m/s}$ ;  $f = 0$

In this regard, the temperature profile at the nozzle outlet can be considered uniform. Slight deviations were only observed in areas where heat from the inner sides of the nozzle spreads outward. There-

fore, to minimize the deviation of the transverse temperature profile at the nozzle outlet from the rectangular shape, the inner sides of the nozzle were thermally insulated from the external environment.



**Fig. 8. Temperature fluctuations of the dimensionless overvoltage of the free jet propagating from the square-shape nozzle of the outlet section along the cross section.  $U=21 \text{ m/c}$ ;  $f=0$ ;  $\Delta T_0 = 30^\circ \text{C}$ .**  $\Delta T$  — difference in temperature and the surrounding environment temperature at any point in the flow;  $\Delta T_m$  — temperature difference along the flow axis and the environment;  $\Delta T_0$  — temperature difference between the nozzle outlet and the environment;  $y_{0.5}$  — half temperature difference ( $T_m/2$ ) of maximum temperaturey

The paper shows the dimensionless profiles of the average temperature in the main section of the buoyant jet from a square shape nozzle of the outlet section, of various cross sections (Fig. 8).

As the figure shows, the versatility of cross-sectional temperature profiles starts at the beginning and continues to the end of the main compartment.

#### References:

1. Trentacoste N., Sforza P. M. Further experimental results for three-dimensional free jets. *AIAA J.* 1967. Vol.5. No.5. Pp. 885–890.
2. Sfeir A. A. The velocity and temperature fields of rectangular jets. *Int. J. Heat and Mass Transfer.* 1976. Vol.19. No.11. Pp 1289–1297.
3. Крашенинников С. Ю. Рогальская Е. Г. Распространение струй из прямоугольных сопел, свободных и вблизи экрана. Изв. АН СССР. МЖГ. 1979. № 4. С. 39–48.
4. Абрамович Г. Н. О деформации поперечного сечения прямоугольной турбулентной струи. Изв. АН СССР. МЖГ. 1983. № 1. С. 54–63.
5. Quinn W. R. Turbulent free jet flows issuing from sharp-edged rectangular slots: the influence of slot aspect ratio. *Exp. Thermal Fluid Sci.* 1992. Vol.5. No.2. Pp.203–215.
6. Wilson R. V., Demuren A. O. Numerical simulation of turbulent jets with rectangular cross-section. *ASME FED.* 1996. No.238. Pp. 121–127.
7. Holdo A. E., Simpson B. A. F. Simulation of high-aspect-ratio jets. *Int. J. Numer. Methods Fluids.* 2002. Vol.39. No.4. Pp. 343–359.
8. Rembold B., Adams N. A., Kleiser L. Direct numerical simulation of a transitional rectangular jets. *Int. J. Heat Fluid Flow.* 2002. Vol.23. Issue 5. Pp. 547–553.
9. Berg J. R., Ormiston S. J., Soliman H. M. Prediction of the flow structure in a turbulent rectangular free jet. *Int. Commun. Heat and Mass Transf.* 2006. Vol.33. No.5. Pp. 552–563.
10. Faghani E., Maddahian R., Faghani P., and Farhanieh B. Numerical investigation of turbulent free jet flows issuing from rectangular nozzles: the influence of small aspect ratio. *Archive of applied mechanics.* 2010. Vol. 80. No.7. Pp. 727–745.
11. Исатеев с. И., Толеуов Г., Исатеев М. С., Болысбекова Ш. А. Экспериментальное исследование трехмерных турбулентных струй, истекающих из сопла с прямоугольным выходным сечением. *Инженерно-физический журнал.* 2016. Т. 89, № 2. С. 383–387.
12. Исатеев М. С., Толеуов Г., Есеналина К. А. Экспериментальное исследование распространения трехмерных турбулентных струй из прямоугольных сопел. *Инженерно-физический журнал.* 2017.— Т. 90,— № 6.— С. 1543–1548.

13. Абрамович Г. Н., Гиршович Т. А., Крашенинников С. Ю. и др. Теория турбулентных струй. Изд. 2-ое перераб. и доп. Подред. Г. Н. Абрамовича.— М., 1984.— 720 с.
14. Tsuchiya Y., Horikoshi C., Sato T. On the spread of rectangular jets. *Exp. Fluids* 4. 1986.— P.197–204.
15. Quinn W. R., Militzer J. Experimental and numerical study of a turbulent free square jet. *Phys. Fluids* 31. 1988.— P.1017–1025.
16. Төлеуов Ф., Исатаев М. С., Оралбаев А. Б., Артықбаева А., Алтайқызы М., Асильбекова Ш. Шығар қимасы квадрат формалы соплодан ағып шығатын еркін турбулентті ағыншаны эксперименттік зерттеу // ҚазYTЗУ хабаршысы.— № 2(126). Алматы, 2018.-Б.233–242.

## ЭКОЛОГИЯ

### Мониторинг антропогенной нагрузки реки Ташлы

Балкунас Екатерина Олеговна, студент магистратуры  
Северо-Кавказский федеральный университет (г. Ставрополь)

Человечество в своем развитии прошло через многие этапы, в которых использовались водные ресурсы планеты. Всегда преобладало прямое использование воды — в качестве питья, для приготовления пищи, и в хозяйственном бытовых целях. Возникновение многих центров цивилизации связано с наличием водных путей (реки, моря, и т.д.). Исследования обусловлены тем, что антропогенное воздействие на реки с годами усиливается, из-за этого происходит накопление и перераспределение загрязняющих веществ на протяжении всей реки.

Река Ташла является основной водной артерией с. Донского Труновского района Ставропольского края. Это один из немаловажных природных объектов северных районов края, ее бассейн занимает 2% территории края. Возникают риски усугубления экологического состояния, были проведены исследований, которые помогли установить степень антропогенной нагрузки.

С увеличением сельскохозяйственных угодий и промышленных объектов антропогенная нагрузка на все водные объекты с каждым годом увеличивается и негативно оказывается не только на водной экосистеме, но и на окружающем мире.

Антропогенная нагрузка на водные объекты — это прямое или косвенное воздействие деятельности человека на водные объекты, вызывающее количественное или качественное изменение водных ресурсов. Под «прямым» воздействием подразумевается непосредственное воздействие человека на водные объекты в ходе ведения хозяйственной и экономической деятельности.

Выделяются следующие виды антропогенной нагрузки на водные объекты:

- Химическое загрязнение;
- Биологическое загрязнение;
- Радиоактивное загрязнение;
- Механическое загрязнение;
- Тепловое загрязнение;
- Основными антропогенными источниками загрязнения вод являются: сбросы в водоемы неочищенных сточных вод;
- Смык пестицидов, минеральных и органических удобрений; газодымовые выбросы; утечки нефти и нефтепродуктов.

На пресноводные экосистемы, помимо биогенных веществ, негативное воздействие оказывают и другие вещества, такие

как, тяжелые металлы (свинец, кадмий, никель и др.), СПАВ, фенолы и др. Исследования представленные в данной работе направлены на выявление степени антропогенной нагрузки на реку Ташла в пределах села Донского.

Для оценки состояния реки Ташла был посчитан коэффициент донной аккумуляции. Результат представлен на рисунке 1.

Согласно градации значений коэффициента донной аккумуляции для реки Ташла в створе № 1 по Ni говорит о том, что концентрации загрязняющего вещества в воде существенно превышает величину ПДК и свидетельствуют о высоком уровне хронического загрязнения водного объекта. Такая же картина характерна и для точки № 2 и № 4. В точке № 3 максимально высокое значение равное 96,4 мг/л КДА ( $n \times 10 - n \times 10^2$ ), повышенные концентрации загрязняющих веществ в воде указывают на поступление в водный объект свежего загрязнения, в результате чего отношения  $C_{\text{до}} / C_{\text{вода}}$  снижаются и не превышают двух порядков.

Содержание Fe во всех створах превышает концентрацию показатели колеблются от 97 мг/л до 366 мг/л, невысокие значения КДА ( $n \times 10 - n \times 10^2$ ) и повышенные концентрации загрязняющих веществ в воде указывают на поступление в водный объект свежего загрязнения, в результате чего отношения Сдо/Свода снижаются и не превышают двух порядков.

Во всех створах реки Ташла, где были взяты пробы донных отложений для определения содержания Mn, в створах можно наблюдать не значительное превышение содержания Mn, которое влияет на невысокое загрязнение реки. Показатели створа варьируются от 28,5 мг/л до 40,2 мг/л. Невысокие значения КДА ( $n \times 10 - n \times 10^2$ ) и повышенные концентрации загрязняющих веществ в воде указывают на поступление в водный объект свежего загрязнения, в результате чего отношения Сдо/Свода снижаются и не превышают двух порядков.

Исходя из полученных данных, был произведен расчет индекса загрязненности воды по таким показателям как: сульфаты, ионы-аммония, растворенный кислород, нитриты, Ni, Fe, Mn. В данной связи проводимых исследований дана оценка индекса загрязненности воды в створах № 1,2,3,4,5. Расположение створов представлены на рисунке 2.

Первый створ, где были отобраны пробы воды, используется для водопоя скота. Часто в окрестности этой точки пасут овец,

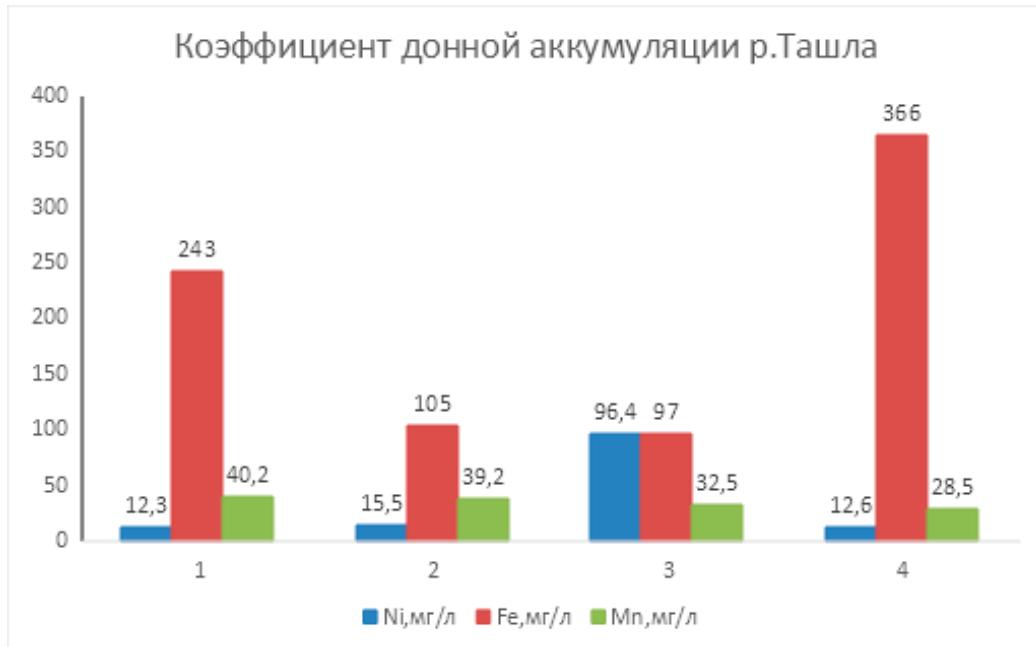


Рис. 1. Коэффициент донной аккумуляции в р.Ташла

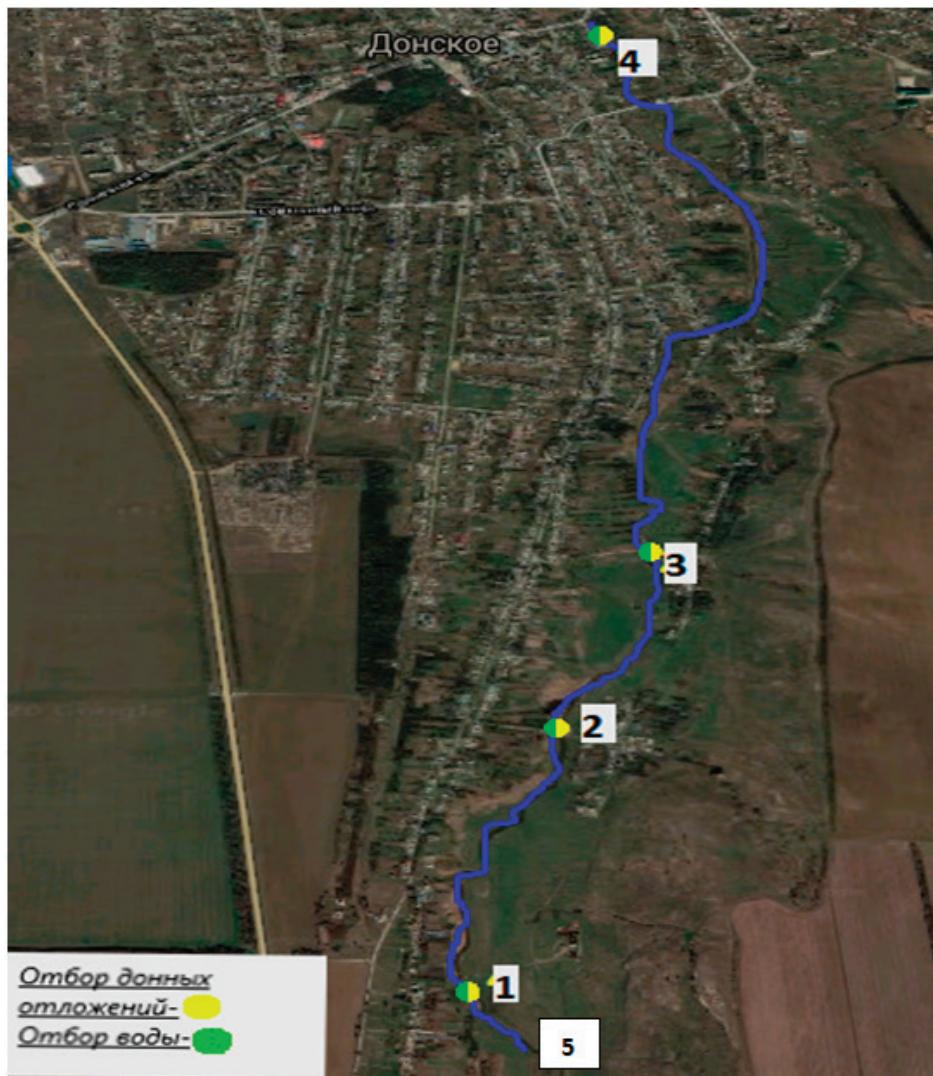


Рис. 2. Створы отбора проб р. Ташла

Здесь находится животноводческий комплекс, так же на берегу реки расположен тепличный комплекс по выращиванию овощей (помидоры, огурцы и др.) На втором створе, над речкой находится мост, по которому можно проехать или пройти. Можно было так же встретить рыбаков. В 3-м створе вода используется для водопоя скота (коровы, лошади, овцы), а также пасутся гуси, утки. Четвертый створ реки используется для поливки огорода, на берегу реки установлены водокачки, тем самым водопотребление в данном створе не регулируется, и в этом месте

глубина реки незначительно велика, по сравнению с другими створами, где были отобраны воды для проведения исследований. Створ № 5 является начальной точкой сбора данных по наличию антропогенной нагрузки на реку Ташла в границах села Донского. На берегу реки расположен животноводческий комплекс, и сельскохозяйственные угодья. В данном створе так же были отобраны пробы воды и донных отложений.

Пересчет индекса загрязненности вод за 2019–2022 год представлен ниже в таблице.

Таблица 1. Индекс загрязненности воды в реке Ташла 2019–2022 гг.

№ створа	Индекс загрязненности воды					
	Значение ИЗВ		Класс качества воды 2019–2020	Значение ИЗВ		Класс качества воды 2021–2022
	2019 год	2020 год		2021 год	2022 год	
1	2,8	2,2	IV (загрязненные воды)	1,3	5,3	III-V (умеренно загрязненные — грязные воды)
2	2,9	2,8	IV (загрязненные воды)	3,04	5,7	III-V (загрязненные — грязные воды)
3	2,4	2,5	IV (загрязненные воды)	1,8	3,4	III-V (умеренно загрязненные — грязные воды)
4	Не уст	4,2	V (грязные воды)	1,7	5,0	III-V (умеренно загрязненные — грязные воды)
5	Не уст	Не уст	Не установлено	Не уст	2,3	IV (загрязненные воды)

Основная причина загрязнения реки — это развитие социально-экономической жизни человека на берегах водоема. В целом источников загрязнения существует большое количество.

Наиболее существенные из них для данной территории:

- сточные бытовые воды;
- стоки с полей орошения;
- фермерское хозяйство;
- ТКО;

Все вышеуказанные источники существенно меняют химический состав воды, что сказывается на ее качестве.

В Труновском районе нет крупных промышленных предприятий, поэтому актуальными источниками загрязнения являются: бытовое загрязнение (ТКО), складирование отходов на

берегу реки, фермерское хозяйство, а также стоки вод с полей орошения, образующиеся в результате агропромышленной деятельности.

Наряду с сельскохозяйственным использованием реки Ташла, ее берега стали местом складирования отходов потребления жителей с. Донского.

Учитывая все показатели исследования, дана оценка антропогенной нагрузки на речную сеть. Исходя из полученных данных, можно сделать следующий вывод: сельское хозяйство оказывает значительное негативное воздействие на качество вод в реке, так и использование реки в хозяйствственно бытовых целях. На протяжении всего течения по территории Труновского района воды в р. Ташла характеризуются III-IV-V классом качества, как умеренно загрязненные — загрязненные — грязные воды.

#### Литература:

1. Шальnev, B. A. Современные ландшафты Ставропольского края / B. A. Шальnev.— Ставрополь: Изд-во СГУ. 2003.
2. Чалов Р.С. Естественные и антропогенные изменения рек России за историческое время. Соровский образовательный журнал, том 6, № 1, 2000.— С. 71–78.
3. Харин К. В. Ставропольский край. Ставропольский край. Водные ресурсы / авт.-сост. к. В. Харин, Л. Г. Ерицян.— Ставрополь: Изд-во СКФУ, 2015.— 127 с.
4. Фащевский Б. В. Основы экологической гидрологии.— Минск: ЭКОИНВЕСТ, 1996. 240 с.

## Интегральная характеристика качества воды реки Казанки в зарослях тростника обыкновенного *Phragmites australis*

Куштанова Милия Маратовна, студент магистратуры;  
Степанова Надежда Юрьевна, доктор биологических наук, профессор  
Казанский (Приволжский) федеральный университет

В статье дается оценка качества воды реки Казанки по химическим и гидробиологическим показателям в зоне влияния макрофитов в вегетационный период 2022 года.

**Ключевые слова:** макрофиты, фитопланктон, зоопланктон, гидрохимический состав, река Казанка.

### Введение

Макрофиты являются ведущей составляющей водной экосистемы и участвуют в процессе самоочищения водного объекта, регуляции кислородного режима, обмене веществ [2]. Они играют большую роль в жизни гидробионтов, являясь для них убежищем, субстратом для нереста фитофильных рыб, естественным фильтром между водосбором и водоемом [4].

Заросли макрофитов создают свою уникальную экосистему, в которой развивается своя специфическая флора и фауна. При этом, количественный и качественный состав зоопланктона не зависит от местоположения зарослей макрофитов по профилю реки, от длины и скорости течения реки. Однако биомасса в таких зарослях развивается в основном в летнее время [5].

Макрофиты активно участвуют в круговороте питательных веществ в реках, в процессах обмена загрязняющих веществ между донными отложениями и водной толщей, нередко являясь заметным поставщиком биогенных и других химических элементов, и их соединений из отложений в воду [3].

Цель: оценка влияния макрофитов на качество воды в реке Казанка по гидробиологическим и химическим показателям в вегетационный период.

Объектом исследования была река Казанка в русловой части в районе третьей транспортной дамбы (русская часть) и левый берег, заросший тростником обыкновенным *Phragmites australis*.

Тростник обыкновенный является конкурентоспособным водным растением с широкой экологической амплитудой [6] и широко представлен на берегах реки Казанки и других водных объектах Республики Татарстан.

**Материалы и методы.** Пробы воды [1] на химический и гидробиологический анализ отбирали в вегетационный период 2022 года с мая по сентябрь. Анализ проводили на определение содержания азото- и фосфорсодержащих веществ, металлов по стандартным методикам. Также определялись гидробиологические показатели, такие как количество видов, численность и биомасса фито- и зоопланктона. Для обработки полученных данных были использованы статистические методы анализа: непараметрический анализ (критерий Манна-Уитни), корреляционный анализ (критерий Спирмена).

### Результаты и их обсуждение

#### Оценка качества воды по химическим показателям

Сравнение химического состава воды в русловой части реки и в заливе в зарослях макрофитов методом непараметрической статистики по критерию Манна-Уитни ( $p<0,05$ ) показало, что содержание алюминия, железа и бария в русловой части значительно выше по сравнению с заливом. Содержание алюминия превышает ПДК для рыбохозяйственных водоемов в 12 и 2 раза; железа в 9 и 3 раза в русловой части реки и заливе соответственно (рис. 1).

Содержание таких показателей, как фосфаты, аммоний и органических веществ по перманганатной окисляемости выше в заливе по сравнению с водой в русловой части Казанки. Превышение ПДК отмечены только для солей аммония 1,2–1,4 ПДК как в русле, так и в заливе (рис. 1–3).

Можно отметить превышения ПДК по содержанию кобальта в 14–16 раз, стронция в 6,5–9 раз, селена в 10–11 раз во всех местах отбора проб (рис. 1–3).

#### Оценка качества воды по биологическим показателям

Средние за вегетационный сезон 2022 года показатели численности и биомассы фитопланктона в заливе с зарослями макрофитов значительно уступают аналогичным показателям в русловой части реки (рис. 4). Численность фитопланктона в русловой части реки Казанки в 7 раз, а по биомассе в 5 раз больше по сравнению с заливом.

Если рассматривать соотношение видов фитопланктона в динамике в течение вегетационного сезона, то можно отметить смещение пиков доминирования синезеленых (цианобактерии) и диатомовых водорослей в заливе и русловой части реки. В заливе с макрофитами в результате быстрого прогревания воды на месяц раньше наблюдался пик развития цианобактерий со сменой доминанты в сторону диатомовых водорослей в августе и сентябре. В русловой части реки преобладание диатомовых наблюдалось только в начале вегетационного сезона и устойчивая тенденция развития цианобактерий на протяжении всех оставшихся месяцев.

Непараметрический анализ по критерию Манна-Уитни показал значимость различий между показателями численности и биомассы цианобактерий в заливе и русле реки.

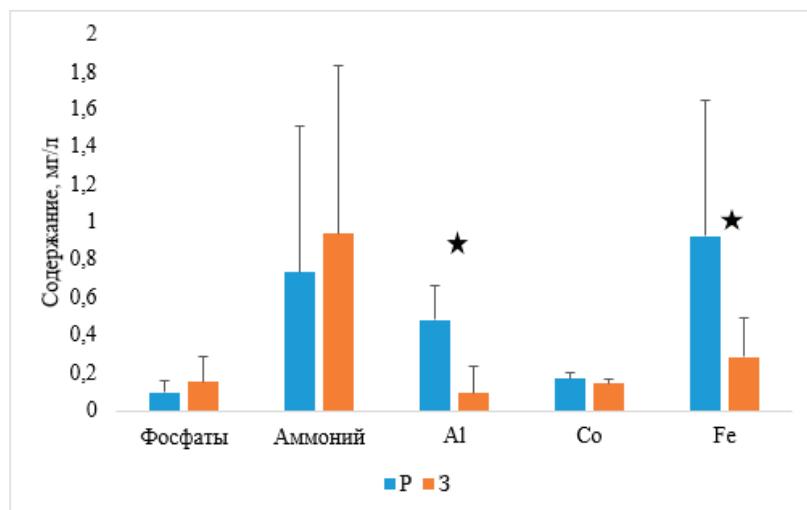


Рис. 1. Содержание фосфатов, аммония, алюминия, кобальта, железа в заливе с зарослями макрофитов (3) и руслоевой (Р) части реки Казанки (отмечены значимые различия)

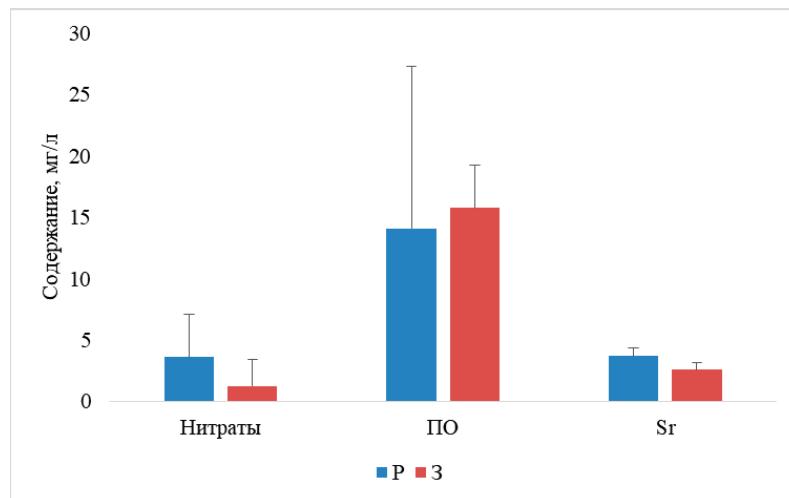


Рис. 2. Содержание нитратов, стронция и органических веществ по перманганатной окисляемости (ПО) в заливе с зарослями макрофитов (3) и руслоевой (Р) части реки Казанки

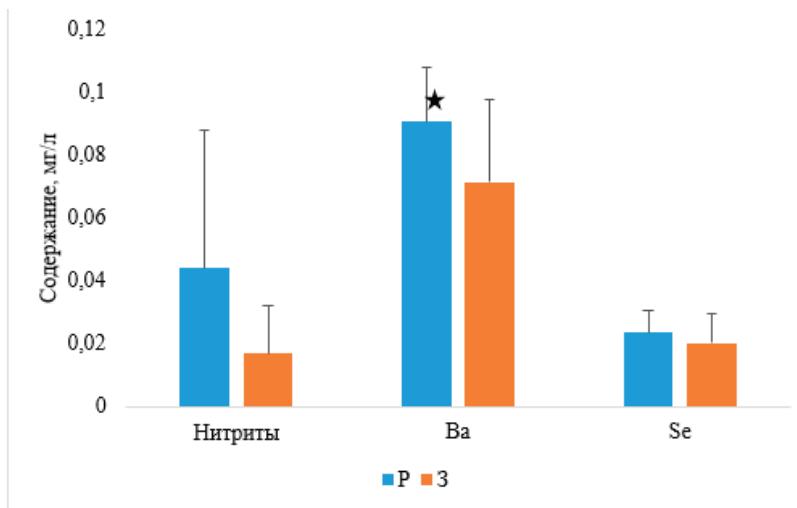


Рис. 3. Содержание нитритов, бария, селена в заливе с зарослями макрофитов (3) и руслоевой (Р) части реки Казанки (отмечены значимые различия)

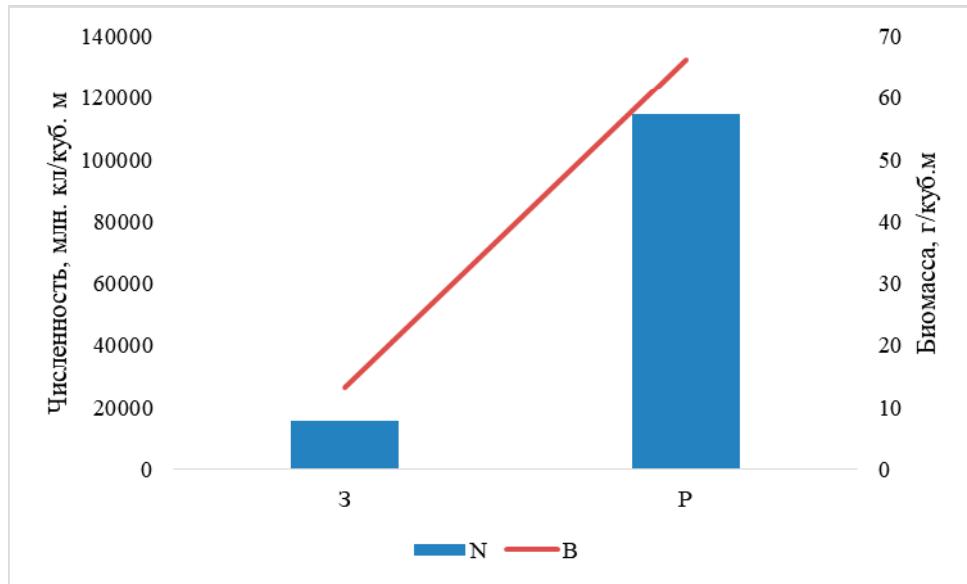


Рис. 4. Численность и биомасса фитопланктона в заливе с макрофитами (З) и в русловой части реки (Р)

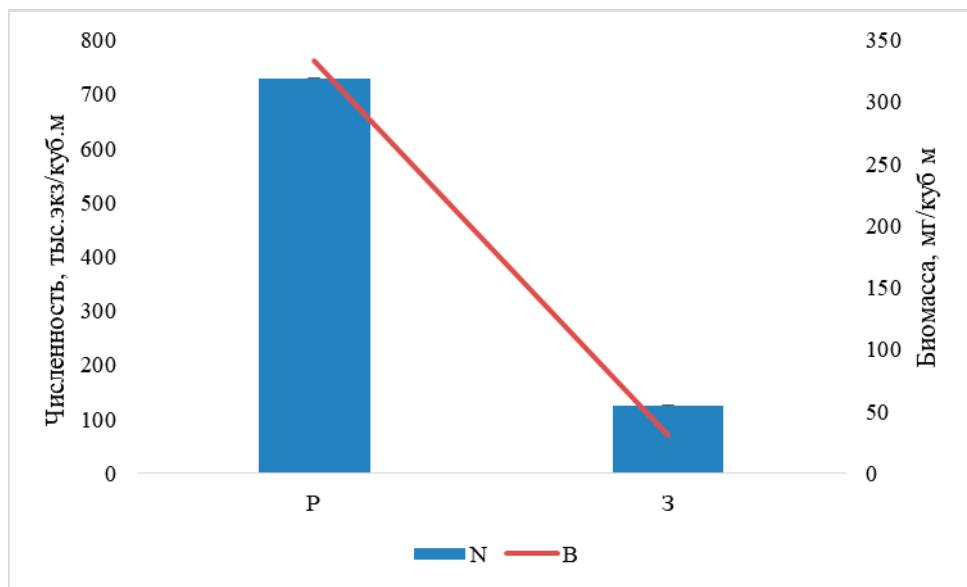


Рис. 5. Численность и биомасса зоопланктона в заливе с макрофитами (З) и в русловой части реки (Р)

Аналогичные с фитопланктоном тенденции отмечены и для зоопланктона. Средние за вегетационный сезон 2022 года показатели численности и биомассы зоопланктона в заливе с зарослями макрофитов значительно уступает аналогичным показателям в русловой части реки (рис. 5). Численность зоопланктона в русловой части реки Казанки в 6 раз, а по биомассе в 11 раз больше по сравнению с заливом.

Анализ динамики развития зоопланктона показал, что в заливе на протяжении всего вегетационного сезона наблюдается более сбалансированное соотношение видов коловраток и ракообразных (веслоногие и ветвистоусые). В то время как в русловой части реки на протяжении всего сезона по количеству видов преобладали коловратки.

Основной вклад в биомассу зоопланктона в заливе вносили веслоногие ракообразные, уступая ветвистоусым ракам

только в августе. В русле основной вклад в биомассу вносили *Cladocera* в июле-августе, в остальные сезоны преобладали коловратки.

Рассчитанный индекс сапробности позволил отнести оба объекта исследования к  $\beta$ -мезосапробной зоне на протяжении всего вегетационного сезона как по данным фитопланктона, так и зоопланктона.

### Заключение

Сравнение химического состава воды в русловой части реки Казанки и заливе в зарослях макрофитов показало значимое различие по таким металлам как алюминий (12 и 2 ПДКрх) и железо (9 и 3 ПДКрх) соответственно. Превышение нормативов отмечены также для солей аммония 1,2–1,4 раз, кобальта

14–16 раз, стронция 6,5–9 раз, селена 10–11 раз во всех местах отбора проб.

Средние за вегетационный сезон 2022 года показатели численности и биомассы фитопланктона в заливе с зарослями макрофитов значительно уступают аналогичным показателям в русловой части реки. Численность фитопланктона в русловой части реки Казанки в 7 раз, а по биомассе в 5 раз больше по сравнению с заливом. Отмечено смещение на месяц пиков доминирования синезеленых водорослей в за-

ливе и их устойчивое преобладание с июля по сентябрь в русловой части реки.

Численность зоопланктона в русловой части реки Казанки в 6 раз, а по биомассе в 11 раз больше по сравнению с заливом. В заливе на протяжении всего вегетационного сезона наблюдалось более сбалансированное соотношение видов коловраток, веслоногих и ветвистоусых ракообразных, в русловой части реки на протяжении всего сезона по количеству видов преобладали коловратки.

#### Литература:

1. ГОСТ 31861–2012 Вода. Общие требования к отбору проб = Water. General requirements for sampling: межгосударственный стандарт: издание официальное: утвержден и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 29 ноября 2012. № 1513-ст: введен впервые: дата введения 2014–01–01 / разработан обществом с ограниченной ответственностью «Протектор» совместно с Закрытым акционерным обществом «Центр исследования и контроля воды»
2. Быкова с. Н., Борисовская Е. В., Виноградов Г. А. Влияние некоторых макрофитов и нитчатых зеленых водорослей на сукцессию микроперифитонных сообществ //Поволжский экологический журнал.— 2010.— № . 3.— С. 241–253.
3. Мартынова М.В. Об участии макрофитов в процессе обмена соединениями азота и фосфора между донными отложениями и водой //Водные ресурсы.— 1985.— Т. 19856.— С. 115–120.
4. Мордухай-Болтовской Ф. Д. Fauna беспозвоночных прибрежной зоны Рыбинского водохранилища (общий обзор) // Труды Дарвинского государственного заповедника на Рыбинском водохранилище.— 1974.— № . 12.— С. 158–185.
5. Янин Е. П. Геохимия речной эпифитовзвеси в зоне влияния промышленного города.— 2020.
6. Milke J., Gałczyńska M., Wróbel J. The importance of biological and ecological properties of *Phragmites australis* (Cav.) Trin. Ex Steud., in phytoremediation of aquatic ecosystems — the review //Water.— 2020.— Т. 12.— № . 6.— С. 1770.

# Молодой ученый

Международный научный журнал  
№ 19 (466) / 2023

Выпускающий редактор Г. А. Кайнова

Ответственные редакторы Е. И. Осянина, О. А. Шульга, З. А. Огурцова

Художник Е. А. Шишков

Подготовка оригинал-макета П. Я. Бурьянин, М. В. Голубцов, О. В. Майер

За достоверность сведений, изложенных в статьях, ответственность несут авторы.

Мнение редакции может не совпадать с мнением авторов материалов.

При перепечатке ссылка на журнал обязательна.

Материалы публикуются в авторской редакции.

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

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

ISSN-L 2072-0297

ISSN 2077-8295 (Online)

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

Номер подписан в печать 24.05.2023. Дата выхода в свет: 31.05.2023.

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

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

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

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

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