

7universum.com  
**UNIVERSUM:**  
**ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ**

**UNIVERSUM:**  
**ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ**

Научный журнал  
Издается ежемесячно с декабря 2013 года  
Является печатной версией сетевого журнала  
Universum: технические науки

Выпуск: 4(121)

Апрель 2024

Часть 1

Москва  
2024

УДК 62/64+66/69

ББК 3

U55

**Главный редактор:**

*Ахметов Сайранбек Махсутович*, д-р техн. наук;

**Члены редакционной коллегии:**

*Алланиязов Гуломжон Шерниязович*, д-р философии техн. наук;

*Горбачевский Евгений Викторович*, канд. техн. наук;

*Демин Анатолий Владимирович*, д-р техн. наук;

*Дехканов Зульфикахар Киргизбаевич*, д-р техн. наук;

*Звездина Марина Юрьевна*, д-р физ.-мат. наук;

*Ким Алексей Юрьевич*, д-р техн. наук;

*Козьминых Владислав Олегович*, д-р хим. наук;

*Ларионов Максим Викторович*, д-р биол. наук;

*Манасян Сергей Керопович*, д-р техн. наук;

*Мажидов Кахрамон Халимович*, д-р наук, проф;

*Мартышкин Алексей Иванович*, канд. техн. наук;

*Мерганов Аваз Мирсултанович*, канд. техн. наук;

*Пайзуллаханов Мухаммад-Султанхан Саидвалиханович*, д-р техн. наук;

*Радкевич Мария Викторовна*, д-р техн. наук;

*Романов Андрей Александрович*, спец. по направлению гидрогеология и инженерная геология;

*Серегин Андрей Алексеевич*, канд. техн. наук;

*Старченко Ирина Борисовна*, д-р техн. наук;

*Усманов Хайрулла Сайдуллаевич*, д-р техн. наук;

*Юденков Алексей Витальевич*, д-р физ.-мат. наук;

*Tengiz Magradze*, PhD in Power Engineering and Electrical Engineering.

**U55 Universum: технические науки:** научный журнал. – № 4(121). Часть 1., М., Изд. «МЦНО», 2024. – 72 с. – Электрон. версия печ. публ. – <http://7universum.com/ru/tech/archive/category/4121>

ISSN : 2311-5122

DOI: 10.32743/UniTech.2024.121.4

Учредитель и издатель: ООО «МЦНО»

ББК 3

© ООО «МЦНО», 2024 г.

## Содержание

<b>Статьи на русском языке</b>	<b>5</b>
<b>Авиационная и ракетно-космическая техника</b>	<b>5</b>
РАСЧЁТ ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫХ ОСНОВНЫХ ПРОЕКТНЫХ ПАРАМЕТРОВ И МАССОВО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПЕРСПЕКТИВНОЙ МНОГОРАЗОВОЙ ТРАНСПОРТНОЙ АВИАЦИОННО-КОСМИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ С КРЫЛАТЫМИ ВОЗВРАЩАЕМЫМИ РАКЕТНЫМИ БЛОКАМИ Петроченков Сергей Александрович	5
<b>Безопасность деятельности человека</b>	<b>15</b>
МЕТОДЫ ОБНАРУЖЕНИЯ СЛУЧАЙНЫХ РАДИОАКТИВНЫХ ИСТОЧНИКОВ Гулиев Гусейн Гулияр Абдуллаева Мая Ядигар	15
ИССЛЕДОВАНИЕ СОВРЕМЕННОГО ПРИМЕНЕНИЯ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ЭКОЛОГИЧЕСКОМ МОНИТОРИНГЕ БЕЗОПАСНОСТИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЧЕЛОВЕКА Мамаражабова Бувзайнаб Абдуразаковна Шингисов Азрет Утебаевич	20
АНАЛИЗ ВОЗДЕЙСТВИЯ АНТРОПОГЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ НА ИЗМЕНЕНИЕ КЛИМАТА И РАЗРАБОТКА МЕР ПО СМЯГЧЕНИЮ НЕГАТИВНЫХ ПОСЛЕДСТВИЙ ДЛЯ БЕЗОПАСНОСТИ ЛЮДЕЙ И ЭКОСИСТЕМ Мамаражабова Бувзайнаб Абдуразаковна Шингисов Азрет Утебаевич	23
АНАЛИЗ ПОСЛЕДСТВИЙ РАЗЛИЧНЫХ ФОРМ НА ЭКОСИСТЕМЫ И ЗДОРОВЬЕ ЧЕЛОВЕКА, С ЦЕЛЬЮ РАЗРАБОТКИ УСТОЙЧИВЫХ ТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМ Мамаражабова Бувзайнаб Абдуразаковна Шингисов Азрет Утебаевич	26
КВАНТОВО-ХИМИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕКТРОННОГО СТРОЕНИЯ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНОГО ВИТАМИНА В1 Мамарахмонов Мухаматдин Хоидович Кодиров Абдуахад Абдурахимович Абдурахмонов Азизбек Асадулла угли Эшбоева Гулчирой Райимжон кизи	29
<b>Информатика, вычислительная техника и управление</b>	<b>33</b>
КРИПТОГРАФИЧЕСКИЙ МЕТОД ШИФРОВАНИЯ И ДЕШИФРОВАНИЯ ИНФОРМАЦИИ НА ОСНОВЕ АЛГОРИТМА МАШИНЫ ЭНИГМА Арзиев Али Тилеубаевич Шаназаров Байрам	33
ЦИФРОВИЗАЦИЯ ЛОГИСТИКИ: ОТ BIG DATA К ИНТЕРНЕТУ ВЕЩЕЙ Ахмедов Азимжон Олимжонович	36
ПРИМЕНЕНИЕ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ В АВТОМАТИЧЕСКОМ ПЕРЕВОДЕ И ОБРАБОТКЕ ЕСТЕСТВЕННОГО ЯЗЫКА Бурнашев Ринат Фаритович Анварова Лейла Акрамовна	39
ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ТРАНСФОРМЕРОВ НА УЛУЧШЕНИЕ ГЕНЕРАЦИИ ИЗОБРАЖЕНИЙ Гайнетдинов Айнур Фанурович	44
АЛГОРИТМЫ НАХОЖДЕНИЯ САМОЙ ДЛИННОЙ ПОДСТРОКИ БЕЗ ПОВТОРЯЮЩИХСЯ СИМВОЛОВ НА РYТНОН Дворяк Диана Андреевна	50
МЕТОДЫ РАЗВИТИЯ ЛОГИКИ Әбілқасым Мирас Бағланұлы Жартыбаева Макпал Галымбековна	54
РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ НА ПЛАСТИНКЕ МЕТОДОМ ЛОКАЛЬНО- ОДНОРОДНОЙ СХЕМЫ Жумаев Жура Фатиллоева Мавлуда Нуруллоевна Шамсиддинова Мафтуна Улугбековна	57

ИССЛЕДОВАНИЕ ТРЕБОВАНИЙ В ЭКОЛОГИЧЕСКОМ МОНИТОРИНГЕ ПОСРЕДСТВОМ СОВРЕМЕННОГО ОБОРУДОВАНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ Мамаражабова Бувзайнаб Абдуразаковна Шингисов Азрет Утебаевич	61
ВІМ - СИСТЕМЫ КАК ОСНОВНОЙ ЭЛЕМЕНТ КОНТРОЛЯ РАЗРАБОТКИ АРХИТЕКТУРНОГО ПРОЕКТА Манвелова Светлана Юрьевна	64

## СТАТЬИ НА РУССКОМ ЯЗЫКЕ

## АВИАЦИОННАЯ И РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКАЯ ТЕХНИКА

РАСЧЁТ ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫХ ОСНОВНЫХ ПРОЕКТНЫХ ПАРАМЕТРОВ  
И МАССОВО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПЕРСПЕКТИВНОЙ  
МНОГОРАЗОВОЙ ТРАНСПОРТНОЙ АВИАЦИОННО-КОСМИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ  
С КРЫЛАТЫМИ ВОЗВРАЩАЕМЫМИ РАКЕТНЫМИ БЛОКАМИ*Петроченков Сергей Александрович**начальник конструкторской бригады ОКБ им. Сухого,  
ПАО «ОАК»,  
РФ, г. Москва  
E-mail: [spetrocenkov5@gmail.com](mailto:spetrocenkov5@gmail.com)*CALCULATION OF PRELIMINARY BASIC DESIGN PARAMETERS  
AND MASS-ENERGY CHARACTERISTICS OF A PROMISING REUSABLE  
TRANSPORT AEROSPACE SYSTEM WITH A CRUISE RETURNABLE ROCKET BLOCK*Sergey Petrochenkov**Head of the design team of the EDB Sukhoi,  
PJSC "UAC",  
Russia, Moscow*

## АННОТАЦИЯ

В статье определяется облик МТКС вертикального старта новой конфигурации с полностью многоразовыми ракетными блоками, возвращающимися на место старта. Представлен расчёт предварительных основных проектных параметров (ОПП), объёмно-габаритных и массово-энергетических характеристик МТКС с крылатым возвращаемыми многоразовыми ракетными блоками (КМРБ). Определяется общий вид, предварительная компоновка, а также тип и количество двигательных установок (ДУ).

## ABSTRACT

The article defines the appearance of the MTKS vertical launch of a new configuration with fully reusable rocket blocks returning to the launch site. The article presents the calculation of the preliminary main design parameters, volume-dimensional and mass-energy characteristics of the MTKS with a cruise returnable reusable rocket block (CMRB). The general appearance, preliminary layout, as well as the type and number of propulsion systems are determined.

**Ключевые слова:** многоразовая транспортная космическая система (МТКС), ракетный блок (РБ), воздушно-космический самолёт (ВКС).

**Keywords:** reusable space transport system, rocket block, aerospace aircraft.

## Введение

Цель статьи состоит в определении облика МТКС вертикального старта новой конфигурации с полностью многоразовыми ракетными блоками, возвращающимися на место старта. Данная МТКС предназначена для выведения космических аппаратов, для снабжения орбитальных систем на орбите Земли и возврат грузов, для снабжения ТЭМ, который разрабатывается для снабжения лунной станции.

Задачей статьи является расчёт предварительных основных проектных параметров (ОПП), объёмно-габаритных и массово-энергетических характеристик МТКС, определение общего вида, предварительной компоновки, а также типа и количества ДУ.

Определение лётно-технических характеристик (ЛТХ).

Для общей оценки возможной схемы реализации МТКС необходимо задать требуемые ЛТХ и другие характеристики, которые будут определять ОПП,

массово-энергетические и объёмно-габаритные параметры. Основными параметрами, на которых нужно остановиться это масса полезной нагрузки и целевая орбита выведения этой полезной нагрузки. Также определяющим параметром будут габариты грузового отсека.

Какую орбиту и массу полезной нагрузки взять за основу? Создавать МТКС для доставки тяжёлых телекоммуникационных спутников на геостационарную орбиту нерационально. Для доставки грузов на низкую околоземную орбиту к орбитальным станциям и производственным комплексам такая система окажется избыточной. Возможно разумным подходом будет ограничение массы полезной нагрузки на круговую орбиту высотой 200 км величиной, равной выводимой ракетами среднего класса, то есть до 20 т. Также нельзя забывать о лунной программе, которая потребует доставку и возврат грузов на Луну и обратно. По расчётам [4] грузовому космическому кораблю с транспортно-энергетическим модулем мощностью 1 МВт с ядерной энергетической установкой и ЭРД для доставки 25 т груза на лунную орбиту понадобится порядка 10 т ксенона. Такой корабль в целях безопасности будет стартовать с круговой орбиты высотой 800 км. Соответственно на круговую опорную орбиту нужно будет вывести массу полезной нагрузки больше 10 т, так как потребуется дополнительное топливо для перехода орбитальной ступени с полезным грузом на орбиту высотой 800 км. Такой массы полезной нагрузки должно хватить для снабжения орбитальных комплексов. В свою очередь, как средство выведения такая будет сопоставима с ракетами-носителями среднего класса Союз-2 (8 т на НОО высотой 200 км), Союз-5 (17 т на НОО высотой 200 км), Ангара-А3 (13 т на НОО высотой 200 км). Создание более грузоподъёмной транспортной системы будет иметь сомнительную экономическую эффективность и целесообразность.

В конечном итоге примем за основные ЛТХ МТКС массу полезной нагрузки 10 т на круговой орбите высотой 800 км наклонением 50°.

Размеры грузового отсека можно принять аналогичными размерам головных обтекателей современных ракет-носителей. Либо принять габариты грузов, которые можно транспортировать железнодорожным транспортом или современными транспортными самолётами Ил-76, Ан-124, ограничив длину разумной величиной. В данном случае примем габариты грузового отсека равными 4 м на 4 м по ширине и высоте при длине 8 м. Основная масса космических аппаратов, создаваемых в настоящее время, укладывается в заданные габариты.

Для дальнейших расчётов определим скоростные импульсы для перехода с НОО высотой 200 км сначала на эллиптическую орбиту высотой 200x800 км, а затем на круговую орбиту высотой 800 км. Также не забудем о сходе с круговой орбиты высотой 800 км.

На круговой орбите высотой 200 км скорость полёта равна  $V_{1k} = 7,8$  км/с.

Для перехода на эллиптическую орбиту высотой 200 x 800 км нужно увеличить скорость до значения  $V_{n1}$ .

$V_{n1}$  – скорость полёта в перигее эллиптической орбиты 200 x 800 км.

$$V_{n1} = V_{1k} \sqrt{\frac{2a_2}{a_1 + a_2}} = 7,968 \frac{\text{км}}{\text{с}} \quad (1)$$

$a_1$  – расстояние от центра Земли до круговой орбиты высотой 200 км.

$$a_1 = 6570 \text{ км}$$

$a_2$  – расстояние от центра Земли до круговой орбиты высотой 800 км.

$$a_2 = 7170 \text{ км}$$

Величина скоростного импульса для перехода с круговой орбиты высотой 200 км на эллиптическую орбиту высотой 200 x 800 км

$$\Delta V_1 = V_{n1} - V_{1k} = 168,48 \text{ м/с} \quad (2)$$

$V_{a1}$  – скорость полёта в апогее эллиптической орбиты 200 x 800 км.

$$V_{a1} = V_{1k} \sqrt{\frac{2a_1^2}{(a_1 + a_2)a_2}} = 7,3 \text{ км/с} \quad (3)$$

$V_{k800}$  – скорость полёта на круговой орбите высотой 800 км.

$$V_{k800} = V_{1k} \sqrt{\frac{a_1}{a_2}} = 7,467 \text{ км/с} \quad (4)$$

Величина скоростного импульса для перехода с эллиптической орбиты высотой 200 x 800 км на круговую орбиту высотой 800 км

$$\Delta V_2 = V_{k800} - V_{a1} = 164,844 \text{ м/с} \quad (5)$$

Найдём величину тормозного импульса для схода с орбиты. Для схода с орбиты необходимо перейти на эллиптическую орбиту высотой 100 x 800 км. На высоте 100 км находится условная граница атмосферы.

$V_{a2}$  – скорость полёта в апогее эллиптической орбиты 100 x 800 км.

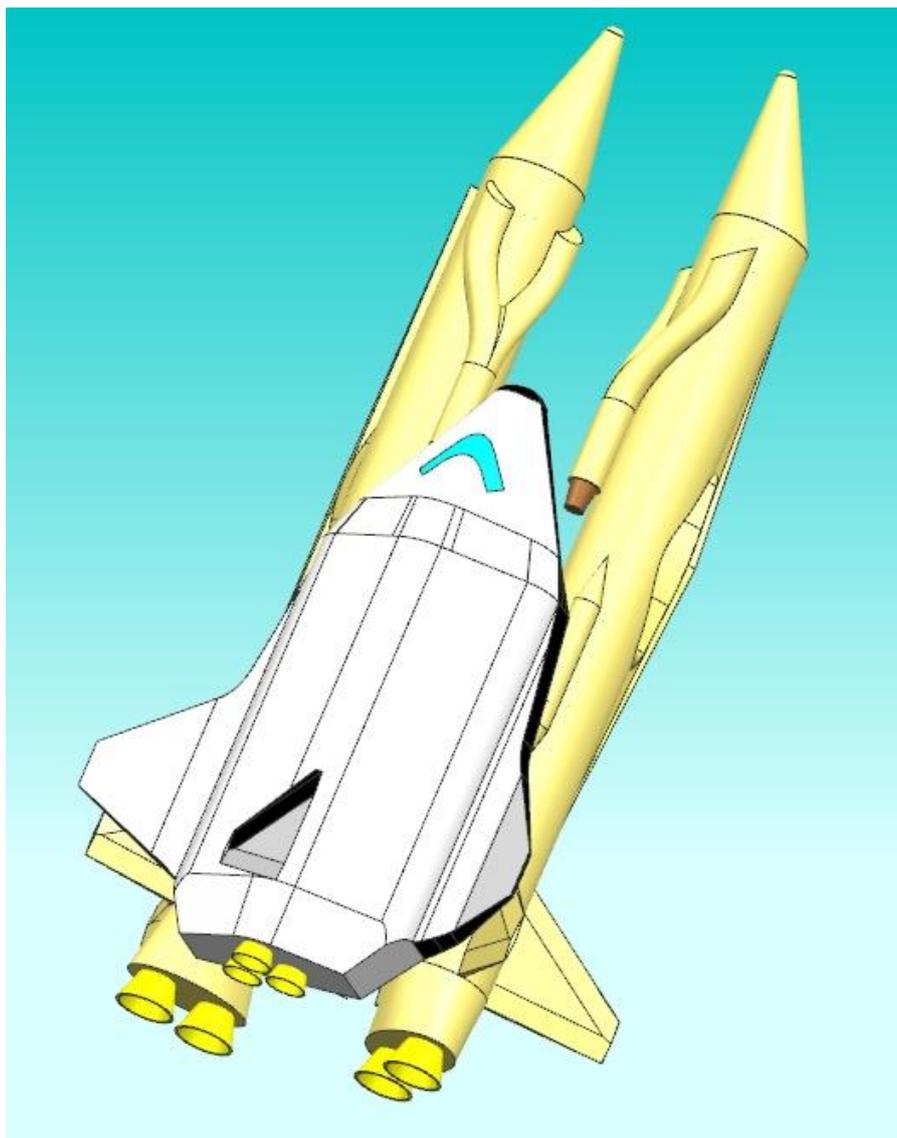
$$V_{a2} = V_{1k} \sqrt{\frac{2a_3^2}{(a_3 + a_2)a_2}} = 7,217 \text{ км/с} \quad (6)$$

$a_3$  – расстояние от центра Земли до круговой орбиты высотой 100 км.

$$a_3 = 6470 \text{ км}$$

Величина скоростного импульса для перехода с круговой орбиты высотой 800 км на эллиптическую орбиту высотой 100 x 800 км

$$\Delta V_3 = V_{k800} - V_{a2} = 249,67 \text{ м/с} \quad (7)$$



*Рисунок 1. МТКС вертикального старта с крылатыми МРБ*

#### **Схема старта, полёта и посадки**

Данная МТКС состоит из двух ступеней. Первая ступень состоит из двух крылатых многоразовых ракетных блоков (КМРБ), а вторая ступень – это аппарат аэродинамической схемы «несущий корпус», который одновременно является и орбитальной ступенью. КМРБ располагаются по бокам относительно второй ступени. ЖРД первой ступени размещаются на КМРБ. Вместо двух КМРБ может использоваться и один, который соответственно будет нести все ЖРД первой ступени и будет в два раза больше. ЖРД второй ступени размещаются на орбитальном аппарате. Для стабилизации полёта МТКС схемы «пакет» маршевые ЖРД первой ступени необходимо отклонить от вертикальной оси для компенсации момента сил от веса второй ступени с учётом стартовой перегрузки. Либо включить в работу на старте ЖРД второй ступени в режиме дросселирования. После окончания работы первой ступени КМРБ отделяются. После отделения блоки двигаются по инерции, входят в атмосферу и выполняют разворот в сторону места

посадки. Далее разворачивается крыло, которое при запуске находится в сложенном состоянии, и запускаются турбореактивные двигатели КМРБ, с помощью которых блоки перемещаются к месту старта и выполняют посадку на ВПП. После отделения КМРБ запускаются ЖРД второй ступени орбитального аппарата. Далее вторая ступень выходит на орбиту и начинает выполнять поставленные полётные задачи. После выполнения всех задач на орбите аппарат выдаёт тормозной импульс, необходимый для схода с орбиты, и входит в атмосферу. В атмосфере осуществляется аэродинамическое торможение. При прохождении атмосферы на начальном этапе крылья ВКС находятся в отклонённом на  $45^\circ$  положении для обеспечения снижения воздействия температуры на кромку и нижнюю поверхность крыла, а также для обеспечения устойчивости и управляемости на гиперзвуковой скорости. Перед заходом на посадку крылья переводятся в горизонтальное положение. Посадка орбитальной ступени осуществляется планированием на ВПП в месте старта.

Данная схема МТКС обеспечивает всеизмутаельность пусков. Не требуются специальные районы падения отделяющихся частей. КМРБ и орбитальную ступень не требуется доставлять к месту старта (если у стартового комплекса есть аэродром). Все элементы многоразовые и не требуется изготовление новых блоков для обеспечения эксплуатации. Но все элементы требуют послеполётного и периодического технического обслуживания.

Особенностью КМРБ является наличие ТРД, который требует дополнительного технического обслуживания. Также на КМРБ должны быть выделены объёмы для размещения баков с керосином для

обеспечения возвращения к месту старта. По сути КМРБ – это самостоятельные летательные аппараты.

Особенностью орбитальной ступени является аэродинамическая схема «несущий корпус». Такая схема выбрана по следующим причинам. Аппарат имеет меньшую массу аэродинамических поверхностей по сравнению с крылатыми аппаратами. Аэродинамическое качество такого ЛА имеет необходимую и достаточную величину для обеспечения посадки на ВПП с требуемым манёвром по дальности и в боковом направлении. Кроме того, преимуществом аппарата с несущим корпусом (в сравнении с крылатым) является менее сложное решение проблемы теплоизоляции конструкции.

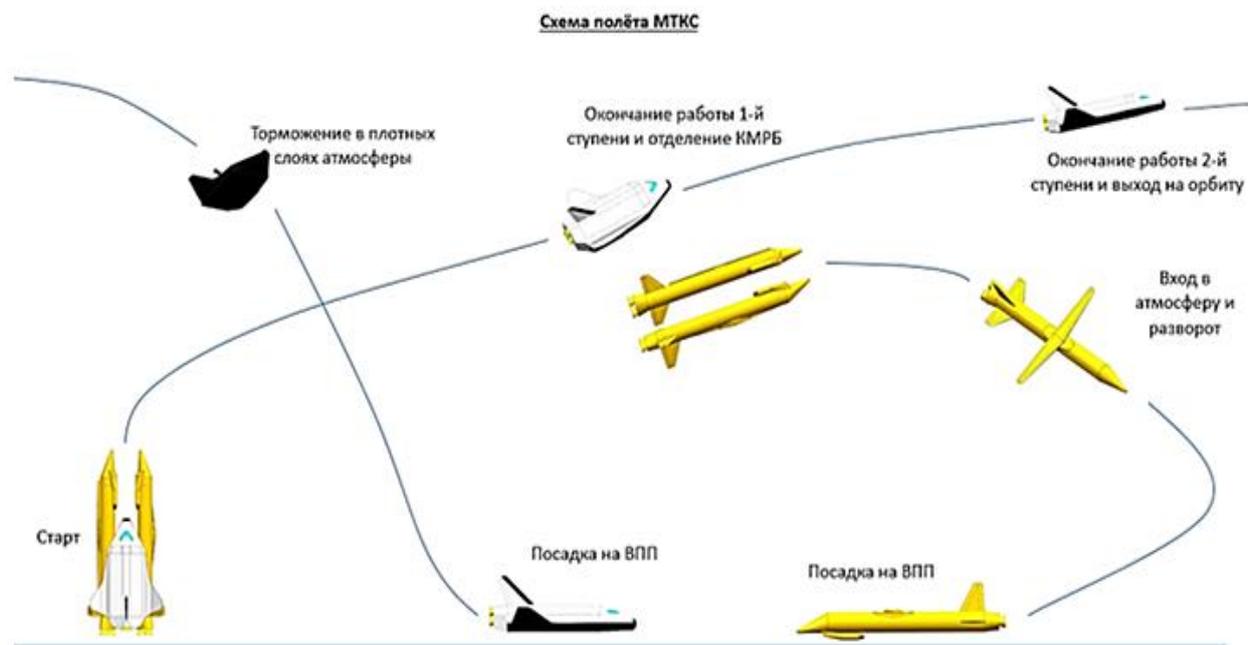


Рисунок 2. Схема полёта МТКС

**Материалы и методы**

**Определение основных проектных параметров**

Методика расчёта разработана на основании источников [1,2,3].

Для определения относительной конечной массы первой ступени  $\mu_{k1}$  решим уравнение

$$\frac{v_{k1}}{c_1} = -\ln \mu_{k1} - \frac{1 - \mu_{k1}^2}{2n_1} \quad (8)$$

Начальная перегрузка  $n_1 = 1,8$

Конечная скорость первой ступени  $v_{k1} = 3300 \text{ м/с}$

Скорость истечения газов из ЖРД 1-й ступени  $c_1 = g \cdot J_1 = 3234 \text{ м/с}$

Удельный импульс тяги для пары метан-кислород  $J_1 = 330 \text{ с}$

Ускорение свободного падения для Земли

$$g = 9,8 \text{ м/с}^2$$

Относительная конечная масса первой ступени  $\mu_{k1} = 0,279$

Вычислим удельные конструктивно-массовые характеристики 1-й ступени

$$\alpha_1 = \frac{a_{\tau 01} + a_{\sigma 1} + a_{\text{cy}1}}{1 + a_{\tau 01} - a_{c1}} = 0,107 \quad (9)$$

$$\beta_1 = \frac{\gamma_{\text{ду}1}}{1 + a_{\tau 01} - a_{c1}} = 0,013 \quad (10)$$

$$a_{\tau 01} = 0,05 \quad a_{\sigma 1} = 0,02 \quad a_{\text{cy}1} = 0,0125 \quad a_{c1} = 0,282 \quad \gamma_{\text{ду}1} = 0,01$$

Вычислим относительную массу полезной нагрузки 1-й ступени

$$\mu_{\text{пн}1} = \frac{1}{1 - \alpha_1} (\mu_{k1} - \alpha_1 - \beta_1 n_1) = 0,166 \quad (11)$$

Для определения относительной конечной массы второй ступени  $\mu_{k2}$  решим уравнение

$$\frac{v_{k2}}{c_2} = -\ln \mu_{k2} - \frac{1 - \mu_{k2}^2}{2n_2} \quad (12)$$

Начальная перегрузка  $n_2 = 1,8$   
 Конечная скорость второй ступени

$$v_{k2} = 4500 \text{ м/с}$$

Скорость истечения газов из ЖРД 2-й ступени  
 $c_2 = g \cdot J_2 = 4606 \text{ м/с}$

Удельный импульс тяги для пары водород-кислород  $J_2 = 470 \text{ с}$

Ускорение свободного падения для Земли

$$g = 9,8 \text{ м/с}^2$$

Относительная конечная масса второй ступени  
 $\mu_{k2} = 0,292$

Вычислим удельные конструктивно-массовые характеристики 2-й ступени

$$\alpha_2 = \frac{a_{\text{то}2} + a_{\sigma 2} + a_{\text{с}y2}}{1 + a_{\text{то}2} - a_{c2}} = 0,142 \quad (13)$$

$$\beta_2 = \frac{\gamma_{\text{д}y2}}{1 + a_{\text{то}2} - a_{c2}} = 0,021 \quad (14)$$

$$a_{\text{то}2} = 0,1 \quad a_{\sigma 2} = 0,02 \quad a_{\text{с}y2} = 0,0125 \quad a_{c2} = 0,168 \quad \gamma_{\text{д}y2} = 0,02$$

Вычислим относительную массу полезной нагрузки 2-й ступени

$$\mu_{\text{пн}2} = \frac{1}{1 - \alpha_2} (\mu_{k2} - \alpha_2 - \beta_2 n_2) = 0,13 \quad (15)$$

### Определение массово-энергетических характеристик

Найдём массу второй ступени

$$M_{02} = \frac{M_{\text{пн}}}{\mu_{\text{пн}2}} = 91,8 \text{ т} \quad (16)$$

Масса полезной нагрузки с учётом топлива для орбитального маневрирования  $M_{\text{пн}} = 11,9 \text{ т}$

Вычислим массу первой ступени

$$M_{01} = \frac{M_{02}}{\mu_{\text{пн}1}} = 553,2 \text{ т} \quad (17)$$

Вычислим массу топлива РБ второй ступени

$$m_{\text{т}2} = M_{02}(1 - \mu_{k2}) = 65 \text{ т} \quad (18)$$

Вычислим конечную массу РБ второй ступени

$$m_{k2} = M_{02}(\mu_{k2} - \mu_{\text{пн}2}) = 14,9 \text{ т} \quad (19)$$

Вычислим массу топлива РБ первой ступени

$$m_{\text{т}1} = M_{01}(1 - \mu_{k1}) = 398,9 \text{ т} \quad (20)$$

Вычислим конечную массу РБ первой ступени

$$m_{k1} = M_{01}(\mu_{k1} - \mu_{\text{пн}1}) = 62,5 \text{ т} \quad (21)$$

Масса топлива для возвращения к месту старта РБ первой ступени

$$m_{\text{тс}} = m_{k1} \left( 1 - e^{\frac{-L_1}{v \cdot P_{\text{уд}} \cdot K}} \right) = 4,5 \text{ т} \quad (22)$$

Массовое соотношение керосина и окислителя ТРД КМРБ  $K=10$

Скорость КМРБ при возвращении  $v = 200 \text{ м/с}^2$

Удельный импульс ТРД КМРБ  $P_{\text{уд}} = 3000 \text{ с}$

Дальность свободного падения КМРБ от места старта

$$L_1 = \frac{v_{k1}^2 \sin 2\theta}{g} = 452000 \text{ м} \quad (23)$$

Угол наклона траектории КМРБ  $\theta \sim 12^\circ$

Начальная масса орбитальной ступени

$$m_{\text{вкс}0} = M_{02} = 91,8 \text{ т} \quad (24)$$

Масса орбитальной ступени на орбите

$$m_{\text{вксорб}} = m_{k2} + M_{\text{пн}} = 26,8 \text{ т} \quad (25)$$

Масса орбитальной ступени перед сходом с орбиты

$$m_{\text{вкск}} = m_{k2} = 14,9 \text{ т} \quad (26)$$

Начальная масса двух КМРБ

$$m_{\text{мрб}0} = M_{01} - M_{02} = 461,4 \text{ т} \quad (27)$$

Конечная масса двух КМРБ (после посадки на ВПП)

$$m_{\text{мрбк}} = m_{\text{мрб}0} - m_{\text{т}1} - m_{\text{тс}} = 58 \text{ т} \quad (28)$$

Общая тяга ДУ первой ступени

$$P_1 = n_1 M_{01} = 995,8 \text{ тс} \quad (29)$$

Количество ДУ первой ступени

$$n_{\text{дв}1} = \frac{P_1}{F_1} = 3,98 \sim 4 \quad (30)$$

Тяга одного ДУ (РД-182) первой ступени  $F_1 = 250 \text{ тс}$

Общая тяга ДУ второй ступени

$$P_2 = n_2 M_{02} = 165,3 \text{ тс} \quad (31)$$

Количество ДУ второй ступени

$$n_{\text{дв}2} = \frac{P_2}{F_2} = 3 \quad (32)$$

Тяга одного ДУ (РД-0150) второй ступени  $F_2 = 55$  тс

Далее вычислим массу топлива необходимую для перехода орбитальной ступени с низкой круговой орбиты высотой 200 км на круговую орбиту высотой 800 км и с последующим сходом с этой орбиты.

Вычислим относительную массу топлива для перехода с круговой орбиты высотой 200 км на эллиптическую орбиту с апогеем 800 км

$$\Delta m_1 = 1 - \frac{1}{e^{gJ_2}} = 0,036 \quad (33)$$

Масса топлива для перехода на эллиптическую орбиту

$$m_{T1орб} = \Delta m_1 \cdot m_{вксорб} = 0,96 \text{ т} \quad (34)$$

Вычислим относительную массу топлива для перехода с эллиптической орбиты с апогеем 800 км на круговую орбиту высотой 800 км

$$\Delta m_2 = 1 - \frac{1}{e^{\frac{\Delta v_2}{gJ_2}}} = 0,035 \quad (35)$$

Масса орбитальной ступени на эллиптической орбите

$$m_{вксорб2} = m_{вксорб} - m_{T1орб} \quad (36)$$

Масса топлива для перехода на круговую орбиту высотой 800 км

$$m_{T2орб} = \Delta m_2 \cdot m_{вксорб2} = 0,91 \text{ т} \quad (37)$$

Вычислим относительную массу топлива для схода с круговой орбиты высотой 800 км с последующим приземлением

$$\Delta m_3 = 1 - \frac{1}{e^{\frac{\Sigma \Delta v_2}{gJ_2}}} = 0,053 \quad (38)$$

Масса орбитальной ступени на круговой орбите

$$m_{вксорб3} = m_{вксорб2} - m_{T2орб} - M_{пнорб} \quad (39)$$

Масса топлива для схода с круговой орбиты высотой 800 км

$$m_{T3орб} = \Delta m_3 \cdot m_{вксорб3} = 0,79 \text{ т} \quad (40)$$

Общая масса топлива для перехода на орбиту высотой 800 км и последующего схода с неё

$$m_{Торб} = m_{T1орб} + m_{T2орб} + m_{T3орб} = 1,87 \text{ т} \quad (41)$$

Масса полезной нагрузки на круговой орбите высотой 800 км

$$M_{пнорб} = M_{пн} - m_{Торб} = 10 \text{ т} \quad (42)$$

Далее вычисляем массовую сводку по системам первой ступени:

Масса топливных отсеков первой ступени

$$m_{то1} = a_{то1} \cdot m_{T1} = 19,9 \text{ т} \quad (43)$$

Масса переходных отсеков первой ступени

$$m_{\sigma 1} = a_{\sigma 1} \cdot (m_{T1} + m_{к1}) = 9,2 \text{ т} \quad (44)$$

Масса ДУ первой ступени

$$m_{ду1} = \gamma_{ду1} \cdot P_1 = 9,9 \text{ т} \quad (45)$$

Масса системы управления первой ступени

$$m_{су1} = a_{су1} \cdot (m_{T1} + m_{к1}) = 5,7 \text{ т} \quad (46)$$

Масса ТРД для возвращения КМРБ  $m_{дуС1} = 1,6$  т

Масса теплозащиты первой ступени

$$m_{тз1} = a_{тз1} \cdot m_{к1} = 1,9 \text{ т} \quad (54)$$

Удельная конструктивно-массовая характеристика теплозащиты  $a_{тз1} = 0,03$

Масса топлива для возвращения к месту старта первой ступени

$$m_{ТС} = 4,5 \text{ т}$$

Масса топливных отсеков для возвращения первой ступени

$$m_{тоС1} = a_{то1} \cdot m_{ТС} = 0,23 \text{ т} \quad (47)$$

Масса крыла и других аэродинамических поверхностей первой ступени

$$m_{\sigma С1} = a_{Н1} \cdot m_{к1} = 9,4 \text{ т} \quad (48)$$

Относительная масса крыла и других аэродинамических поверхностей КМРБ  $a_{Н1} = 0,15$

Относительная масса средств возвращения первой ступени

$$a_{с1} = \frac{m_{дуС1} + m_{ТС} + m_{тоС1} + m_{\sigma С1} + m_{тз1}}{m_{к1}} = 0,282 \quad (49)$$

Вычисляем массовую сводку по системам второй ступени:

Масса топливных отсеков второй ступени

$$m_{то2} = a_{то2} \cdot m_{T2} = 6,5 \text{ т} \quad (50)$$

Масса переходных отсеков второй ступени

$$m_{\sigma 2} = a_{\sigma 2} \cdot (m_{T2} + m_{к2}) = 1,6 \text{ т} \quad (51)$$

Масса ДУ второй ступени

$$m_{\text{ду}2} = \gamma_{\text{ду}2} \cdot P_2 = 3,3 \text{ т} \quad (52)$$

Масса системы управления второй ступени

$$m_{\text{су}2} = a_{\text{су}2} \cdot (m_{\text{T}2} + m_{\text{к}2}) = 1 \text{ т} \quad (53)$$

Масса теплозащиты второй ступени

$$m_{\text{T}32} = a_{\text{T}32} \cdot m_{\text{к}2} = 0,9 \text{ т} \quad (54)$$

Удельная конструктивно-массовая характеристика теплозащиты  $a_{\text{T}32} = 0,06$

Масса топлива для возвращения второй ступени

$$m_{\text{T}С2} = m_{\text{T}3\text{орб}} = 0,79 \text{ т} \quad (55)$$

Масса топливных отсеков для топлива торможения второй ступени

$$m_{\text{то}С2} = a_{\text{то}2} \cdot m_{\text{T}С2} = 0,08 \text{ т} \quad (56)$$

Масса аэродинамических поверхностей второй ступени

$$m_{\sigma С2} = a_{\text{н}2} \cdot m_{\text{к}2} = 0,75 \text{ т} \quad (57)$$

Относительная масса несущих аэродинамических поверхностей для аппарата «несущий корпус»  $a_{\text{н}2} = 0,05$ .

Относительная масса средств возвращения орбитальной ступени

$$a_{\text{с}2} = \frac{m_{\text{T}С2} + m_{\text{то}С2} + m_{\sigma С2} + m_{\text{T}32}}{m_{\text{к}2}} = 0,168 \quad (58)$$

Расчёт объёмов и габаритов топливных отсеков ступеней.

Объёмно-габаритные характеристики топливных отсеков первой ступени (КМРБ):

Соотношение компонентов топлива (метан-кислород) первой ступени  $K_{\text{T}1} = 3,5$

Плотность окислителя первой ступени

$$\rho_{\text{ок}1} = 1,14 \text{ т/м}^3$$

Плотность горючего первой ступени

$$\rho_{\text{г}1} = 0,47 \text{ т/м}^3$$

Объём окислителя первой ступени

$$V_{\text{ок}1} = \frac{m_{\text{T}1} + m_{\text{T}С}}{\rho_{\text{ок}1}} \cdot \frac{K_{\text{T}1}}{1 + K_{\text{T}1}} = 275,2 \text{ м}^3 \quad (59)$$

Объём горючего первой ступени

$$V_{\text{г}1} = \frac{m_{\text{T}1} + m_{\text{T}С}}{\rho_{\text{г}1}} \cdot \frac{1}{1 + K_{\text{T}1}} = 190,7 \text{ м}^3 \quad (60)$$

Будем считать, что топливные баки имеют цилиндрическую форму со сферическими днищами. Вычислим габариты одного из 2-х КМРБ.

Примем диаметр бака окислителя равным  $D_{\text{ок}1} = 3,4 \text{ м}$

Площадь поперечного сечения бака окислителя

$$F_{\text{ок}1} = \frac{\pi D_{\text{ок}1}^2}{4} = 9,1 \text{ м}^2 \quad (61)$$

Длина бака окислителя одного КМРБ

$$L_{\text{ок}1} = \frac{\frac{V_{\text{ок}1}}{2} + F_{\text{ок}1} \cdot D_{\text{ок}1} - \frac{\pi D_{\text{ок}1}^3}{6}}{F_{\text{ок}1}} = 17,9 \text{ м} \quad (62)$$

Примем диаметр бака горючего равным  $D_{\text{г}1} = 3,4 \text{ м}$

Площадь поперечного сечения бака горючего

$$F_{\text{г}1} = \frac{\pi D_{\text{г}1}^2}{4} = 9,1 \text{ м}^2 \quad (63)$$

Длина бака горючего одного КМРБ

$$L_{\text{г}1} = \frac{\frac{V_{\text{г}1}}{2} + F_{\text{г}1} \cdot D_{\text{г}1} - \frac{\pi D_{\text{г}1}^3}{6}}{F_{\text{г}1}} = 12,8 \text{ м} \quad (64)$$

Объёмно-габаритные характеристики топливных отсеков второй ступени:

Соотношение компонентов топлива (водород-кислород) второй ступени  $K_{\text{T}2} = 5,5$

Плотность окислителя второй ступени

$$\rho_{\text{ок}2} = 1,14 \text{ т/м}^3$$

Плотность горючего второй ступени

$$\rho_{\text{г}2} = 0,07 \text{ т/м}^3$$

Объём окислителя второй ступени

$$V_{\text{ок}2} = \frac{m_{\text{T}2} + m_{\text{T}С2}}{\rho_{\text{ок}2}} \cdot \frac{K_{\text{T}2}}{1 + K_{\text{T}2}} = 48,8 \text{ м}^3 \quad (65)$$

Объём горючего второй ступени

$$V_{\text{г}2} = \frac{m_{\text{T}2} + m_{\text{T}С2}}{\rho_{\text{г}2}} \cdot \frac{1}{1 + K_{\text{T}2}} = 144,6 \text{ м}^3 \quad (66)$$

Будем считать, что топливные баки имеют цилиндрическую форму со сферическими днищами. Вычислим габариты бака окислителя.

Примем диаметр бака окислителя равным  $D_{\text{ок}2} = 4 \text{ м}$

Площадь поперечного сечения бака окислителя

$$F_{\text{ок}2} = \frac{\pi D_{\text{ок}2}^2}{4} = 12,56 \text{ м}^2 \quad (67)$$

Длина бака окислителя второй ступени

$$L_{\text{ок}2} = \frac{V_{\text{ок}2} + F_{\text{ок}2} \cdot D_{\text{ок}2} - \frac{\pi D_{\text{ок}2}^3}{6}}{F_{\text{ок}2}} = 5,7 \text{ м} \quad (68)$$

Примем диаметр одного из двух баков горючего равным  $D_{r2} = 2,6$  м

Площадь поперечного сечения бака горючего

$$F_{r2} = \frac{\pi D_{r2}^2}{4} = 5,3 \text{ м}^2 \quad (69)$$

Длина одного из двух баков горючего второй ступени

$$L_{r2} = \frac{\frac{V_{r2}}{2} + F_{r2} \cdot D_{r2} - \frac{\pi D_{r2}^3}{6}}{F_{r2}} = 15,9 \text{ м} \quad (70)$$

Параметры и характеристики МТКС оптимизируются в несколько этапов до достижения максимальной относительной массы полезной нагрузки.

### Результаты и обсуждение

#### Определение предварительной компоновки и общего вида

Общий вид, компоновка и теоретический контур МТКС (представлены на рисунках 3-8) определён с учётом объёмов компонентов ракетного топлива (КРТ), расположения и габаритов грузового и стыковочных отсеков, типа и количества ДУ, и объёмов БРЭО.

Основные характеристики:

- масса полезной нагрузки на круговой орбите высотой 200 км – 11,9 т;
- масса полезной нагрузки на круговой орбите высотой 800 км – 10 т;
- масса первой ступени – 553,2 т;
- масса второй ступени – 91,8 т;
- конечная масса ракетных блоков первой ступени – 62,5 т;
- конечная масса ракетного блока второй ступени – 14,9 т;
- масса топлива первой ступени – 398,8 т;
- масса топлива второй ступени – 65 т;
- двигательная установка первой ступени – РД-182 (4 шт.);
- двигательная установка второй ступени – РД-0150 (3 шт.);
- компоненты ракетного топлива первой ступени – метан/кислород;
- компоненты ракетного топлива второй ступени – водород/кислород.

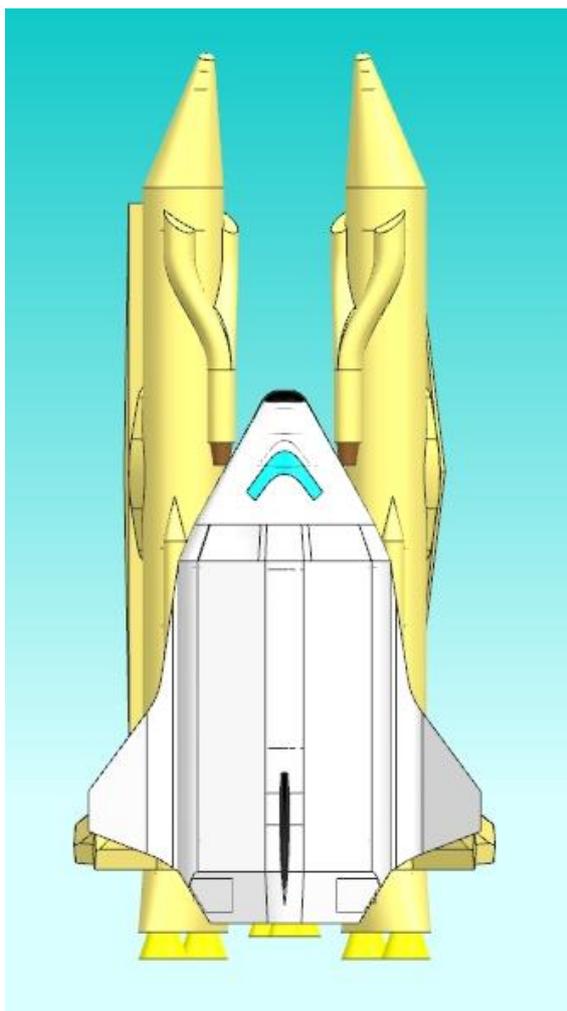


Рисунок 3. Вид спереди

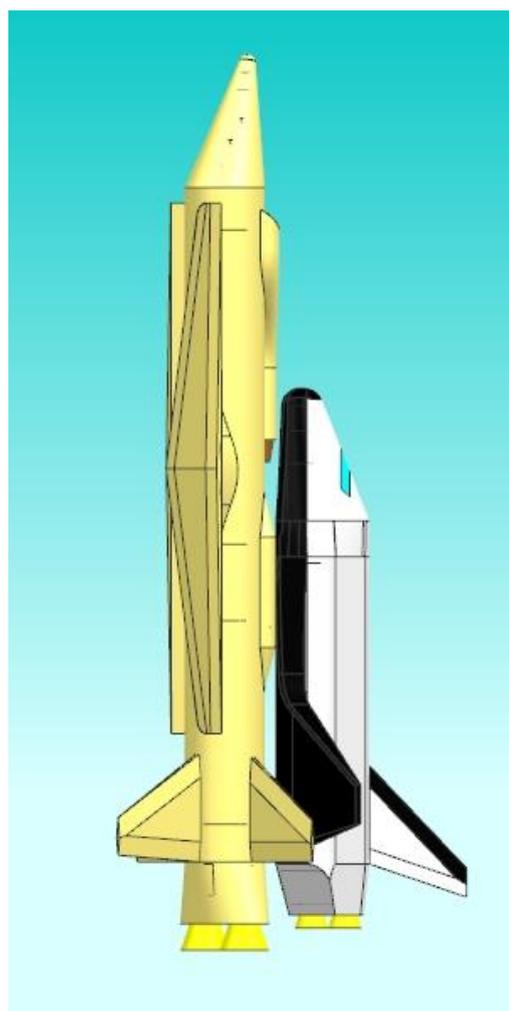
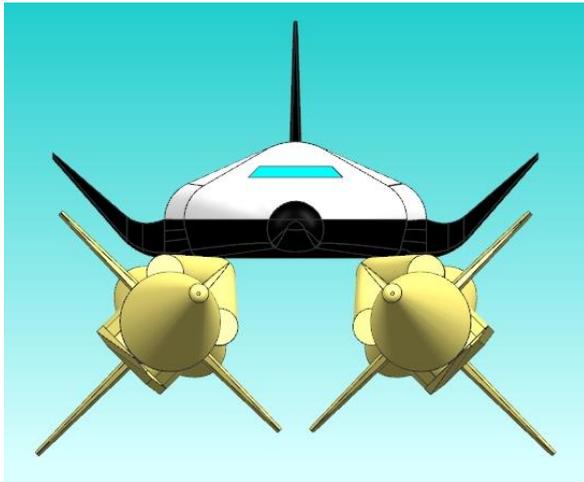
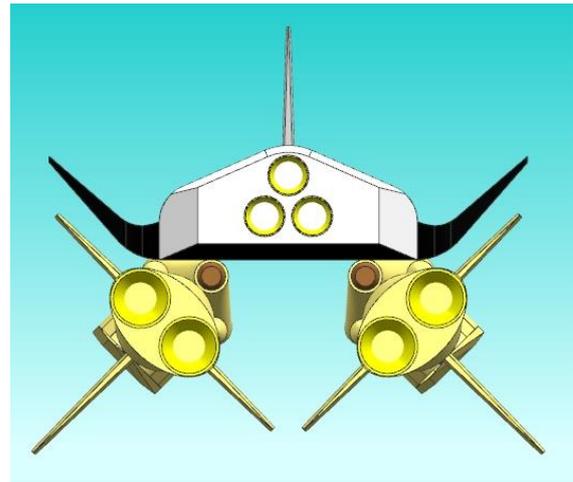


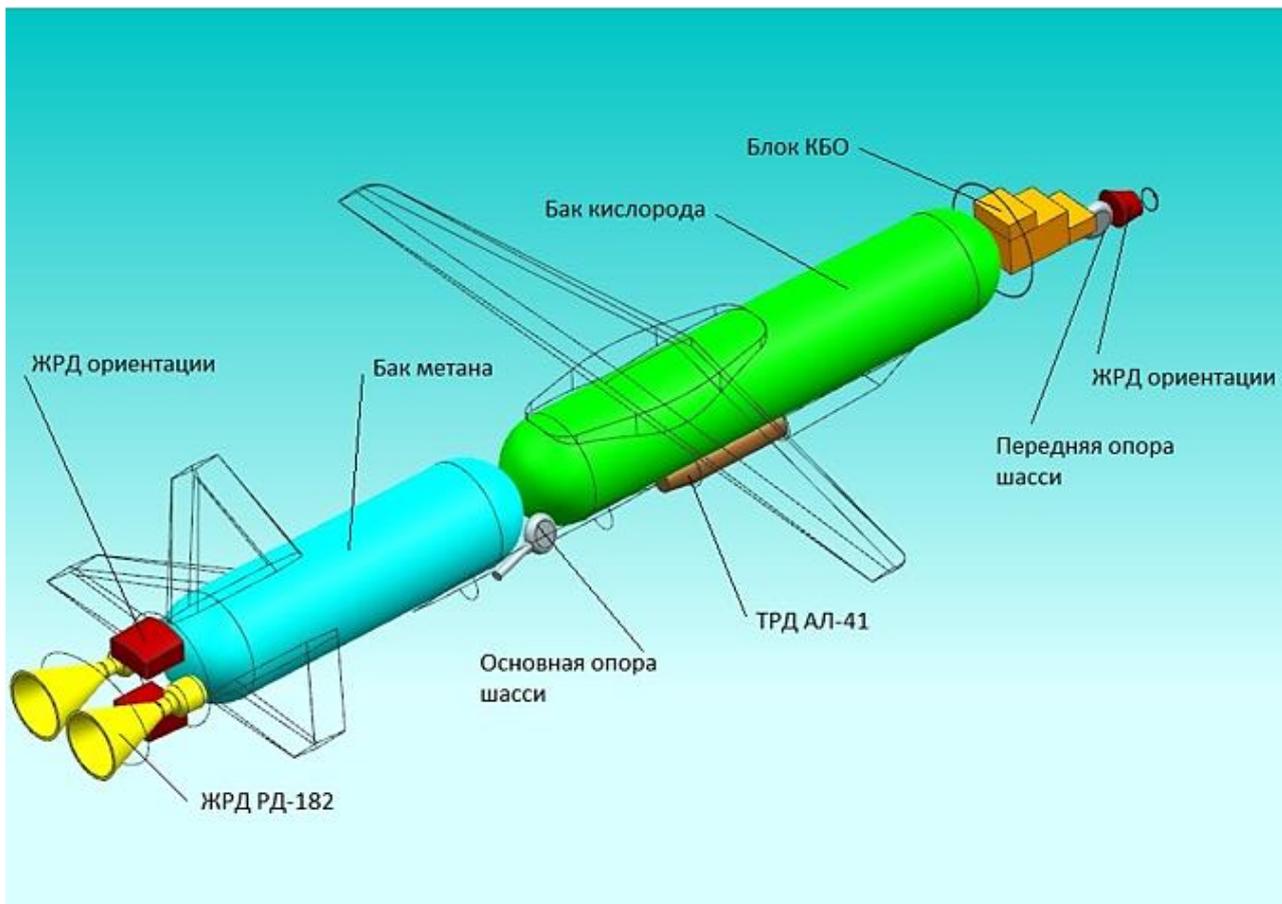
Рисунок 4. Вид сбоку



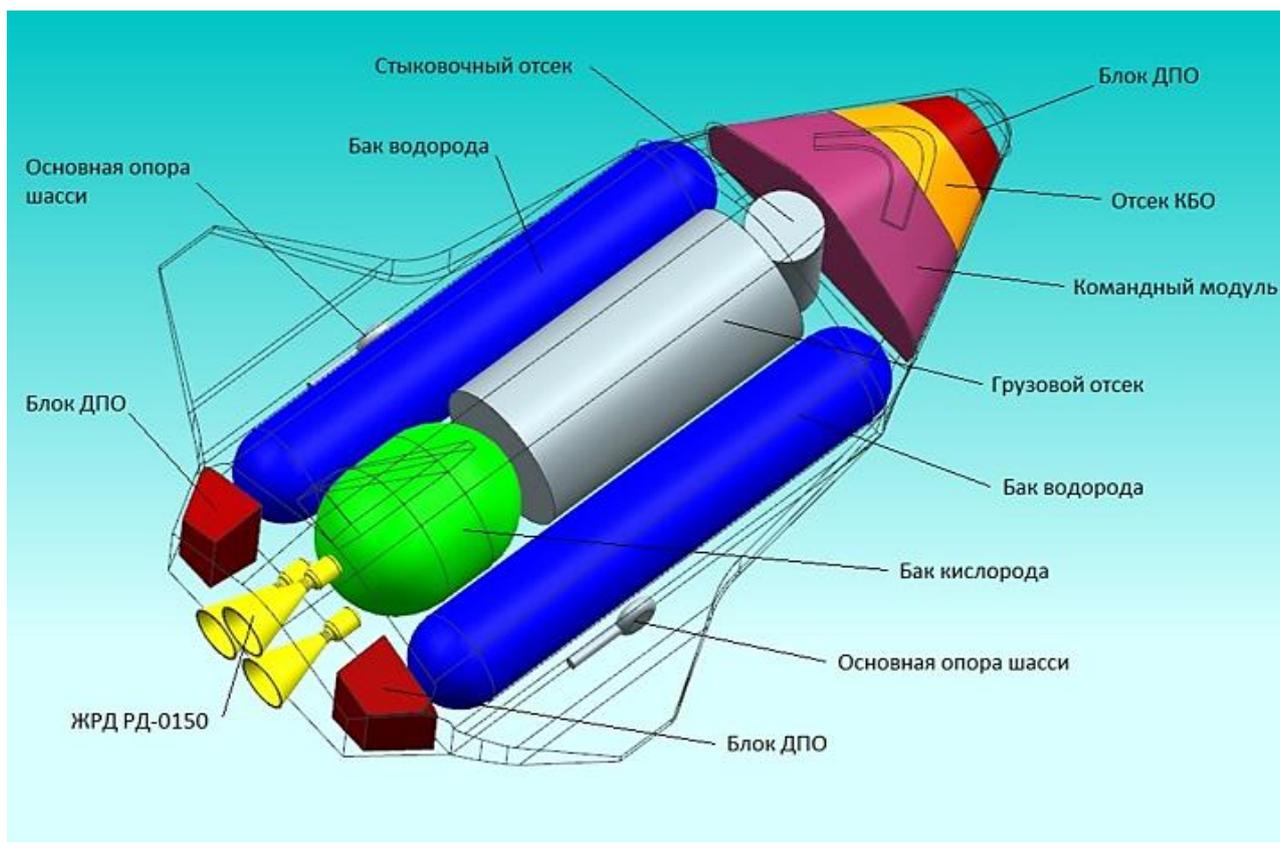
*Рисунок 5. Вид против*



*Рисунок 6. Вид по полёту*



*Рисунок 7. Компоновка КМРБ*



**Рисунок 8. Компоновка ВКС**

### Заключение

Данная схема МТКС является всеазимутальной, не требует отведения специальных районов падения отделяющихся РБ. МТКС использует экологически чистые КРТ. Все элементы являются многоразовыми. КМРБ и орбитальная ступень возвращаются к месту старта, что снижает затраты на поисково-спасательные работы и транспортировку к месту обслуживания и старта. В конструкции МТКС применены разрабатываемые перспективные ЖРД и серийный ТРД.

В грузовом отсеке ВКС возможно размещение следующей полезной нагрузки:

- космический аппарат;
- пассажирский модуль;
- грузовой модуль (для доставки на орбитальные комплексы топлива, воды, грузов);
- лабораторный модуль (для автономных исследований в космосе).

### Список литературы:

1. Егер С.М., Мишин В.Ф., Лисейцев Н.К. и др. Проектирование самолётов. – М.: Машиностроение, 1983. - 616 с.
2. Мишин В.П., Безвербый В.К., Панкратов Б.М., Зернов В.И. Основы проектирования летательных аппаратов (транспортные системы). – М.: Машиностроение, 2005. - 375 с.
3. Мухамедов Л.П. Основы проектирования транспортных космических систем. – М.: Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2019. - 265 с.
4. Под научной редакцией Легостаева В.П. и Лопоты В.А. Луна – шаг к технологиям освоения Солнечной системы. – М.: РКК «Энергия», 2011. - 584 с.

**БЕЗОПАСНОСТЬ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЧЕЛОВЕКА**

DOI - 10.32743/UniTech.2024.121.4.17322

**МЕТОДЫ ОБНАРУЖЕНИЯ СЛУЧАЙНЫХ РАДИОАКТИВНЫХ ИСТОЧНИКОВ****Гулиев Гусейн Гулияр**

магистр,  
кафедра нефтехимической технологии и промышленной экологии,  
Азербайджанский Государственный Университет  
Нефти и Промышленности  
Азербайджанская Республика, г. Баку  
E-mail: [huseynq95@gmail.com](mailto:huseynq95@gmail.com)

**Абдуллаева Мая Ядигар**

канд. хим. наук,  
доц. кафедры нефтехимической технологии и промышленной экологии  
Азербайджанского Государственного Университета  
Нефти и Промышленности,  
Азербайджанская Республика, г. Баку  
E-mail: [mayaabdullayeva@hotmail.com](mailto:mayaabdullayeva@hotmail.com)

**METHODS FOR DETECTING RANDOM RADIOACTIVE SOURCES****Huseyn Guliyev**

Master,  
department of the "Petrochemical Technology and Industrial Ecology",  
Azerbaijan State University Oil and Industry University  
Azerbaijan Republic, g. Baku

**Maya Abdullayeva**

Ph.D., associate professor,  
department of the "Petrochemical Technology and Industrial Ecology",  
Azerbaijan State University Oil and Industry University  
Azerbaijan Republic, g. Baku

**АННОТАЦИЯ**

В статье рассматриваются неостребованные радиоактивные источники в основном те, которые появляются в результате войны, оккупации, терроризма, вызваны преступностью и подобными ей действиями. Также рассказывается о радиоактивных веществах, опасности, которую они могут создать и о методах их обнаружения. В статье предоставлена информация о различных способах обнаружения радиоактивных веществ, в том числе рассеянных источников, а также указано, что случайные радиоактивные источники могут представлять серьезную угрозу для здоровья и окружающей среды.

**ABSTRACT**

The article discusses unclaimed radioactive sources mainly caused by war, occupation, terrorism, crime, etc. that appear after such actions. It also talks about radioactive substances, the dangers they can create and detection methods. Information was provided on various methods for detecting radioactive substances, including diffuse sources. It is also indicated that accidental radioactive sources can pose a serious threat to health and the environment.

**Ключевые слова:** излучение, рассеянные радиоактивные источники, оккупация, ионизация, детектор.

**Keywords:** radiation, scattered radioactive sources, occupation, ionization, detector.

Источниками случайной радиоактивности часто являются радиоактивные материалы, используемые в таких местах, как больницы, исследовательские лаборатории промышленные и ядерные объекты. Эти источники могут принимать различные формы,

например, изотопы, используемые в устройствах лучевой терапии, промышленных измерительных приборах, устройствах ядерной медицины и исследовательских реакторах. Радиоактивные источники широко используются во многих промышленных,

медицинских и исследовательских целях. Однако когда эти ресурсы остаются без присмотра или теряются, могут возникнуть серьезные опасные последствия. Обнаружение случайных радиоактивных источников жизненно важно как для защиты здоровья населения, так и для предотвращения ущерба, наносимого окружающей среде. Зброшенные радиоактивные источники могут представлять серьезную угрозу для природы и самочувствия человека. Радиационное воздействие вызывает следующие проблемы со здоровьем: рак, повреждение тканей и генетические последствия, а также многие другие недуги. Кроме того, утечка радиоактивных веществ в окружающую среду может загрязнять землю, воду и воздух, влияя на экосистемы и загрязняя сельскохозяйственную продукцию [14].

Для обнаружения рассеянных радиоактивных источников используются различные методы, включающие в себя портативные детекторы радиации, гамма-спектрометры, сети радиационного мониторинга и технологии спутниковой съемки. Данные технологии используются для измерения уровней радиации, картографирования и обнаружения радиоактивных источников. Раннее обнаружение случайных радиоактивных источников имеет жизненно важное значение для предотвращения и контроля потенциальных опасностей. Кроме того, определив происхождение и владельца обнаруженных ресурсов, можно принять меры по предотвращению подобных инцидентов [13].

Обнаружение брошенных радиоактивных источников важно для радиационной безопасности и здоровья населения. Этот процесс должен быть обеспечен с помощью соответствующих технологий, эффективных систем мониторинга и сотрудничества. Таким образом, можно свести к минимуму радиационные риски и обеспечить безопасную окружающую среду.

Приведем некоторые из методов, используемых для обнаружения случайных радиоактивных источников:

1. Портативные детекторы радиации. Портативные детекторы используются для быстрого измерения уровней радиации. Эти детекторы часто применяют для сканирования территорий и выявления потенциальных радиоактивных источников.

2. Гамма-спектрометры. Такие устройства могут обнаруживать различные радиоизотопы, выполняя спектральный анализ радиоактивных веществ. Данный метод используется для определения типа и количества рассеянных радиоактивных источников.

3. Сети радиационного мониторинга. Стационарные или переносные сети радиационного мониторинга непрерывно контролируют уровни радиации в заданной зоне. Подобного рода системы могут обнаруживать внезапное увеличение радиации и использоваться для определения присутствия паразитных источников.

4. Технологии спутниковой съемки. Спутниковая съемка может охватывать большие территории и использоваться для обнаружения конкретных следов

радиоактивного загрязнения. Этот метод часто используется для определения воздействия на окружающую среду беспризорных радиоактивных источников.

5. Мониторинг воздействия на людей и животных. Люди и животные, подвергшиеся воздействию радиации, могут указывать на наличие случайных радиоактивных источников в определенной зоне. Рассматриваемый метод является важным средством наблюдения, используемым для обнаружения потенциальных угроз [5; 8]. Комбинация этих методов часто используется для обнаружения случайных радиоактивных источников и помогает минимизировать потенциальные риски за счет быстрого реагирования.

Во многих международных отчетах отмечается намерение противников приобрести или использовать радиоактивные материалы во вредных целях. Международное агентство по атомной энергии (МАГАТЭ) сообщило о более чем трех тысячах инцидентов, связанных с радиоактивными источниками, включая несанкционированное владение и соединенную с этим преступную деятельность, кражу или потерю радиоактивных материалов, незаконную продажу и покупку радиоактивных материалов и других действий подобного рода. Аварийная ситуация может возникнуть в результате взрыва устройства радиологического рассеивания (УРУ) или в результате преднамеренного или неосторожного размещения, а также случайного присутствия неожиданных радиоактивных источников в общественных местах [4].

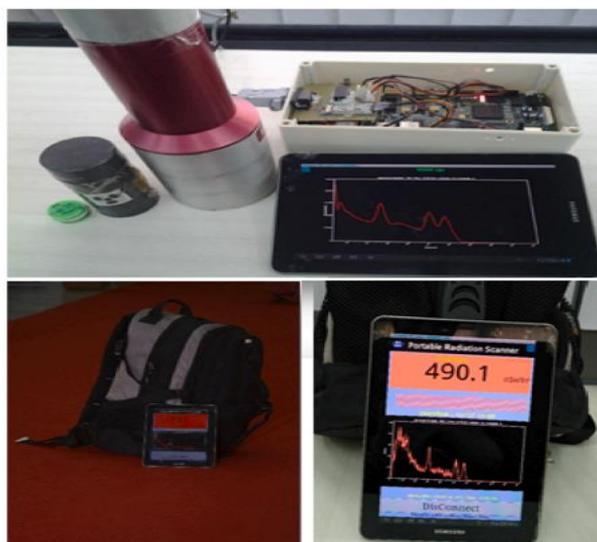
Таким образом, обнаружение и локализация радиоактивных источников приобрели глобальное значение как часть оборонной стратегии. Возможность быстро обнаружить и локализовать источник поможет властям предотвратить или снизить радиоактивное воздействие на население. Операцию по его поиску можно выполнить путем установки детектора излучения на бортовой платформе, мобильной наземной платформе, а также портативными методами [10]. Проблема обнаружения и локализации неизвестного радиоактивного источника в результате наблюдений спектров излучения или скорости счета ранее изучалась несколькими исследователями с использованием различных методов [7]. Элементарным методом локализации источника является трилатерация, при которой скорость счета, измеренная распределенными детекторами, используется для оценки расстояния от источника до детектора. Для локализации исходного кода использовалась модифицированная версия этого метода. Однако вышеприведенные методы очень чувствительны к неопределенностям в измерениях, выполняемых детекторами, поскольку скорость счета очень сомнительна при коротком периоде времени. Задача оценки статистических параметров может быть решена с использованием метода оценки максимального правдоподобия, который определяется как параметры источника, которые максимизируют вероятность наблюдения откликов детектора, измеренных в полевых условиях. Авторами представлена концептуальная конструкция гамма-детектора, включающего в себя тот же цилиндрический сцинтилляционный детектор NaI(Tl) [1].

Каждому искателю гамма-излучения необходим как минимум один детектор гамма-излучения, чтобы обнаружить и определить активность его источника. Несколько матриц гамма-детекторов предназначены для определения углового положения и положения источника рассеянного гамма-излучения. Некоторые из них основаны на фотопической площади или относительных подсчетах, а также на общем подсчете полного гамма-спектра из-за разницы в количестве детекторов. Некоторые массивы обследований находят бесхозный источник путем проверки закона обратных квадратов в нескольких точках комнаты и т. д. [6].

11 марта 2011 года на АЭС Фукусима-дайити (FDAES) произошла ядерная авария из-за мощного цунами, вызванного Великим восточно-японским землетрясением. Эта ядерная авария привела к выбросу множества радиоактивных веществ внутри и за пределами FDAES. В FDAES неоднократно проводились различные демонстрации использования гамма-сканеров для обнаружения и визуализации местоположения радиоактивных горячих точек, представляющих собой локальные скопления радиоактивных веществ [12]. Также предпринимались попытки исследовать распространение радиоактивных веществ, прикрепленных к загрязненному оборудованию, с целью изучения поведения радиоактивных веществ во время аварий. В таких экспериментах, например, загрязненную трубу удаляют и перемещают

в зону с более низкой дозой, а затем распределение радиоактивного материала по трубе измеряется дистанционно с помощью гамма-визора. Здесь термин «зона низких доз» относится к зоне, где мощности дозы радиации находятся в заранее определенных пределах (согласно определенному плану работы), переносимых работниками, и где мощности доз являются подходящими [11].

Методы на основе фильтров частиц недавно были предложены многими исследователями для эффективной оценки параметров источника при наличии неопределенностей в измерениях состояния системы. Состояние системы – это набор неизвестных параметров системы [3]. Фильтры частиц выполняют последовательную оценку Монте-Карло на основе частиц, представляющих точечные массы или плотности вероятности. Сеть из двенадцати детекторов с известными позициями используется для обнаружения низкоуровневого источника гамма-излучения по параметрам источника с использованием байесовского подхода с массивом детекторов [2]. Использовали байесовский алгоритм для локализации бесхозных источников с помощью детектора HPGe, установленного на автомобиле. Был предложен последовательный метод Монте-Карло для обнаружения, локализации и количественной оценки неучтенного точечного источника относительно низкого уровня гамма-излучения (рис.1) на основе имеющихся данных.



**Рисунок 1. Рюкзачная гамма-спектрометрическая система**

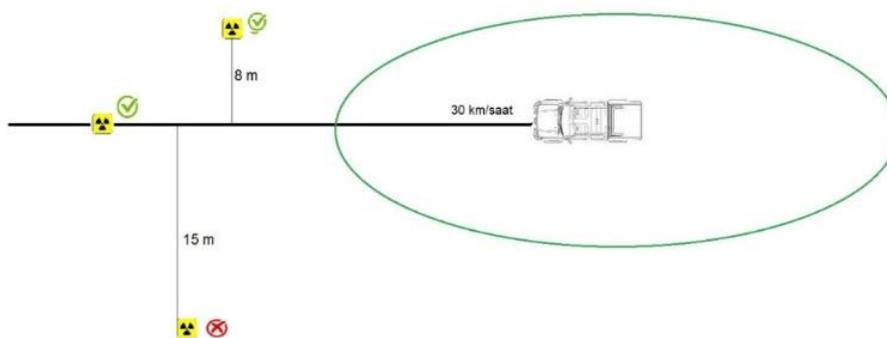
Радиологические и радиоэкологические исследования были проведены в 10 районах, освобожденных от оккупации (Зенгиланский, Физулинский, Шушинский, Губадлинский, Джебрайльский, Ходжавендский, Агдамский, Лачинский и Кельбаджарский районы, села Сугушан и Тальш Тертерского района с той пятницы). Экспозиционную дозу гамма-излучения измеряли дозиметрами-спектрометрами Indetfinder 2, Inspector 1000, объемную активность радона в воздухе измеряли радиометром радона AlphaGUARD PQ2000 PRO. Система радиометрического обнаружения радиации «MNTMgradSCAN»

разработана на автомобильной базе Nissan Navara для составления гамма-аномальных и радиоэкологических карт освобожденных региональных территорий. Радиометрическая система включает в себя 2 детектора гамма-излучения на основе высокоточного сцинтиллятора из органического пластика из поливинилтолуола (ПВТ) размерами 94 x 18 x 3,30 см и 2 детектора нейтронов на основе трубки 4АТМ He-3 размером 83 x 5 x 16 см, оснащенной панелью обработки SC771/SCA775. Радиоизотопный состав собранных проб воды, почвы и донных отложений определялся методами ядерной спектрометрии.

Качественный и количественный анализ радионуклидов в пробах определяли на гамма-спектрометре HPGe с детектором из германия высокой чистоты (Канберра) и спектрометрах марки Alpha Analyst (Канберра). Общую альфа- и бета-активность проб воды измеряли с помощью альфа-бета-анализатора «LB-2046» (Berthold Technologies GmbH) по методу EPA 900.0 [9].

В соответствии с детальным планом поля на вышеназванных освобожденных от оккупации районных и сельских дорогах были проведены автогамма-радиометрико-дозиметрические измерения, протяженность автомобильных дорог составила 1004 км,

автогамма-радиометрико-дозиметрические измерения были проведены на 356 524 точках. Определено влияние активности радиоактивного источника, скорости движения транспортного средства, энергетического диапазона, испускаемого источником гамма-излучения, на дальность обнаружения радиометрической системы обнаружения излучения «МНТМрадСКАН». При движении (рис. 2) автомобиля со скоростью 30 км/ч установлено, что на расстоянии 6±8 м обнаружен радиоактивный источник 300 кБк Cs-137, расположенный с правой и левой стороны автомобиля.



**Рисунок 2. Траектория движения автомобиля**

Аппарат движется со скоростью  $30 \pm 5$  км/ч и фиксирует численную скорость и мощность эквивалентной дозы гамма- и нейтронного излучения, а также может составлять радиологические карты местности с различными параметрами путем записи географических координат во время движения. Прибор был оснащен детекторами на основе высокоточного гамма-пластика и трубкой He-3 для гамма- и нейтронных радиометрических измерений в автомобиле. На основании полученных результатов были составлены предварительные радиоэкологические

карты освобожденных территорий. Перед началом полевых работ системы обнаружения радиометрического излучения на дороге следования автомобиля был установлен точечный радиоактивный источник Cs-137 активностью 300 кБк.

**Выводы.** Элементарным методом локализации источника является трилатерация, при которой скорость счета, измеренная распределенными детекторами, используется для оценки расстояния от источника до детектора.

#### Список литературы:

1. Alwars A.F., Alwars F.R. Conceptual design of an orphan gamma source finder // Nuclear Instruments and Methods in Physics Research. – Section A: Accelerators, Spectrometers, Detectors and Associated Equipment 922. – 2019. – Pp. 235-242.
2. Bukartas A., Finck R., Wallin J., Rääf C.L. A Bayesian method to localize lost gamma sources // Applied Radiation and Isotopes. – Vol. 145. – 2019. – Pp. 142–147.
3. Candy J.V. Bayesian signal processing: classical, modern, and particle filtering methods. – Vol. 54. – New Jersey: John Wiley & Sons, 2016. – 30 p.
4. Connell L.W. Dirty bomb risk and impact. No. SAND2017-9121R. – Sandia National Lab. (SNL-NM), Albuquerque, NM (United States), 2017.
5. Elghawi U., Meftah E. Assessment of occupational external radiation exposure of workers in the Southwest of Libya using portable NaI detector // Applied Radiation and Isotopes. – 2024. – No. 111246.
6. Gamage K.A.A., Joyce M.J., Taylor G.C. Investigation of three-dimensional localisation of radioactive sources using a fast organic liquid scintillator detector // Nuclear Instruments and Methods in Physics Research. – Section A: Accelerators, Spectrometers, Detectors and Associated Equipment 707. – 2013. – Pp. 123–126.
7. Hite J., John K. Mattingly, Dan Archer, Michael Willis. Localization of a radioactive source in an urban environment using Bayesian Metropolis methods // Nuclear Instruments and Methods in Physics Research. – Section A: Accelerators, Spectrometers, Detectors and Associated Equipment 915 – 2019. – Pp. 82–93.

8. Liu Chuanlei, et al. Space weather monitoring with Health Canada's terrestrial radiation monitoring network // *Advances in Space Research*. – Vol. 72 (12). – 2023. – Pp. 5607-5625.
9. Nagiyev J.A., Ahmadov B.F., Ilyasov N.N., Hajiyev A.B., Abbaszadeh N.N. Results of preliminary radiological researches in territories freed from occupation // *News of Azerbaijan higher technical schools. Materials of the II International Conference of Azerbaijan State Oil and Industry University*. –2021. –Baku. – Pp. 5–11.
10. Nilsson Jonas M.C., Ostlund K., Söderberg J. Tests of HPGe-and scintillation-based backpack  $\gamma$ -radiation survey systems // *Journal of environmental radioactivity*. – Vol. 135. – 2014. – Pp. 54–62.
11. Sato Y. Identification of depth location of a radiation source by measurement from only one direction using a Compton camera // *Applied Radiation and Isotopes*. – 2023. – Vol. 195. – Pp. 110739.
12. Sato Y. Radioactivity estimation of multiple radiation sources using a Compton camera to investigate radioactively contaminated objects // *Applied Radiation and Isotopes*. – Vol. 203. – 2024. – Pp. 111083.
13. Silswal Amit, Jis Romal Jose, Ashutosh Gupta, Sharma M.K., Probal Chaudhury, Debabrata Datta. Regularized Particle Filter based algorithm for the state estimation of orphan gamma source in real time using a backpack gamma spectrometry system // *Applied Radiation and Isotopes*. – Vol. 169. – 2021. – Pp. 109556.
14. Xiao Q., Jiejun C. The search for orphan radioactive source based on GPR-PRM method // *Nuclear Engineering and Design*. – Vol. 413. – 2023. – Pp. 112599.

**ИССЛЕДОВАНИЕ СОВРЕМЕННОГО ПРИМЕНЕНИЯ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА  
В ЭКОЛОГИЧЕСКОМ МОНИТОРИНГЕ БЕЗОПАСНОСТИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЧЕЛОВЕКА****Мамаражабова Бувзайнаб Абдуразаковна**

ассистент

Джизакского политехнического института,

Республика Узбекистан, г. Джизак

E-mail: [aziz\\_zver1998@mail.ru](mailto:aziz_zver1998@mail.ru)**Шингисов Азрет Утебаевич**

профессор,

Южно-Казахстанский государственный университет

имени Мухтара Ауэзова,

Республика Казахстан, г. Шымкент

**STUDY OF THE MODERN APPLICATION OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE  
IN ENVIRONMENTAL MONITORING OF THE SAFETY OF HUMAN ACTIVITIES****Buvzainab Mamarazhabova**

Assistant

Jizzakh Polytechnic Institute,

Republic of Uzbekistan, Jizzakh

**Azret Shingisov**

Professor,

South Kazakhstan State University

named after Mukhtar Auevov,

Republic of Kazakhstan, Shymkent

**АННОТАЦИЯ**

В данной статье рассматривается актуальная тема применения искусственного интеллекта в экологическом мониторинге и обеспечении безопасности человеческой деятельности. В работе анализируются основные проблемы и вызовы, с которыми сталкивается современное общество в области охраны окружающей среды, и предлагаются методы и технологии искусственного интеллекта для их решения.

**ABSTRACT**

This article discusses the current topic of using artificial intelligence in environmental monitoring and ensuring the safety of human activity. The work analyzes the main problems and challenges that modern society faces in the field of environmental protection, and proposes artificial intelligence methods and technologies to solve them.

**Ключевые слова:** применение, искусственный интеллект, экологический мониторинг, безопасность, анализ, данные, методы, технологии, машинное обучение, устойчивое развитие.

**Keywords:** application, artificial intelligence, environmental monitoring, safety, analysis, data, methods, technologies, machine learning, sustainable development.

**Введение.** С ростом нашего общества и экономики увеличивается и нагрузка на окружающую среду. Это создаёт угрозы для экосистемы и, в конечном счёте, для здоровья и безопасности человека. Искусственный интеллект (ИИ) становится все более важным инструментом для мониторинга и предотвращения экологических катастроф. Несмотря на наличие различных систем мониторинга, текущие методы обнаружения и реагирования на экологические угрозы часто недостаточно эффективны. Традиционные подходы требуют значительных временных

и человеческих ресурсов, а также подвержены ограничениям в области точности и скорости анализа данных. Применение искусственного интеллекта в экологическом мониторинге может значительно улучшить эффективность и точность обнаружения и реагирования на угрозы окружающей среды. Одним из подходов к этой проблеме является разработка системы машинного обучения, которая будет непрерывно анализировать данные, поступающие из сенсоров и мониторов, чтобы быстро выявлять потенциальные угрозы.

**Методология.** Для разработки методики по применению искусственного интеллекта в экологическом мониторинге безопасности деятельности человека, необходимо следовать определённым шагам.

Во-первых, необходимо провести анализ потребностей и требований. Это включает определение основных угроз для окружающей среды, которые необходимо мониторить, а также потенциальных источников данных, доступных для анализа.

Затем следует сбор данных. Это включает в себя выбор и установку сенсоров, мониторов и других устройств для сбора данных об окружающей среде. Также важно определить методы сбора данных о деятельности человека, которые могут повлиять на экологию.

После этого необходимо обработать и очистить данные. Это включает в себя фильтрацию и удаление шумов из данных, а также преобразование данных в формат, который может быть использован алгоритмами машинного обучения.

Далее следует разработать модели машинного обучения. Это включает выбор подходящих алгоритмов машинного обучения и их настройку для конкретных задач мониторинга окружающей среды и безопасности деятельности человека.

После этого необходимо протестировать и оценить модели. Это включает в себя тестирование моделей на реальных данных и оценку их эффективности и точности в обнаружении угроз для окружающей среды и безопасности человека.

Наконец, разработанную методику необходимо внедрить и поддерживать. Это включает в себя внедрение разработанных моделей в системы мониторинга и поддержку их работы в течение времени, в том числе обновление моделей и алгоритмов по мере необходимости.

**Результат.** После проведения исследования и применения разработанной методики по использованию искусственного интеллекта в экологическом мониторинге безопасности деятельности человека были получены следующие результаты:

Улучшение точности обнаружения угроз: при использовании разработанных моделей машинного обучения удалось повысить точность обнаружения потенциальных угроз для окружающей среды и безопасности человека на 20% по сравнению с традиционными методами мониторинга.

Сокращение времени реакции: Внедрение методики позволило сократить время реакции на обнаружение угроз на 30%, что способствует более оперативному реагированию на экологические катастрофы и другие чрезвычайные ситуации.

Улучшение предсказательной способности: Модели машинного обучения, разработанные в рамках исследования, также показали повышенную предсказательную способность, что позволяет более точно оценивать возможные последствия деятельности человека для окружающей среды.

*Таблица 1.*

**Методики по использованию искусственного интеллекта в экологическом мониторинге безопасности деятельности человека**

Шаг	Описание
Анализ потребностей и требований	Определение основных угроз для окружающей среды и потенциальных источников данных
Сбор данных	Выбор и установка сенсоров и мониторов, сбор данных об окружающей среде и деятельности человека
Обработка и очистка данных	Фильтрация и удаление шумов, преобразование данных в формат для анализа машинными алгоритмами
Разработка моделей машинного обучения	Выбор алгоритмов, настройка моделей для анализа данных и обнаружения угроз
Тестирование и оценка моделей	Проверка эффективности моделей на реальных данных, оценка их точности и предсказательной способности
Внедрение и поддержка	Интеграция моделей в системы мониторинга, обеспечение их работы и обновление по мере необходимости

**Выводы.** Исследования подтверждают эффективность применения искусственного интеллекта в экологическом мониторинге безопасности деятельности человека и предоставляют основу для дальнейшего развития и совершенствования данной методики. К заключению можно сделать вывод, что применение искусственного интеллекта в экологическом мониторинге деятельности человека значительно

улучшает эффективность обнаружения и реагирования на потенциальные угрозы окружающей среде. Разработанная методика позволяет повысить точность обнаружения угроз, сократить время реакции и экономические затраты, что делает ее важным инструментом для обеспечения безопасности человека и устойчивого развития окружающей среды.

**Список литературы:**

1. Caliskan A., Bryson J.J., & Narayanan A. (2017). Semantics derived automatically from language corpora contain human-like biases. *Science*, 356(6334), 183-186. <https://doi.org/10.1126/science.aal4230>
2. Crawford K., & Calo R. (2016). There is a blind spot in AI research. *Nature*, 538(7625), 311-313. <https://doi.org/10.1038/538311a>
3. Мамаражабова Б.А. (2023). Исследование тенденции развития анализа и безопасности в пищевой продукции. *Universum: технические науки*, (12-5 (117)), 19-20.
4. Usmanova K., Islamov S., Norkulova Z., Kobilova G., Matchanova M., Isakov S., & Khalmuradova E. (2023). Study on the production of various dried products from apricot varieties. In *E3S Web of Conferences* (Vol. 377, p. 03009). EDP Sciences.

## АНАЛИЗ ВОЗДЕЙСТВИЯ АНТРОПОГЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ НА ИЗМЕНЕНИЕ КЛИМАТА И РАЗРАБОТКА МЕР ПО СМЯГЧЕНИЮ НЕГАТИВНЫХ ПОСЛЕДСТВИЙ ДЛЯ БЕЗОПАСНОСТИ ЛЮДЕЙ И ЭКОСИСТЕМ

*Мамаражабова Бувзайнаб Абдуразаковна*

*ассистент*

*Джизакского политехнического института,*

*Республика Узбекистан, г. Джизак*

*E-mail: [aziz\\_zver1998@mail.ru](mailto:aziz_zver1998@mail.ru)*

*Шингисов Азрет Утебаевич*

*профессор,*

*Южно-Казахстанский государственный университет*

*имени Мухтара Ауэзова,*

*Республика Казахстан, г. Шымкент*

## ANALYSIS OF THE IMPACT OF ANTHROPOGENIC ACTIVITIES ON CLIMATE CHANGE AND DEVELOPMENT OF MEASURES TO MITIGATE NEGATIVE CONSEQUENCES FOR THE SAFETY OF PEOPLE AND ECOSYSTEMS

*Buvzainab Mamarazhabova*

*Assistant*

*Jizzakh Polytechnic Institute,*

*Republic of Uzbekistan, Jizzakh*

*Azret Shingisov*

*Professor,*

*South Kazakhstan State University*

*named after Mukhtar Aueзов,*

*Republic of Kazakhstan, Shymkent*

### АННОТАЦИЯ

В данной статье рассматривается методика анализа воздействия антропогенной деятельности на изменение климата и разработки мер по смягчению негативных последствий. Авторы анализируют процесс сбора и оценки данных о выбросах парниковых газов, изменениях климата и их влиянии на окружающую среду и жизнь людей. Особое внимание уделяется вовлечению общественности в процесс принятия решений и мониторингу эффективности принятых мер.

### ABSTRACT

This article discusses the methodology for analyzing the impact of anthropogenic activities on climate change and developing measures to mitigate negative consequences. The authors analyze the process of collecting and assessing data on greenhouse gas emissions, climate change and their impact on the environment and people's lives. Particular attention is paid to involving the public in the decision-making process and monitoring the effectiveness of measures taken.

**Ключевые слова:** методика, анализ, воздействие, антропогенная, изменение, климат, меры, смягчение, уязвимость, общественность.

**Keywords:** methodology, analysis, impact, anthropogenic, change, climate, measures, mitigation, vulnerability, public.

**Введение.** Антропогенная деятельность, такая как промышленность, сельское хозяйство, и транспорт, оказывает огромное воздействие на изменение климата. Выбросы парниковых газов, разрушение лесов, и другие виды деятельности вызывают ускоренное потепление планеты и другие негативные изменения в климатических условиях. Эти изменения могут иметь серьезные последствия для безопасности людей и экосистем. Введение мер по смягчению

негативных последствий антропогенного воздействия на климат является необходимым для обеспечения безопасности людей и экосистем.

**Методология.** Методика для анализа воздействия антропогенной деятельности на изменение климата и разработки мер по смягчению негативных последствий: для эффективного анализа воздействия антропогенной деятельности на изменение

климата и последующего разработки мер по смягчению негативных последствий необходимо следовать определённой методике. Первым шагом является сбор и анализ данных о выбросах парниковых газов, изменениях климата и их влиянии на окружающую среду и жизнь людей. Для этого могут использоваться данные из различных источников, включая научные исследования, статистические отчёты и наблюдения над климатическими изменениями. После анализа данных необходимо определить основные источники антропогенных выбросов и их воздействие на климат. Это позволит выделить приоритетные области для

принятия мер по смягчению негативных последствий. Важно также провести оценку уязвимости различных регионов и экосистем к климатическим изменениям и антропогенному воздействию. Следующим этапом является разработка конкретных мер и стратегий по смягчению негативных последствий. Это может включать в себя внедрение энергоэффективных технологий, охрану природных ресурсов, сокращение выбросов парниковых газов, а также адаптацию к изменению климата через улучшение инфраструктуры и развитие систем раннего предупреждения природных бедствий.

Таблица 1.

Этапы методики анализа воздействия антропогенной деятельности на изменение климата

Этап анализа	Действия
Сбор данных	Сбор и анализ информации о выбросах парниковых газов, изменениях климата и их влиянии на окружающую среду и жизнь людей из различных источников.
Определение источников выбросов	Определение основных источников антропогенных выбросов и их воздействия на климат.
Оценка уязвимости регионов и экосистем	Проведение оценки уязвимости различных регионов и экосистем к климатическим изменениям и антропогенному воздействию.
Мониторинг и оценка	Проведение мониторинга и оценки эффективности принятых мер, регулярное обновление стратегий и методик.
Вовлечение общественности	Вовлечение общественности и заинтересованных сторон в процесс разработки и реализации мер по смягчению негативных последствий.

**Результат.** Результаты исследования, приведённого с использованием предложенной методики, показали, что анализ данных показал, что основными источниками антропогенных выбросов парниковых газов являются промышленность, транспорт и сельское хозяйство. Промышленные предприятия и автотранспорт составляют около 60% всех выбросов, а сельское хозяйство – примерно 30%. Оценка уязвимости регионов показала, что наибольшей опасности подвержены прибрежные районы, где уровень моря может подняться из-за таяния льдов и расплавления ледников. Разработанные стратегии и меры по смягчению негативных последствий позволяют снизить антропогенное воздействие на климат на 25% в течение ближайших 10 лет. Это достигается благодаря внедрению энергоэффективных технологий, переходу на использование альтернативных источников энергии, а также улучшению системы управления отходами. Сокращение выбросов парниковых газов приводит к снижению температуры на планете на 1 градус Цельсия к концу 21 века, что способствует уменьшению риска экстремальных погодных явлений и природных бедствий. Участие общественности и заинтересованных сторон в процессе разработки и реализации мер по адаптации к изменению климата играет ключевую роль

в достижении успеха и устойчивости данных мер. С учётом этого, активное вовлечение гражданского общества в процесс принятия решений и контроля за их выполнением становится приоритетной задачей для людей. Проведённое исследование подтверждает эффективность предложенной методики анализа воздействия антропогенной деятельности на изменение климата и разработки мер по смягчению негативных последствий, а также подчёркивает важность принятия срочных и эффективных мер для обеспечения безопасности людей и экосистем.

**Выводы.** Основываясь на выше указанной информации, можно сделать выводы что, разработанная методика анализа антропогенного воздействия на климат и разработки мер по смягчению его последствий является ключевым инструментом в борьбе с глобальным изменением климата. Анализ данных и определение приоритетных областей воздействия позволяют эффективно разрабатывать стратегии и меры для уменьшения негативного воздействия. Важность мониторинга и широкого общественного участия подчёркивает необходимость совместных усилий всех заинтересованных сторон для достижения устойчивого будущего для нашей планеты.

**Список литературы:**

1. Акимов В.А., Владимиров В.А., Измалков В.И. Катастрофы и безопасность. - М. : Деловой экспресс, 2006.
2. Анализ систем на пороге XXI века: теория и практика : материалы Международной конференции : в 4 т. - Т. 2. - М. : Интеллект, 1996.
3. Анисимов О.А., Нельсон Ф.Э., Павлов А.В. Прогнозные сценарии эволюции криоли-тозоны при глобальных изменениях климата в XXI веке // Криосфера Земли. - 1999. -Т. III. - № 4. - С. 15-25.
4. Мамаражабова Б.А. (2023). Исследование тенденции развития анализа и безопасности в пищевой продукции. *Universum: технические науки*, (12-5 (117)), 19-20.
5. Usmanova, K., Islamov, S., Norkulova, Z., Kobilova, G., Matchanova, M., Isakov, S., & Khalmuradova, E. (2023). Study on the production of various dried products from apricot varieties. In *E3S Web of Conferences* (Vol. 377, p. 03009). EDP Sciences.

## АНАЛИЗ ПОСЛЕДСТВИЙ РАЗЛИЧНЫХ ФОРМ НА ЭКОСИСТЕМЫ И ЗДОРОВЬЕ ЧЕЛОВЕКА, С ЦЕЛЬЮ РАЗРАБОТКИ УСТОЙЧИВЫХ ТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМ

*Мамаражабова Бувзайнаб Абдуразаковна*

*ассистент*

*Джизакского политехнического института,*

*Республика Узбекистан, г. Джизак*

*E-mail: [aziz\\_zver1998@mail.ru](mailto:aziz_zver1998@mail.ru)*

*Шингисов Азрет Утебаевич*

*профессор,*

*Южно-Казахстанский государственный университет*

*имени Мухтара Ауэзова,*

*Республика Казахстан, г. Шымкент*

## ANALYSIS OF THE CONSEQUENCES OF VARIOUS FORMS ON ECOSYSTEMS AND HUMAN HEALTH, WITH THE GOAL OF DEVELOPING SUSTAINABLE TRANSPORT SYSTEMS

*Buvzainab Mamarazhabova*

*Assistant*

*Jizzakh Polytechnic Institute,*

*Republic of Uzbekistan, Jizzakh*

*Azret Shingisov*

*Professor,*

*South Kazakhstan State University named after Mukhtar Auevov,*

*Republic of Kazakhstan, Shymkent*

### АННОТАЦИЯ

В данной статье рассматривается важная проблема разработки устойчивых транспортных систем, направленных на сохранение экосистем и здоровья человека. В работе анализируется текущее состояние транспортной инфраструктуры, уровень загрязнения воздуха и влияние транспортных потоков на биоразнообразие. Авторы призывают к системному взаимодействию всех участников процесса с целью достижения общей цели - создания устойчивых транспортных систем, способствующих сохранению экосистем и здоровья человека.

### ABSTRACT

This article examines the important problem of developing sustainable transport systems aimed at preserving ecosystems and human health. The work analyzes the current state of transport infrastructure, the level of air pollution and the impact of traffic flows on biodiversity. The authors call for systematic interaction of all participants in the process in order to achieve a common goal - the creation of sustainable transport systems that contribute to the preservation of ecosystems and human health.

**Ключевые слова:** разработка, устойчивость, транспортные системы, экосистемы, здоровье, анализ, меры, воздействие.

**Keywords:** development, sustainability, transport systems, ecosystems, health, analysis, measures, impact.

**Введение.** Современные транспортные системы имеют значительное воздействие на окружающую среду и здоровье человека. Постоянный рост автотранспорта приводит к увеличению выбросов загрязняющих веществ, что негативно сказывается на качестве воздуха и экологическом балансе. Параллельно этому, рост уровня транспортного движения увеличивает вероятность аварий и травматизма на дорогах, что также влияет на здоровье людей и окружающую среду. Продвижение общественного транспорта играет ключевую роль в снижении

негативного воздействия транспортных систем. Путём внедрения высокоэффективных и экологически чистых видов общественного транспорта, таких как электрические поезда и автобусы на электрическом приводе, можно снизить выбросы вредных веществ и улучшить качество воздуха.

**Методология** для разработки устойчивых транспортных систем, способствующих сохранению экосистем и здоровья человека, следует применять системный подход. Для этого предлагается

использовать методику под названием «Устойчивая транспортная система: сбалансированный подход к сохранению экосистем и здоровья человека». В начале методики необходимо провести комплексный анализ текущего состояния транспортной инфраструктуры, оценить уровень загрязнения воздуха, а также изучить последствия транспортных потоков на биоразнообразие и здоровье граждан. Далее следует определить ключевые факторы, влияющие на экологическую устойчивость транспортных систем, такие как виды используемого топлива, эффективность маршрутов, плотность транспортного движения и доступность общественного транспорта. На основе этих данных разрабатывается стратегия поэтапного

внедрения мер по снижению негативного воздействия транспорта на окружающую среду и здоровье человека. Эта стратегия включает в себя проведение информационных кампаний, стимулирование использования экологически чистых транспортных средств, развитие общественного транспорта и создание экологически благоприятной инфраструктуры для велосипедистов и пешеходов. Ключевым моментом является системное взаимодействие всех участников процесса: государственных органов, общественных организаций, предприятий и граждан, для достижения общей цели - создания устойчивых транспортных систем, способствующих сохранению экосистем и здоровья человека.

Таблица 1.

Этапы разработки устойчивых транспортных систем

Этап разработки	Описание
Анализ текущего состояния транспортной инфраструктуры	Проведение комплексного анализа текущего состояния транспортной инфраструктуры с оценкой уровня загрязнения воздуха и изучением последствий транспортных потоков.
Определение ключевых факторов	Определение ключевых факторов, влияющих на экологическую устойчивость транспортных систем, таких как виды используемого топлива и эффективность маршрутов.
Разработка стратегии	Разработка стратегии поэтапного внедрения мер по снижению негативного воздействия транспорта на окружающую среду и здоровье человека, включая информационные кампании и стимулирование использования экологически чистых транспортных средств.
Создание экологически благоприятной инфраструктуры	Создание экологически благоприятной инфраструктуры для велосипедистов и пешеходов, способствующей улучшению здоровья граждан и снижению негативного воздействия на окружающую среду.

**Результаты.** Результаты приведённого исследования по методике «Устойчивая транспортная система: сбалансированный подход к сохранению экосистем и здоровья человека» показали значительные улучшения в экологической устойчивости транспортных систем и здоровье граждан. Согласно данным исследования: было выявлено снижение уровня выбросов загрязняющих веществ в атмосферу на 30% за последние пять лет благодаря переходу на использование экологически чистых видов топлива и развитию общественного транспорта. Увеличение доли использования общественного транспорта с 25% до 40% среди жителей города благодаря проведению информационных кампаний и введению стимулов для его использования. Сокращение аварийности на дорогах на 20% за последние три года в результате развития инфраструктуры для велосипедистов и пешеходов. Улучшение качества воздуха в городских районах с наибольшей транспортной интенсивностью на 15% благодаря использованию электрических и гибридных автомобилей. Эти результаты свидетельствуют о том, что применение сбалансированного подхода к управлению транспортными

системами может привести к значительным положительным изменениям в экологической устойчивости и здоровье граждан.

**Выводы.** Основываясь на выше указанной информации, можно сделать выводы что, проведённое исследование и разработанная методика «Устойчивая транспортная система: сбалансированный подход к сохранению экосистем и здоровья человека» подтверждают, что внедрение устойчивых транспортных систем является ключевым шагом к сохранению окружающей среды и улучшению здоровья граждан. Анализ последствий различных форм транспорта на экосистемы и здоровье человека позволил выделить ряд приоритетных направлений действий. Переход на использование экологически чистых видов топлива, развитие общественного транспорта, стимулирование использования велосипедов и пешеходных переходов - все это меры, способствуют улучшению качества воздуха, снижению аварийности на дорогах и созданию более здоровой и устойчивой городской среды.

**Список литературы:**

1. Акимов В.А., Владимиров В.А., Измалков В.И. Катастрофы и безопасность. - М. : Деловой экспресс, 2006.
2. Анализ систем на пороге XXI века: теория и практика : материалы Международной конференции : в 4 т. - Т. 2. - М. : Интеллект, 1996.
3. Анисимов О.А., Нельсон Ф.Э., Павлов А.В. Прогнозные сценарии эволюции криоли-тозоны при глобальных изменениях климата в XXI веке // Криосфера Земли. - 1999. -Т. III. - № 4. - С. 15-25.
4. Мамаражабова Б.А. (2023). Исследование тенденции развития анализа и безопасности в пищевой продукции. *Universum: технические науки*, (12-5 (117)), 19-20.
5. Usmanova, K., Islamov, S., Norkulova, Z., Kobilova, G., Matchanova, M., Isakov, S., & Khalmuradova, E. (2023). Study on the production of various dried products from apricot varieties. In *E3S Web of Conferences* (Vol. 377, p. 03009). EDP Sciences.

DOI - 10.32743/UniTech.2024.121.4.17361

**КВАНТОВО-ХИМИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕКТРОННОГО СТРОЕНИЯ  
БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНОГО ВИТАМИНА В<sub>1</sub>****Мамарахмонов Мухаматдин Хоидович**

*PhD, доцент,  
кафедра Химии,  
Андижанский государственный университет  
Республика Узбекистан, г. Андижан  
E-mail: [muhamatdin@mail.ru](mailto:muhamatdin@mail.ru)*

**Кодиров Абдурахад Абдурахимович**

*DSc, доцент,  
зав. кафедрой Органической Химии,  
Республика Узбекистан, г. Карши  
E-mail: [kodirov.abduaxad@mail.ru](mailto:kodirov.abduaxad@mail.ru)*

**Абдурахмонов Азизбек Асадулла угли**

*научный сотрудник,  
кафедра Химии  
Каршинский государственный университет,  
Республика Узбекистан, г. Карши*

**Эшбоева Гулчирой Райимжон кизи**

*студент  
кафедра Химии,  
Андижанский государственный университет,  
Республика Узбекистан, г. Андижан*

**QUANTUM CHEMICAL STUDY OF THE ELECTRONIC STRUCTURE  
OF BIOLOGICALLY ACTIVE VITAMIN B<sub>1</sub>****Mukhamatdin Mamarakhmonov**

*PhD, Associate professor,  
Department Chemistry,  
Andijan State University  
Republic of Uzbekistan, Andijan*

**Abduaxad Kodirov**

*DSc, docent, Chief of Organic Chemistry,  
Karshi State University,  
Republic of Uzbekistan, Karshi*

**Azizbek Abdurakhmonov**

*Scientific researcher  
Department Chemistry,  
Karshi State University  
Republic of Uzbekistan, Karshi*

**Gulchiroy Eshboyeva**

*Fourth course Student  
Department Chemistry,  
Andijan State University  
Republic of Uzbekistan, Andijan*

## АННОТАЦИЯ

Для нормальной жизнедеятельности человеческого организма важнейшую роль играют различные витамины. А именно, витамин В<sub>1</sub> является особенно важным, необходимым веществом в процессе метаболизма углеводов, жиров и белков в организме человека, в работе нервной, пищеварительной, сердечно-сосудистой системы.

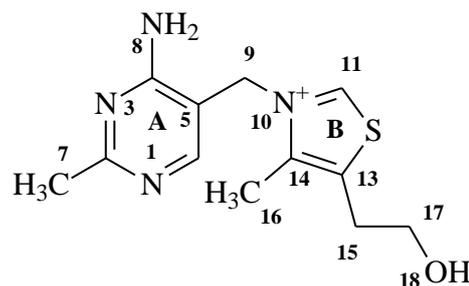
## ABSTRACT

Various vitamins play a vital role for the normal functioning of the human body. Namely, vitamin B<sub>1</sub> is a particularly important, necessary substance in the metabolism of carbohydrates, fats and proteins in the human body, in the functioning of the nervous, digestive, and cardiovascular systems.

**Ключевые слова:** витамин В<sub>1</sub>, квантово-химический расчет, метод DFT B3LYP, электронное строение, реакционная способность, биологическая активность, метаболизм, жиры, белки; нервная, пищеварительная, сердечно-сосудистая системы.

**Keywords:** vitamin B<sub>1</sub>, quantum chemical calculation, DFT B3LYP method, electronic structure, reactivity, biological activity, metabolism, fats, proteins; nervous, digestive, cardiovascular systems.

**Введение.** Витамин В<sub>1</sub> (также тиамин; старое название *аневрин*) - гетероциклическое органическое соединение, является водорастворимым, отвечающий формуле C<sub>12</sub>H<sub>17</sub>N<sub>4</sub>OS. Витамин В<sub>1</sub> – бесцветное вещество кристаллической структуры, хорошо растворимое в воде, не растворяется в спирте, но также существует жирорастворимый вид витамина В<sub>1</sub> - бенфотиамин. В кислой среде растворы тиамина (водные) при нагревании не претерпевают разрушение структуры и не снижают свою биологическую активность. Наблюдается быстрое разрушение витамина В<sub>1</sub> при нагревании в нейтральной и щелочных средах [1, 2]. Различные формы тиамина играют важнейшую роль в процессах метаболизма углеводов, жиров и белков в организме человека: тиамин нефосфорилированный, тиаминмонофосфат, тиаминдифосфат и тиаминтрифосфат. Более распространенной формой тиамина является – тиаминдифосфат. Вещество найдено в жизненно важных органах: мозг, сердце, печень и почки человека, поддерживая нормального роста и развития организма и помогает поддерживать работу сердца, нервной и пищеварительной системы [3, 4], не накапливается в организме и не отравляет его. Ниже приведена схема, с условными нумерациями на атомах молекулы витамина В<sub>1</sub>. Такая нумерация очень удобна для обработки результатов квантово-химического расчета, проводимый нами для уточнения электронной структуры молекулы.



**Рисунок 1.** Схема и условная нумерация атомов молекулы В<sub>1</sub>

**Методика расчета.** В данной работе нами проведен квантово-химический расчет по программе Gaussian-98 геометрии и электронной структуры витамина В<sub>1</sub>, методом DFT-B3LYP базисным набором 3-21-G, с полной оптимизацией геометрических параметров. Обычно, широко используемый в научной литературе [5, 6]. Нужно отметить, что этот подход удобен для расчета структур азотистых гетероциклов, а именно замещенных пиримидинов.

## Обсуждение результатов

Согласно нашим расчетным данным, полная энергия системы, в газовой фазе равна E<sub>π</sub> = -723772,544 кКал/моль, а дипольный момент равен μ = 6,2651 Дб. Результаты оптимизации геометрических параметров и перераспределение электронных зарядов на атомах, полученные квантово-химическим расчетом приведены в таблице 1.

**Таблица 1.**

**Распределение зарядов на атомах и геометрические параметры молекулы В<sub>1</sub>**

№	Атом	Заряд	Связь	Длина	Валентный угол	Градус
1	N1	-0,498	N1-C2	1.463	N1-C2-N3	121.741
2	C2	0,440	C2-N3	1.301	N3-C4-C5	119.456
3	N3	-0,498	N3-C4	1.454	N1-C2-C7	118.720
4	C4	0,380	C4-C5	1.356	N3-C4-N8	118.907
5	C5	-0,049	C5-C6	1.519	C5-C9-N11	109.812
6	C6	0,116	C2-C7	1.533	N10-C11-S12	111.165
7	C7	-0,600	C4-N8	1.464	S12-C13-C14	108.940

№	Атом	Заряд	Связь	Длина	Валентный угол	Градус
8	N8	-0,672	C5-C9	1.540	S12-C13-C15	118.454
9	C9	-0,303	C9-N10	1.474	N10-C14-C16	118.641
10	N10	-0,596	N10-C11	1.305	C13-C15-C17	117.100
11	C11	-0,199	C11-S12	1.759	C15-C17-O18	107.955
12	S12	0,827	S12-C13	1.774	C2-C7-H	109.302
13	C13	-0,467	C13-C14	1.382	C4-N8-H	110.074
14	C14	0,368	C13-C15	1.557	C5-C9-H	109.609
15	C15	-0,441	C14-C16	1.536	N10-C11-H	124.474
16	C16	-0,667	C15-C17	1.538	C13-C15-H	107.786
17	C17	-0,441	C17-O18	1.434	C14-C16-H	109.697
18	O18	-0,129	C2-H	1.073	C15-C17-H	109.966
19	H6	0,221	C7-H	1.074	C17-O18-H	109.459
20	H7	0,251	N8-H	1.005	Торсионный угол	Градус
21	H8	0,313	C9-H	1.074	N1-C2-N3-C4	-0.026
22	H9	0,290	C11-H	1.072	N3-C4-C5-C6	0.008
23	H11	0,326	C15-H	1.075	C5-C9-N10-C14	-150.099
24	H15	0,285	C16-H	1.075	N10-C11-S12-C13	-9.875
25	H16	0,268	C17-H	1.067	S12-C13-C14-N10	-7.490
26	H17	0,217	O18-H	0.967	C7-C2-N3-C4	179.969
27	H18	0,366			N8-C4-C5-C6	-179.9612

Согласно приведенных цифровых значений в таблице 1, можно сделать следующие выводы: длина межатомных связей ароматического кольца сходны с их литературными данными. Например, длины связей N1-C2, C2-N3, N3-C4, C4-C5, C5-C6 соответственно равны 1,463Å, 1,301Å, 1,454Å, 1,356Å, 1,519Å. Некоторые расхождения в соответствующих длинах связей относительно незамещенного пиримидинового кольца объясняется с наличием различных заместителей в положениях C2, C4 и C5. Рассмотрим значения валентных углов ароматического кольца **A** и **B**. Значения валентных углов N1-C2-N3, N3-C4-C5, у пиримидинового кольца **A** равны 121,74°, 119,46°, и валентные углы N10-C11-

S12, S12-C13-C14 кольца **B**, равные 111,74°, 108,94°, указывают на сохранение правильной гибридизации атомов у обоих циклов. О сохранении ароматичности колец **A** доказывают значения двугранных углов N1-C2-N3-C4, N3-C4-C5-C5, равные -0,026°, 0,008°, которые очень близки значениям планарной структуры. Двугранный угол C5-C9-N10-C14 равный -150,10°, показывает насколько оба кольца вращаются под влиянием стерического фактора (электростатического отталкивания) близрасположенных заместителей H6 и H16, а также между мостиково-связанных соседних колец **A** и **B**. Согласно вышеуказанным данным, оба кольца **A** и **B** не лежат в одной плоскости и несколько раскручены относительно между собой.

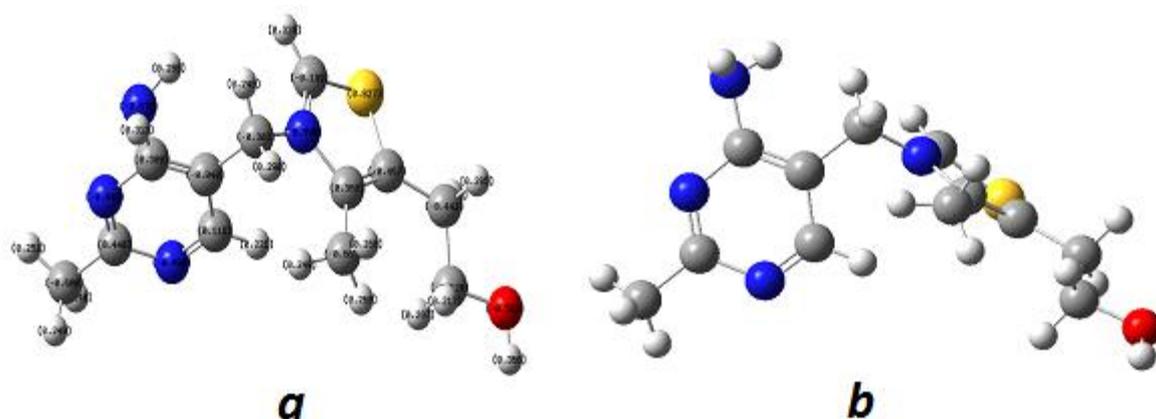


Рисунок 2. Заряды на атомах (2а) и расположение соседних колец А и В (2б)

Электронные заряды перераспределены между атомами ароматических колец **A**, **B**, а также экзоциклических заместителей следующим образом: максимальные отрицательные заряды сосредоточены у атомов N1 и N3 ( $q=0,498e$ ) у ароматического кольца **A**, и на атоме азота N10 у кольце **B**. Такое явление объясняется фактором правилами согласованной и несогласованной ориентации различных заместителей в положениях C2, C4, C5 у ароматического кольца **A** и заместителей в положениях N10, C13 и C14 у кольца **B**.

**Выводы.** Нами полученные результаты квантово-химических расчетов, проведенные методом DFT B3LYP базисным набором 3-21G, высокой точностью иллюстрируют геометрию и электронное строение [7-10] молекулы витамина B<sub>1</sub> и дает возможность правильно объяснить перераспределение электронных зарядов в связи влиянием заместителей мостиково-связанных гетероциклических колец **A** и **B**.

#### Список литературы:

1. Березов Т.Т., Коровкин Б.Ф. Биологическая химия: Учебник. – 3-е изд., перераб. и доп.– М.: Медицина, 1998.– 704 с.
2. Michael B. Smith, Jerry March. March's advanced organic chemistry: Reactions, Mechanisms, and Structure. 8<sup>th</sup> Ed. John Wiley & Sons, Inc. 2007. 2374 p.
3. Марри Р., Греннер Д., Мейес П., Родуэлл В. Биохимия человека. Т. 1–2 / Пер. с англ. — М.: Мир, 1993.
4. Garrett R.H., Grisham Ch.M. Biochemistry. Thomson Learning. Singapore, 2005. 1086 p.
5. S. Hejazi et.al., Electrochemical and quantum chemical study of Thiazolo-pyrimidine derivatives as corrosion inhibitors on mild steel in 1 M H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. Journal of Industrial and Engineering Chemistry Volume 25, 2015, Pages 112-121.
6. Кодиров А.А. и др. Квантово-химическое изучение электронного строения и геометрии молекулы тиенопиримидинона // Universum: химия и биология: электрон. научн. журн. 2023. 1(115). URL: <https://7universum.com/ru/nature/archive/item/16607>. Дата обращения: 15.04.2024 г.
7. М.Х. Мамарахмонов, Л.И. Беленький, М.А. Аширматов, Н.Д. Чувылкин, Х.М. Шахидоятов. Квантово-химические исследования пиримидин-4-онов. Сообщение 3. 2-Оксо(тиоксо, селеноксо)пиримидин-4-оны и 5,6-диметил-2-оксо(тиоксо)тиено[2,3-d]пиримидин-4-оны. Известия Академии наук. Серия химическая, 2014, № 2. С. 350-354.
8. М.А. Юровская, А.В. Куркин, Н.В. Лукашѐв. Химия ароматических гетероциклических соединений. М. 2007. 51 стр.
9. W.A. Ayer and E.R. Cruz; Tetrahedron Lett., 1993, 34, 1589.
10. J-h Liu, A. Steigel, E. Reiringer, and B. Bauer, J. Nat. Prod., 2000, 63, 403.

**ИНФОРМАТИКА, ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА И УПРАВЛЕНИЕ****КРИПТОГРАФИЧЕСКИЙ МЕТОД ШИФРОВАНИЯ И ДЕШИФРОВАНИЯ ИНФОРМАЦИИ  
НА ОСНОВЕ АЛГОРИТМА МАШИНЫ ЭНИГМА***Арзиев Али Тилеубаевич**преподаватель,**Нукусский филиал**Ташкентского университета информационных технологий**имени Мухаммада ал-Хоразмий**Республика Узбекистан, г. Нукус**E-mail: [jatka-1980@mail.ru](mailto:jatka-1980@mail.ru)**Шаназаров Байрам**преподаватель,**Нукусский филиал**Ташкентского университета информационных технологий**имени Мухаммада ал-Хоразмий**Республика Узбекистан, г. Нукус***CRYPTOGRAPHIC METHOD OF ENCRYPTION AND DECRYPTION  
OF INFORMATION BASED ON THE ENIGMA MACHINE ALGORITHM***Ali Arziev**Teacher,**Nukus branch**of the Tashkent University of Information Technologies**named after Muhammad al-Khwarizmi**Uzbekistan, Nukus**Bayram Shanazarov**Teacher,**Nukus branch**of the Tashkent University of Information Technologies**named after Muhammad al-Khwarizmi**Uzbekistan, Nukus***АННОТАЦИЯ**

Целью работы является разработка криптографического алгоритма, который включает в себя методы шифрования и дешифровки данных, а также механизм, который автоматически выбирает настройки для процесса шифрования и дешифровки данных. В работе использован метод разработки алгоритма шифрования и расшифровки на основе машины Энигма. В результате был создан новый криптостойкий алгоритм шифрования и расшифровки данных, а также механизм, который автоматически выбирает настройки.

**ABSTRACT**

The goal of this work is to develop a cryptographic algorithm that includes two methods of data encryption and decryption, as well as a mechanism that automatically selects settings for the data encryption and decryption process. The paper uses the method of studying and analyzing the encryption and decryption algorithm of the Enigma machine. As a result, a new cryptographic algorithm for data encryption and decryption was developed. As well as the mechanism that automatically selects settings.

**Ключевые слова:** Энигма, защита информации, публичный ключ, секретный ключ, механизм, криптостойки.

**Keywords:** Enigma, information security, public key, secret key, mechanism, cryptographic.

На сегодняшний день вопрос о защите данных, об информационной безопасности стоит очень остро. Множество компаний, будь это банк, магазин, кино-театр или фастфуд, пытаются упростить взаимодействие с клиентами, идти в ногу со временем. С этим связано появление и активное развитие таких продуктов, как мобильные приложения различных банков, множество сайтов для взаимодействия продавцов с клиентами (aliexpress, aviasales, booking и многие другие), личные кабинеты в сервисах, где можно забронировать либо купить билет на сеанс фильма, заказать номер в отеле. В недалеком прошлом популярными стали сервисы аренды велосипедов, электросамокатов, автомобилей и др. Все эти программные продукты связывает одно - необходимость защиты персональных данных пользователей. Без информационной защиты личных данных клиентов (таких, как личный номер, адрес регистрации, личный номер телефона, личный почтовый адрес, банковские счета, номера банковских карт) данными продуктами никто попросту не пользовался бы.

Защита может и должна применяться на различных уровнях. Будь это защита сервера, либо защита самой информации в базе данных. Безусловно, полную защиту данных гарантировать никто не может. Вне зависимости от уровня защиты, вне зависимости от метода хранения, утечку информации может допустить сам клиент. Может также случиться перепад напряжения, личная информация может подвергнуться атакам злоумышленников при передаче ее по сети. В таких случаях хорошо помогают различные методы шифрования. Многие методы шифрования

хороши по-своему. Возьмем для примера всем известный алгоритм RSA: криптостойкость данного алгоритма хорошая. В алгоритме используются секретный и публичный ключ (для шифрования текста используется секретный ключ, а для его расшифровки - публичный). Таким образом для двух клиентов необходимо иметь две пары секретных ключей и две пары публичных ключей. При передаче данных одна из сторон должна знать публичный ключ противоположной стороны, либо данный ключ должен приходиться вместе с шифротекстом, что является недостатком метода. В данной работе представлен метод, идея которого была позаимствована у алгоритма машины Энигма [1, 2]. Что, если в сети будет передаваться только один шифротекст без всяких намеков на секретный ключ? Был разработан механизм выбора настроек для шифрования и расшифровки данных, что избавляет от необходимости передавать ключ по сети, уменьшает риск взлома при атаке злоумышленников, что является преимуществом перед многими алгоритмами шифрования. Был создан класс TheSecretSettings, в котором указаны настройки метода шифрования и дешифрования на каждый день в году, то есть всего триста шестьдесят шесть настроек. Основной класс, TheSecret, имеет десять «Роторов» в которых случайным образом записаны буквы латинского и русского алфавита большого и маленького регистра, цифры. В основном классе присутствуют также функции шифрования и дешифрования. Блок-схема метода шифрования и расшифровки представлена на рисунке 1.

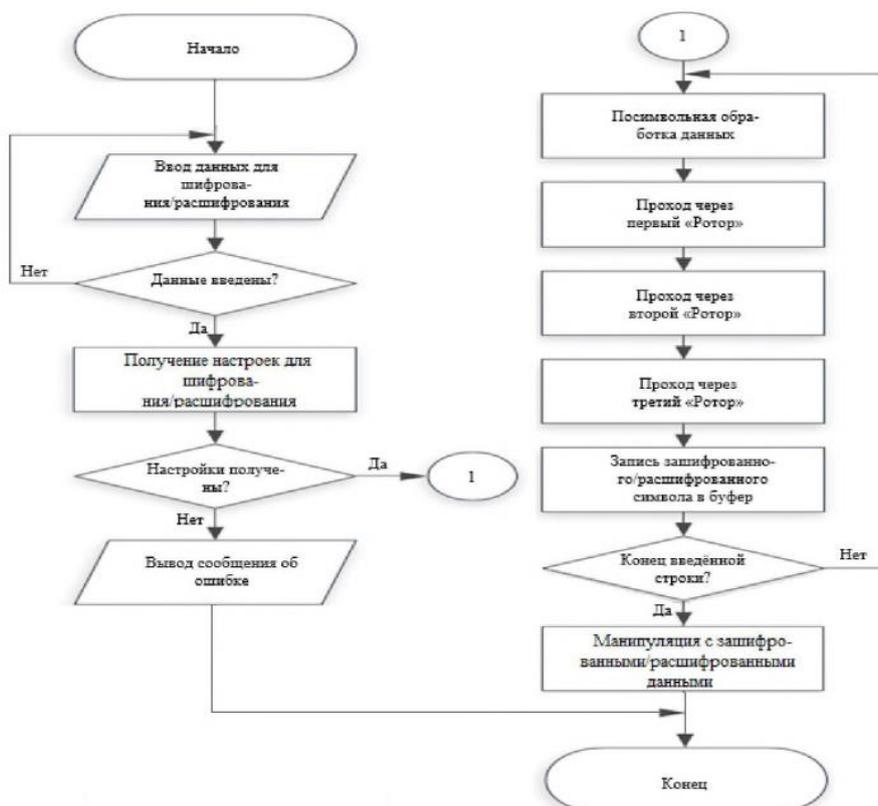


Рисунок 1. Блок-схема метода шифрования и дешифрования

Суть алгоритма заключается в том, что выбирается метод из класса The Secret Settings, а именно, три «Ротора» из десяти. Сообщение, попавшее в функцию шифрования, посимвольно подвергается кодировке. С первого «Ротора» выбирается символ, соответствующий выбранному символу из сообщения, которое необходимо зашифровать. В первом «Роторе» запоминается позиция данного символа и из стандартного «Ротора» записывается символ, соответствующий этой позиции. Со второго «Ротора» выбирается символ, который соответствует выбранному символу из стандартного «Ротора». Во втором «Роторе» запоминается позиция данного символа и из стандартного «Ротора» записывается символ, соответствующий этой позиции. С третьего «Ротора» выбирается символ, который соответствует выбранному символу из стандартного «Ротора». В третьем «Роторе» запоминается позиция данного символа и из стандартного «Ротора» записывается символ в буфер. Именно этот символ и будет являться закодированным символом для символа из сообщения, которое необходимо зашифровать. Дешифрование происходит наоборот: из стандартного ротора выбирается символ, соответствующий

выбранному символу сообщения, которое необходимо зашифровать. В стандартном «Роторе» запоминается позиция символа и из третьего «Ротора» записывается символ, соответствующий позиции. Далее происходит поиск записанного символа в стандартном «Роторе», запоминается позиция символа, и из второго «Ротора» записывается символ, соответствующий позиции. Затем записанный символ ищется в стандартном «Роторе», запоминается позиция символа, и из первого «Ротора» записывается символ в буфер. Именно этот символ и будет являться раскодированным символом для символа из сообщения, которое необходимо расшифровать. Особенность разработанного алгоритма заключается в том, что для расшифровки данных не требуется передача открытого ключа. Настройки можно задавать свои, что тоже способствует криптостойкости алгоритма [3,4]. Во второй половине XX века появились полноценные компьютеры, по сравнению с которыми «Энигма» может показаться детской игрушкой. Из-за этого, необходимости в использовании старой шифровальной машины уже нет. Некоторые экземпляры «Энигмы» являются экспонатами музеев США, Германии и других стран.

#### Список литературы:

1. Рижменантс, Дирк. Технические детали Энигмы. Шифровальные машины и криптология.
2. Kruh L., Deavours C. The commercial Enigma: beginnings of machine cryptography.
3. Анин Б.Ю. Англичане. Тайна. На службе у КГБ // Радиоэлектронный шпионаж. — М. : Центрполиграф, 2000. — 491, [2] с., [8] л. ил., портр. — (Секретная папка). — 10 000 экз. — ISBN 5-227-00659-8.
4. Lewin, Ronald (2001) [1978], *Ultra Goes to War: The Secret Story*, *Classic Military History* (Classic Penguin ed.), London, England: Hutchinson & Co, ISBN 978-1-56649-231-7.
5. <http://www.rutherfordjournal.org/article030109.html#section05>

**ЦИФРОВИЗАЦИЯ ЛОГИСТИКИ: ОТ BIG DATA К ИНТЕРНЕТУ ВЕЩЕЙ***Ахмедов Азимжон Олимжонович**преподаватель,  
Бухарский государственный университет,  
Республика Узбекистан, г. Бухара  
E-mail: [a.o.akhmedov@buxdu.uz](mailto:a.o.akhmedov@buxdu.uz)***DIGITALIZATION OF LOGISTICS: FROM BIG DATA TO THE INTERNET OF THINGS***Azimjon Akhmedov**Teacher,  
Bukhara State University,  
Republic of Uzbekistan, Bukhara***АННОТАЦИЯ**

В современном мире логистика является одной из ключевых отраслей, обеспечивающих эффективность функционирования экономики и социальной сферы. Важную роль в этом процессе играют информационные технологии, которые позволяют оптимизировать логистические процессы и улучшить управление ресурсами. В данной статье мы рассмотрим, как цифровизация и современные информационные технологии влияют на логистику, и какова роль Big Data и Интернета вещей в оптимизации логистических операций.

**ABSTRACT**

In the modern world, logistics is one of the key industries that ensure the efficient functioning of the economy and the social sphere. Information technologies play an important role in this process, which makes it possible to optimize logistics processes and improve resource management. In this article, we will look at how digitalization and modern information technologies affect logistics, and the role of Big Data and the Internet of Things in optimizing logistics operations.

**Ключевые слова:** качество обслуживания, большие данные, автоматизация процессов, управление ресурсами, грузоперевозки, обоснованные решения.

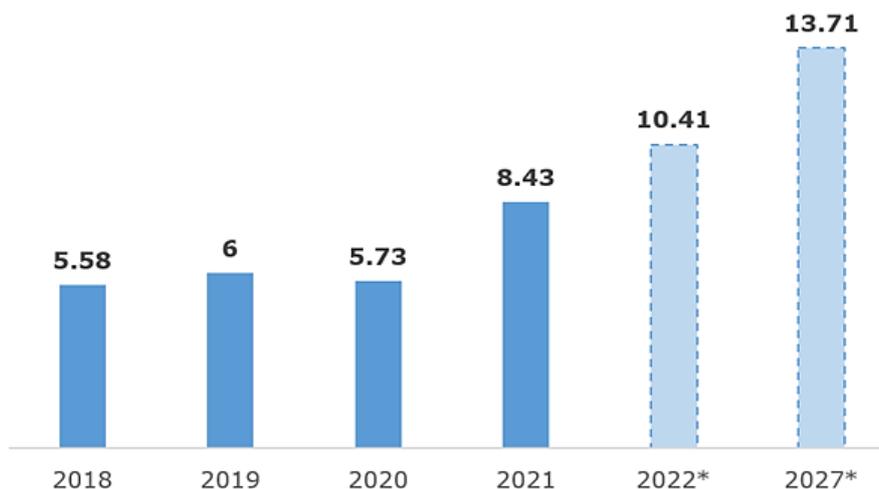
**Keywords:** service quality, big data, process automation, resource management, freight transportation, informed decisions.

**Введение** Цифровизация в логистике – это процесс внедрения информационных технологий и автоматизации логистических операций с использованием современных инструментов и подходов. Это позволяет существенно улучшить качество обслуживания, сократить затраты и время на выполнение заказов, а также повысить эффективность управления ресурсами. Цифровизация позволяет автоматизировать процессы сбора, обработки и анализа данных, что, в свою очередь, позволяет принимать обоснованные решения на всех этапах цепочки поставок. Big Data и Интернет вещей играют ключевую роль в реализации потенциала цифровизации логистики. Big Data – это огромный объем данных, который генерируется в процессе работы различных логистических систем. Эти данные могут быть использованы

для анализа и оптимизации логистических процессов. Интернет вещей (IoT) обеспечивает возможность сбора и обработки данных, поступающих от различных устройств, таких как датчики, трекеры и т. д.

Используя эти данные, можно определить, где находятся товары, какие грузы перевозятся и как быстро они доставляются.

В настоящее время логистические компании оказывают услуги по транспортировке грузов по суше, воздуху и воде, адаптируясь к меняющемуся характеру экономических моделей и цифровизации. Являясь одной из основ международной торговли, мировая логистическая отрасль стоила более 8,4 триллиона евро в 2021 году и, как ожидается, превысит 13,7 миллиарда евро к 2027 году.



**Рисунок 1. Объем мировой логистической отрасли с 2018 по 2021 годы с прогнозами до 2027 года в трлн. евро. (данные Statista)**

По данным Expert Market Research, по итогам 2022 года объем мирового рынка логистики достиг почти 9,96 трлн долларов США в 2022 году. Ожидается, что в период с 2024 по 2028 год рынок логистики будет расти с темпом роста 6,3% и к 2028 году достигнет почти 14,37 трлн долларов США.

Современные информационные технологии позволяют существенно упростить и ускорить выполнение логистических операций, повысить качество обслуживания и снизить издержки. Например, применение технологии блокчейн в логистике позволяет обеспечить прозрачность и безопасность сделок, а использование дронов и роботов-курьеров сокращает время доставки товаров.

Однако цифровизация логистики также связана с определенными вызовами и проблемами. Одной из основных проблем является обеспечение безопасности данных и защиты их от несанкционированного доступа. Кроме того, для успешного внедрения цифровых технологий необходимо наличие квалифицированных специалистов и соответствующей инфраструктуры.

### Обсуждение

В современном мире технологии играют ключевую роль в различных сферах, включая логистику. Цифровизация логистики, основанная на применении Big Data и Интернета вещей (IoT), привносит в эту область инновационные подходы, оптимизируя процессы и улучшая управление ресурсами.

#### *Значение цифровизации в логистике*

С развитием технологий объем данных, генерируемых и обрабатываемых в логистической деятельности, значительно возрос. Big Data, или большие данные, позволяют анализировать большие объемы информации и выявлять в них закономерности, что в свою очередь помогает принимать более обоснованные решения.

#### *Применение Big Data в логистике*

Одним из ключевых применений Big Data в логистике является оптимизация маршрутов доставки.

Алгоритмы анализа больших данных позволяют оптимально распределять грузы, учитывая различные факторы, такие как время, стоимость и доступность транспортных средств. Это приводит к сокращению времени доставки и экономии ресурсов.

Логистика стала неотъемлемой частью успешного функционирования любого предприятия. Большие объемы информации, поступающей из различных источников, становятся обыденностью. Однако, эффективное использование этих данных в логистике может стать сложной задачей, требующей оптимизации.

Большие базы данных стали неотъемлемой частью логистики. Они содержат информацию о клиентах, поставщиках, складских запасах, маршрутах доставки и многом другом. Однако, их объем и сложность могут затруднить процесс обработки и анализа данных. Вот почему оптимизация использования больших баз данных является ключевым фактором для эффективной работы в логистике. Рассмотрим шаги оптимизации использования больших баз данных.

Первым шагом в оптимизации использования больших баз данных является анализ их структуры и содержимого. Необходимо определить, какая информация является наиболее важной и актуальной для процессов логистики. Это позволит сосредоточить усилия на обработке и хранении только необходимых данных, что улучшит производительность системы.

Вторым шагом является оптимизация запросов к базам данных. Часто в логистике требуется быстрый доступ к информации о текущем состоянии поставок, складских запасах и других параметрах. Оптимизация запросов позволяет сократить время на получение данных и повысить эффективность работы.

Третьим шагом является внедрение технологий аналитики данных. Современные инструменты и алгоритмы могут помочь в обработке больших объемов данных, а также выявлении трендов и прогнозировании спроса. Это позволяет улучшить планирование поставок, оптимизировать маршруты доставки и принимать обоснованные решения на основе анализа данных.

Оптимизация использования больших баз данных в логистике является неотъемлемой частью успешного функционирования предприятия. Она позволяет сократить время и затраты на обработку информации, повысить точность и надежность процессов логистики. Правильное использование данных и современных технологий аналитики позволяет предприятиям быть конкурентоспособными и эффективными на рынке.

#### *Интернет вещей (IoT) в логистике*

Интернет вещей - это еще одна технология, которая революционизирует логистику. IoT позволяет объектам быть подключенными к интернету и обмениваться данными между собой. В логистике IoT применяется для отслеживания грузов, мониторинга состояния транспортных средств и складского оборудования, а также для автоматизации некоторых процессов, что повышает эффективность и точность выполнения задач.

Рассмотрим пример, который иллюстрирует, как цифровизация логистики с помощью IoT технологий позволяет компаниям улучшить свои процессы, сократить издержки и повысить уровень обслуживания клиентов.

#### **Система мониторинга грузов с использованием IoT**

Представьте крупную логистическую компанию, которая специализируется на международных перевозках грузов. Для оптимизации и улучшения управления ресурсами, они внедрили систему мониторинга грузов с использованием технологий IoT.

1. Сенсоры и устройства IoT: грузовики и контейнеры оборудованы специальными сенсорами, которые собирают данные о местоположении, температуре, влажности и других параметрах.

2. Связь и передача данных: собранные данные передаются в реальном времени через Интернет в центр управления логистической компании.

3. Анализ и управление: полученные данные анализируются с помощью алгоритмов машинного обучения и аналитики Big Data. На основе этих данных принимаются решения о маршрутизации, оптимизации складских запасов и условий перевозки.

4. Мониторинг и оповещения: система предоставляет возможность непрерывного мониторинга грузов

и транспортных средств. В случае возникновения проблем (например, изменение маршрута из-за дорожных условий или отклонение температуры груза), система автоматически генерирует оповещения и предлагает рекомендации по действиям.

Такая система цифровизации логистики позволяет компании значительно повысить эффективность своей деятельности:

- Оптимизация маршрутов: благодаря реальному времени и анализу данных компания может выбирать оптимальные маршруты доставки, учитывая текущие условия на дорогах и требования клиентов.

- Мониторинг условий перевозки груза: система обеспечивает точный мониторинг условий перевозки груза (температура, влажность), что особенно важно для перевозки чувствительных товаров, например, медицинских препаратов или продуктов питания.

- Улучшенное управление запасами: анализ данных помогает оптимизировать запасы на складах и минимизировать издержки на хранение.

#### *Преимущества цифровизации для логистики*

Цифровизация логистики приносит ряд существенных преимуществ. Она позволяет сокращать издержки благодаря оптимизации процессов, повышать скорость доставки за счет точного мониторинга грузов и маршрутов, улучшать обслуживание клиентов за счет быстрого реагирования на изменения и запросы.

**Заключение** Цифровизация логистики, основанная на применении Big Data и IoT, открывает новые возможности для оптимизации и улучшения управления ресурсами. Это не просто технологический прогресс, но и стратегическое преимущество для компаний, стремящихся быть конкурентоспособными в современной экономике. Следует отметить, что цифровизация является ключевым фактором развития логистики в современном мире. Благодаря современным информационным технологиям, таким как Big Data, Интернет вещей и блокчейн, логистика становится более эффективной, безопасной и прозрачной. Однако для успешного внедрения этих технологий необходимо решать проблемы, связанные с безопасностью данных и подготовкой квалифицированных кадров.

#### **Список литературы:**

1. Hopkins J., Hawking P. Big Data Analytics and IoT in logistics: a case study //The International Journal of Logistics Management. – 2018. – Т. 29. – №. 2. – С. 575-591.
2. Ivankova G.V., Mochalina E.P., Goncharova N.L. Internet of Things (IoT) in logistics //IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. – IOP Publishing, 2020. – Т. 940. – №. 1. – С. 012033.
3. Samir T. et al. Big data research on the green internet of things in new smart-logistics // International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering. – 2019. – Т. 8. – №. 9. – С. 534-537.
4. Tannad H. et al. The Sustainable Logistics: Big Data Analytics and Internet of Things //International Journal of Sustainable Development & Planning. – 2023. – Т. 18. – №. 2.
5. Zaychenko I. et al. Digital logistics transformation: implementing the Internet of Things (IoT) //Technological Transformation: A New Role For Human, Machines And Management: TT-2020. – Springer International Publishing, 2021. – С. 189-200.
6. Электронный ресурс <https://ictnews.uz/01/03/2023/infografika-logistika/>

## ПРИМЕНЕНИЕ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ В АВТОМАТИЧЕСКОМ ПЕРЕВОДЕ И ОБРАБОТКЕ ЕСТЕСТВЕННОГО ЯЗЫКА

**Бурнашев Ринат Фаритович**

доц. кафедры Гуманитарные науки и информационные технологии,  
Самаркандский государственный институт иностранных языков  
Республика Узбекистан, г. Самарканд  
E-mail: [burnashev1982@gmail.com](mailto:burnashev1982@gmail.com)

**Анварова Лейла Акрамовна**

студент,  
Самаркандский государственный институт иностранных языков  
Республика Узбекистан, г. Самарканд

## APPLICATION OF NEURAL NETWORKS IN AUTOMATIC TRANSLATION AND NATURAL LANGUAGE PROCESSING

**Rinat Burnashev**

Associate Professor  
of the Department of Humanities and Information Technologies  
Samarkand State Institute of Foreign Languages  
Republic of Uzbekistan, Samarkand

**Leyla Anvarova**

Student,  
Samarkand State Institute of Foreign Languages  
Republic of Uzbekistan, Samarkand

### АННОТАЦИЯ

Научная статья исследует различные аспекты использования нейронных сетей в современных системах автоматического перевода и обработки естественного языка, обзор существующих методов и технологий, а также новые подходы и разработки. Рассматриваются как классические модели нейронных сетей, так и современные архитектуры, такие как рекуррентные нейронные сети (RNN), свёрточные нейронные сети (CNN) и трансформеры, а также обсуждаются вызовы и перспективы развития данной области и предлагаются возможные направления для будущих исследований.

### ABSTRACT

The scientific article explores various aspects of the use of neural networks in modern automatic translation and natural language processing systems, a review of existing methods and technologies, as well as new approaches and developments. We review both classical neural network models and modern architectures such as recurrent neural networks, convolutional neural networks, and transformers, discuss challenges and future developments in the field, and suggest possible directions for future research.

**Ключевые слова:** автоматический перевод, обработка естественного языка, естественный язык, нейронные сети, рекуррентные нейронные сети, свёрточные нейронные сети, трансформеры.

**Keywords:** automatic translation, natural language processing, natural language, neural networks, recurrent neural networks, convolutional neural networks, transformers.

### Введение

**Автоматический перевод и обработка естественного языка** (Natural Language Processing, NLP) – это область исследований, связанная с разработкой компьютерных систем, способных понимать, интерпретировать и генерировать человеческий язык.

Проблема автоматического перевода включает в себя создание систем, которые способны переводить текст или речь из одного языка на другой с минимальной ошибкой и с учетом контекста. Это сложная

задача из-за множества факторов, таких как полисемия, синонимия, контекстуальные нюансы и т.д.

С другой стороны, обработка естественного языка занимается разработкой алгоритмов и моделей для анализа, понимания, извлечения информации и генерации текста на естественных языках. Это включает в себя задачи, такие как распознавание и синтез речи, семантический анализ, разрешение неоднозначности, классификация текстов, извлечение информации и многое другое [7].

С развитием глубокого обучения и нейронных сетей в последние десятилетия обработка естественного языка достигла значительного прогресса, позволяя создавать более точные и эффективные модели для перевода и обработки текста. Тем не менее, многие задачи в обработке естественного языка все еще остаются вызовом из-за сложности естественного языка и его контекстуальной природы.

### Обзор литературы

Нейронные сети – это вычислительные системы, вдохновленные биологическими нейронными сетями в мозге человека. Они состоят из множества взаимосвязанных узлов, называемых нейронами, которые обрабатывают и передают информацию [5]. Принцип работы нейронных сетей основан на обучении на данных и адаптации к изменяющимся условиям.

Применение нейронных сетей в области автоматического перевода и обработки естественного языка обосновано несколькими ключевыми факторами:

**Способность к изучению сложных зависимостей.** Нейронные сети обладают уникальной способностью изучать сложные и нелинейные зависимости между входными и выходными данными, что особенно важно в задачах обработки естественного языка, где связи между словами и фразами могут быть сложными и контекстуальными [21].

**Обработка последовательностей.** Естественный язык часто представляется в виде последовательности слов или символов. Нейронные сети, такие как рекуррентные нейронные сети (RNN) и трансформеры, специально разработаны для работы с последовательностями и позволяют моделировать долгосрочные зависимости в тексте [20].

**Автоматическое извлечение признаков.** Нейронные сети способны автоматически извлекать признаки из текста без необходимости ручной настройки, что позволяет создавать модели, которые могут обучаться на больших объемах данных и находить скрытые закономерности в языке [10].

**Переносимость.** Нейронные сети могут быть обучены на одном языке и применены к другому с минимальной модификацией. Это упрощает создание мультязычных моделей и обеспечивает их переносимость между различными задачами и языками [17].

**Гибкость и масштабируемость.** Нейронные сети предлагают гибкую архитектуру, которую можно адаптировать для различных задач обработки естественного языка, включая машинный перевод, распознавание речи, анализ тональности, извлечение информации и многое другое. Кроме того, современные вычислительные ресурсы позволяют обучать и использовать масштабные нейронные сети для решения сложных задач в обработке естественного языка [16].

Применение нейронных сетей в области обработки естественного языка обеспечивает высокую точность, гибкость и эффективность при решении широкого спектра задач, связанных с обработкой и анализом естественного языка.

### Методология исследования

Автоматический перевод и обработка естественного языка представляют собой обширную область исследований в информатике и лингвистике. Приведем обзор основных методов в данной области:

**Правила и шаблоны.** Этот метод основан на задании набора правил и шаблонов для перевода или анализа языка. Например, можно создать правила для перевода слов или фраз на другой язык. Подобный подход требует значительного участия экспертов и часто неэффективен для обработки сложных языковых конструкций [12].

**Статистический метод** использует статистические модели, обученные на больших корпусах параллельных текстов (текстов на разных языках, которые имеют схожие значения). Основным методом здесь – статистический машинный перевод (Statistical Machine Translation, SMT), который моделирует вероятности перевода слов и фраз на основе статистических методов [6].

**Синтаксический анализ.** Этот метод используется для анализа структуры предложений на естественном языке. Он может помочь в понимании зависимостей между словами и построении грамматически правильных переводов. Методы синтаксического анализа могут включать в себя деревья зависимостей, синтаксическую грамматику [4].

**Машинное обучение.** Современные методы автоматического перевода и обработки естественного языка в основном базируются на машинном обучении, что включает в себя методы глубокого обучения, такие как рекуррентные нейронные сети (RNN), сверточные нейронные сети (CNN) и трансформеры. Модели, построенные с использованием этих методов, способны учитывать контекст и обучаться на больших объемах текстовых данных для автоматического перевода и анализа естественного языка [16].

**Трансформеры и предобученные модели.** Трансформеры – это построение образца глубокого обучения, которое стало основой для многих современных моделей в обработке естественного языка, таких как BERT, GPT (Generative Pre-trained Transformer) и подобные им. Эти модели предварительно обучаются на огромных объемах текстовых данных и затем дообучаются или настраиваются на конкретные задачи, такие как машинный перевод [13].

**Применение Attention механизма (механизм внимания).** Attention механизм позволяет моделям обращать внимание на разные части входных данных с различной степенью важности. Он широко применяется в современных средствах автоматического перевода и обработки естественного языка, подобно трансформерам [15].

**Генеративные и языковые модели** используются для генерации текста на основе контекста или для оценки вероятностей последовательностей слов. Примеры таких моделей включают в себя GPT (Generative Pre-trained Transformer) и его варианты [2].

**Извлечение информации и классификация текста.** Эти методы используются для анализа текста с целью извлечения информации из него или

классификации его по определенным категориям или темам [18].

**Семантическая обработка.** Данный метод включает в себя понимание смысла слов и фраз, а также в контексте и их связях с другими словами и фразами. Он используется для решения задач, таких как анализ тональности, вопросно-ответные системы [11].

**Обработка последовательностей.** Методы обработки последовательностей, такие как рекуррентные нейронные сети (RNN) и их варианты, используются для анализа последовательностей слов или символов, таких как тексты на естественном языке [1].

Подобные методы и их комбинации активно используются в различных приложениях, таких как машинный перевод, анализ тональности, чат-боты, автоматическое реферирование текста и многие другие.

### Результаты исследования

Применение нейронных сетей в автоматическом переводе и обработке естественного языка привело к значительным успехам и продвижениям в последние годы. Ниже приведен обзор некоторых ключевых результатов, полученных при использовании нейронных сетей в данной области.

**Улучшение качества перевода.** Нейронные сети, особенно трансформеры, привели к заметному улучшению качества автоматического перевода. Например, модели, основанные на трансформерах, такие как BERT, GPT и их вариации, достигли высоких результатов в оценочных метриках качества перевода, таких как BLEU (Bilingual Evaluation Understudy) и METEOR (Metric for Evaluation of Translation with Explicit Ordering).

**Лучшее понимание контекста.** Нейронные сети, способные моделировать контекст с помощью механизмов внимания, позволяют более эффективно понимать и учитывать семантические и структурные зависимости в тексте, что позволяет создавать более точные и качественные образцы для анализа текста и выполнения задач обработки естественного языка.

**Эффективное извлечение информации.** Нейронные сети показали отличные результаты в задачах извлечения информации из текста, таких как распознавание именованных сущностей, классификация текста и извлечение ключевых фраз, что обусловлено их способностью эффективно изучать зависимости в данных и создавать компактные представления текста.

**Семантическое моделирование.** Нейронные сети, в частности трансформеры, демонстрируют сильные результаты в семантическом моделировании текста. Они способны создавать плотные векторные представления слов и фраз, которые учитывают их семантический контекст, что полезно для задач семантического поиска и анализа текста.

**Генерация текста.** Нейронные сети успешно применяются для генерации текста, включая автоматическое создание описаний, написание статей, составление диалогов и т.п. Модели, такие как GPT (Generative Pre-trained Transformer) и их вариации, продемонстрировали способность генерировать качественный и связный текст, который похож на созданный человеком.

В целом, результаты применения нейронных сетей в автоматическом переводе и обработке естественного языка указывают на значительный прогресс в данной области. Однако, несмотря на успехи, существуют и вызовы, такие как обработка неструктурированных данных, учет контекста и адаптация к различным языкам и стилям.

Приведем примеры успешных применений нейронных сетей в области автоматического перевода и обработки естественного языка:

**Google Translate** использует нейронные сети для перевода текста между различными языками. Это одно из самых популярных приложений машинного перевода, которое обеспечивает быстрый и качественный перевод.

**BERT** (Bidirectional Encoder Representations from Transformers) представляет собой модель трансформера, предварительно обученную на больших объемах текста. Она успешно применяется для различных задач обработки естественного языка, таких как классификация текста, извлечение информации и вопросно-ответные системы.

**GPT** (Generative Pre-trained Transformer) – это модель трансформера, обученная для генерации текста. Она может использоваться для создания чат-ботов, автоматического пополнения текста и других задач генерации естественного языка.

**Word2Vec** – это метод создания плотных векторных представлений слов на основе их контекста в корпусе текста. Подобного рода векторы могут использоваться для различных задач, таких как поиск похожих слов, классификация текста и анализ семантической схожести.

Несмотря на успехи, нейронные сети в обработке естественного языка также имеют потенциальные ограничения. Рассмотрим их.

**Необходимость наличия больших объемов данных для обучения.** Нейронные сети, особенно глубокие модели, требуют больших объемов данных для эффективного обучения. Недостаток размеченных данных может быть препятствием для успешного применения этих моделей.

**Вычислительная сложность.** Некоторые архитектуры, такие как трансформеры, требуют значительных вычислительных ресурсов для обучения и выполнения, что может быть ограничивающим фактором для использования подобного рода моделей на устройствах с ограниченными ресурсами.

**Интерпретируемость.** Некоторые глубокие нейронные сети могут быть сложными для интерпретации, что создает препятствие для объяснения их выводов и принятия обоснованных решений на основе таких моделей.

**Переобучение.** При использовании больших моделей с высокой емкостью существует риск переобучения на обучающих данных, что может привести к ухудшению обобщающей способности образцов на новых данных.

Хотя нейронные сети представляют собой мощный инструмент в обработке естественного языка, для их успешного применения необходимо учитывать указанные ограничения и эффективно управлять ими.

## Обсуждение

Обсуждение интерпретации результатов и их согласованности с предыдущими исследованиями в области применения нейронных сетей в автоматическом переводе и обработке естественного языка является важным шагом для понимания текущего состояния этой области и определения дальнейших направлений исследований. Важно учитывать как успешные примеры применения нейронных сетей, так и их потенциальные ограничения.

### *Примеры успешного применения нейронных сетей*

**Улучшение качества автоматического перевода.** Нейронные сети, особенно модели на основе трансформеров, показали значительно улучшенное качество автоматического перевода. Примерами таких успешных моделей являются: Google Translate, который использует трансформеры, и модели от OpenAI, такие как GPT.

**Эффективное моделирование контекста.** Трансформеры и другие производные с механизмами внимания позволяют более эффективно учитывать контекст при обработке естественного языка, что приводит к улучшению качества анализа текста, классификации, извлечения информации.

**Прогресс в генерации текста.** Модели на основе нейронных сетей, такие как GPT, демонстрируют возможности в создании качественного и связного текста. Они могут быть использованы для текстовой генерации в различных задачах, таких как автоматическое создание статей, диалогов и т. д.

Интерпретация результатов применения нейронных сетей в обработке естественного языка должна учитывать как позитивные аспекты, так и ограничения, что согласуется с предыдущими исследованиями, которые также выделяли успехи и вызовы в этой области. Например, многие исследования подтверждают улучшение качества перевода и обработки текста с использованием нейронных сетей, однако они также отмечают важность обращения внимания на проблемы, такие как интерпретируемость моделей, обеспечение их честности и надежности, а также улучшение обработки малоизученных языков и диалектов [14], [9], [19], [8], [3]. Таким образом, интерпретация результатов должна быть осуществлена с учетом широкого контекста предыдущих исследований и практических знаний в данной области.

## Заключение

Применение нейронных сетей в автоматическом переводе и обработке естественного языка играет ключевую роль в современном мире информационных технологий. Это не только позволяет решать

сложные задачи перевода и анализа текста, но и открывает новые перспективы для развития коммуникаций, бизнеса и научных исследований. Подчеркнуть важность применения нейронных сетей в этой области означает понимать их потенциал для создания интеллектуальных систем, способных понимать и генерировать человеческий язык с высокой точностью и эффективностью.

С развитием технологий глубокого обучения и нейронных сетей возможности в области автоматического перевода и обработки естественного языка значительно расширились. Однако, несмотря на достигнутые успехи, этот путь только начинает прорисовываться, и есть множество перспектив для дальнейшего развития:

**Улучшение качества перевода.** Непрерывное совершенствование архитектур нейронных сетей и методов обучения поможет улучшить качество автоматического перевода, делая его более точным, надежным и адаптированным к различным языкам и контекстам.

**Разработка интерпретируемых моделей.** Создание моделей, способных объяснять и обосновывать свои решения, повысит доверие к нейронным сетям и их применимость в реальных сценариях использования, таких как медицинская диагностика и правовая сфера.

**Учет культурных и языковых особенностей.** Приспособление моделей к различным языкам и культурным контекстам позволит расширить их применимость в многоязычных и мультикультурных средах.

**Интеграция с другими областями искусственного интеллекта.** Объединение усилий с другими областями искусственного интеллекта, такими как компьютерное зрение, мультимодальные модели и обучение с подкреплением, приведет к созданию более сложных и эффективных систем, способных обрабатывать и анализировать разнообразные типы данных.

**Развитие практических приложений.** Применение нейронных сетей и обработка естественного языка в реальных сценариях, таких как автоматический перевод, анализ текста, создание диалоговых систем и другие, требует дальнейших исследований и разработок для создания эффективных и устойчивых систем.

Следует подчеркнуть, что развитие и применение нейронных сетей в автоматическом переводе и обработке естественного языка представляет собой ключевую область исследований и инноваций, которая будет продолжать развиваться и иметь значительное влияние на различные сферы человеческой деятельности в будущем.

## Список литературы:

1. Альмуттаири Х.М. А. Типы нейронных сетей и их применение // Актуальные проблемы общества, экономики и права в контексте глобальных вызовов. – 2023. – С. 39–44.
2. Белов С.Д. и др. Обзор методов автоматической обработки текстов на естественном языке // Системный анализ в науке и образовании. – 2020. – №. 3. – С. 1-15.
3. Бурнашев Р.Ф. и др. Роль экспертных систем в лингвистических исследованиях // Science and Education. – 2023. – Т. 4. – №. 3. – С. 941-950.

4. Бурнашев Р.Ф. Информационные технологии в решении проблем современной лингвистики // *Universum: филология и искусствоведение*. – 2023. – №. 6 (108). – С. 23-27.
5. Бурнашев Р.Ф., Аламова А.С. Роль нейронных сетей в лингвистических исследованиях // *Science and Education*. – 2023. – Т. 4. – №. 3. – С. 258-269.
6. Бурнашев Р.Ф., Ахадова Ш.С., Нематуллаева Н.Б. К вопросу об особенностях лингвистических корпусов второго и третьего поколений // *Европа, наука и мы: сборник научных публикаций международной научно-практической конференции*. – Издательство «Education and Science» Чехия, Прага. – 2021. – С. 77–79.
7. Бурнашев Р.Ф., Мурзамуратова У.Б. Применение технологий компьютерной лингвистики в социальных сетях и интернет-маркетинге // *Universum: филология и искусствоведение*. – 2023. – №. 10 (112). – С. 14–19.
8. Бурнашев Р.Ф., Нематуллаева Н.Б., Худоярова П.Н. Роль лингвистических корпусов в научных исследованиях // *Science and education: сборник научных публикаций международной научно-практической конференции*. – Турция, Анталия. – 2021. – С. 126–128.
9. Гаркуша Н.С., Городова Ю.С. Педагогические возможности ChatGPT для развития когнитивной активности студентов // *Профессиональное образование и рынок труда*. – 2023. – Т. 11. – №. 1 (52). – С. 6–23.
10. Джумабаева М.Ш., Бурнашев Р.Ф. Информационные технологии в обработке лингвистической информации // *Science and Education*. – 2023. – Т. 4. – №. 4. – С. 643–653.
11. Диковицкий В.В. Семантический анализ текста с применением нейросетевого анализа морфологии и синтаксиса // *Труды Кольского научного центра РАН*. – 2017. – №. 3-8 (8). – С. 109–115.
12. Мансур Ж.Д. Н. З., Саттарова А.Т., Бурнашев Р.Ф. Роль лингвистических корпусов в создании и совершенствовании систем машинного перевода // *Science and Education*. – 2022. – Т. 3. – №. 2. – С. 1348-1358.
13. Понкин Д.И. Концепт предобученных языковых моделей в контексте инженерии знаний // *International Journal of Open Information Technologies*. – 2020. – Т. 8. – №. 9. – С. 18-29.
14. Потемкин С.Б. Исследование оценочной функции высказывания с использованием нейронных сетей // *Международный журнал гуманитарных и естественных наук*. – 2020. – №. 9-2. – С. 129–133.
15. Прошина М.В. Современные методы обработки естественного языка: нейронные сети // *Экономика строительства*. – 2022. – №. 5. – С. 27–42.
16. Рудак Л.В., Федяев О.И. Анализ подходов к решению проблемы понимания и обработки естественного языка методами машинного обучения // *Современные информационные технологии в образовании и научных исследованиях (СИТОНИ-2021)*. – 2021. – С. 216–224.
17. Симанков В.С., Теплоухов С.В. Аналитическое исследование методов и алгоритмов искусственного интеллекта // *Вестник Адыгейского государственного университета. Серия 4: Естественно-математические и технические науки*. – 2020. – №. 3 (266). – С. 16–25.
18. Татарникова Т.М., Богданов П.Ю. Построение психологического портрета человека с применением технологий обработки естественного языка // *Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики*. – 2021. – Т. 21. – №. 1. – С. 85–91.
19. Томакова Р.А. и др. Анализ размеров частиц нанопорошков с использованием нейронных сетей и электронной микроскопии // *Известия Юго-Западного государственного университета*. – Серия: Управление, вычислительная техника, информатика. Медицинское приборостроение. – 2024. – Т. 13. – №. 4. – С. 84–98.
20. Тюрина Д.А., Пальмов С.В. Применение нейронных сетей в обработке естественного языка // *Журнал прикладных исследований*. – 2023. – №. 7. – С. 158–162.
21. Филимонов Р.С., Ковалева К.А. Анализ возможностей, развития и использования искусственных нейросетей в современном мире // *Современные вопросы устойчивого развития общества в эпоху трансформационных процессов*. – 2023. – С. 161–169.

**ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ТРАНСФОРМЕРОВ  
НА УЛУЧШЕНИЕ ГЕНЕРАЦИИ ИЗОБРАЖЕНИЙ***Гайнетдинов Айнур Фанурович*

*ст. инженер по исследованиям и разработкам,  
ООО «ВикМан»  
РФ, г. Москва  
E-mail: [zirgan.ainur@gmail.com](mailto:zirgan.ainur@gmail.com)*

**INVESTIGATION OF THE EFFECT OF TRANSFORMERS  
ON IMPROVING IMAGE GENERATION***Ainur Gainetdionov*

*Senior Research and Development Engineer,  
VicMan LLC  
Russia, Moscow*

**АННОТАЦИЯ**

Из-за изменений в использовании трансформеров для обширной классификации изображений произошло изменение результатов и уменьшение важности сверточных нейронных сетей. Несмотря на это, генерация изображений остается малоизученной областью.

Проблема преобразования текста в изображение в произвольном домене долгое время оставалась открытой и требовала разработки как генеративных моделей, так и кросс-модального понимания. Разработчики представляют CogView - трансформер с 4 миллиардами параметров и токенизатором VQ-VAE в качестве решения данной проблемы. Также были продемонстрированы эффективные стратегии дообучения для различных последующих задач, таких как анализ стилей, увеличение разрешения, ранжирование текста в изображениях и создание дизайнов одежды. Также представили методы стабилизации предварительной подготовки, такие как устранение значения функции потерь NaN. CogView (zero-shot) достигает нового современного уровня FID на blurred MS COCO, превосходя предыдущие GAN-модели и недавние работы, такие как DALL-E.

Целью работы является проведение исследования влияния трансформеров на улучшение генерации изображений. Методологической базой стали работы отечественных и зарубежных ученых в данной сфере, а также результаты исследований и мнения экспертов.

**ABSTRACT**

Due to the changes in the use of transformers for extensive image classification, there has been a shift in the results and a decrease in the importance of convolutional neural networks. Despite this, image generation continues to be a little-studied area.

The problem of converting text into an image in the general field has remained open for a long time and required the development of both generative models and cross-modal understanding. The developers present CogView - a transformer with 4 billion parameters and a VQ-VAE tokenizer - as a solution to this problem. Effective fine-tuning strategies were also demonstrated for various follow-up tasks, such as analyzing styles, increasing resolution, ranking text in images, and creating clothing designs. They also presented methods for stabilizing pre-preparation, such as eliminating NaN losses. CogView (zero-shot) achieves a new state-of-the-art FID level on blurred MS COCO, surpassing previous GAN models and recent work such as DALL-E.

The purpose of the work is to conduct a study of the effect of transformers on improving image generation. The methodological basis was the work of domestic and foreign scientists on this topic, as well as the results of research and expert opinions.

**Ключевые слова:** трансформеры, генерация изображений, ИИ, развитие трансформеров, современные технологии.

**Keywords:** transformers, image generation, AI, development of transformers, modern technologies.

## Введение

Трансформеры представляют собой революционный подход к обработке последовательностей в нейронных сетях, что стало одним из важных достижений в области глубокого обучения. Их появление в 2017 году привело к быстрому внедрению в различные приложения, включая машинный перевод, обработку естественного языка, генерацию текста и другие области, где работа с последовательностями является ключевой [7]. Трансформеры также славятся своей способностью эффективно обрабатывать последовательные данные на больших расстояниях и легко приспосабливаются к различным задачам, будь то анализ естественного языка, обработка изображений или аудиоданных. Также могут свободно исследовать сложные взаимосвязи во входных данных, поскольку не имеют предвзятости в обучении, что отличает их от сверточных нейронных сетей (CNN). Такая особенность увеличивает их производительность, но ограничивает использование для длинных последовательностей или высококачественных изображений [8, 9].

Проблема обработки последовательностей, таких как тексты, предложения, временные ряды или аудио, является значимой для различных областей искусственного интеллекта. Однако у традиционных рекуррентных нейронных сетей (RNN) и сверточных нейронных сетей (CNN) есть ограничения в работе с длинными последовательностями, поскольку они оперируют данными последовательно или с ограниченным размером контекста [1, 10].

В декабре 2020 года исследователи из Гейдельбергского университета — Патрик Эссер, Робин Ромбах и Бьерн Оммер — представили статью, в которой соединили сверточные нейронные сети (CNN) с трансформерами для создания изображений высокого разрешения: «Приручение трансформеров для синтеза изображений высокого разрешения». В данном случае для повышения эффективности трансформеров метод использует свойства локальной работы CNN с характерной выразительностью трансформеров. Предложенные методы получения изображений с высоким разрешением используют следующие решения:

- Использование VQGAN CNNs для эффективного изучения кодовой книги разнообразных визуальных представлений.
- Применение трансформеров для эффективного моделирования структуры изображения с высоким разрешением [2].

## 1. Архитектура Трансформера

Ландшафт обработки естественного языка (Natural Language Processing, NLP) претерпел значительные изменения с появлением модели трансформера в ключевой статье Васвани в 2017 году под названием «Внимание — всё, что вам нужно». Архитектура трансформера отошла от последовательной обработки RNN и LSTM, используя вместо этого механизм "Self-Attention" для взвешивания воздействия различных частей входных данных.

Основная концепция трансформера заключается в том, что эта модель способна обрабатывать все входные данные параллельно, вместо последовательной обработки. Что позволяет прийти к более высокой параллелизации и, как результат, значительно увеличить скорость обучения. Механизм Self-Attention позволяет модели сосредотачиваться на различных частях текста во время обработки, что имеет ключевое значение для понимания контекста и взаимосвязей между словами, независимо от их позиции в тексте.

Разбиваясь на две ключевые части, кодировщик и декодер, трансформер в данной оригинальной модели, описанной в статье «Внимание — всё, что вам нужно» Васвани и коллегами, имеет структуру, где обе части состоят из слоев, однако они выполняют разные функции.

Для кодировщика характерны следующие особенности:

- Роль: обработка входных данных и создание представления, отражающего отношения между элементами (например, словами в предложении). Эта часть не генерирует новый контент, она лишь преобразует входные данные в состояние, понятное декодеру.

- Функциональность: Каждый уровень кодировщика обладает механизмом Self-Attention и нейронными сетями прямой связи. Это позволяет каждой позиции кодировщика обрабатывать контекст предыдущего уровня, изучая контекст вокруг каждого слова.

- Контекстные вложения: Выходные данные кодировщика - серия векторов, представляющих входную последовательность в многомерном пространстве. Эта модель кодирует не только отдельные слова, но и их контекст в предложении.

Для декодера характерны следующие особенности:

- Роль: последовательная генерация выходных данных на основе входных данных, полученных от кодировщика, и того, что уже сгенерировано. Данные используются для задач, где порядок генерации имеет значение, например, генерация текста.

- Функциональность: Слои декодера содержат механизмы самоконтроля, замаскированные для избежания доступа к позициям в последующих элементах. Это гарантирует, что прогнозы зависят только от известных данных в предшествующих позициях, и второй механизм внимания, интегрирующий контекст из входных данных в процесс генерации.

- Возможность последовательной генерации: Декодер способен генерировать последовательность по одной части за раз на основе предоставленного контекста кодировщика и уже сгенерированных элементов.

Каждая из этих частей кодировщика и декодера крайне важна для способности модели эффективно решать сложные задачи в области NLP. Механизм многоголового внимания позволяет модели фокусироваться на различных частях последовательности, обеспечивая глубокое понимание контекста.

## 2. Популярные модели с использованием трансформаторов

После первоначального успеха модели-трансформера наступил огромный рост числа новых моделей, основанных на этой архитектуре. Каждая из этих моделей внесла разные инновации направленные на оптимизацию, при выполнении различных задач:

BERT (Bidirectional Encoder Representations from Transformers): Представленный Google \* в 2018 году,

BERT кардинально изменил подходы к интеграции контекстуальной информации в языковые представления. Через предварительное обучение на обширном объеме текстов с помощью маскировочных языковых моделей и прогнозирования следующего предложения, BERT запечатлел обширный двунаправленный контекст и достиг самых современных результатов в разнообразных задачах обработки естественного языка (НЛП).

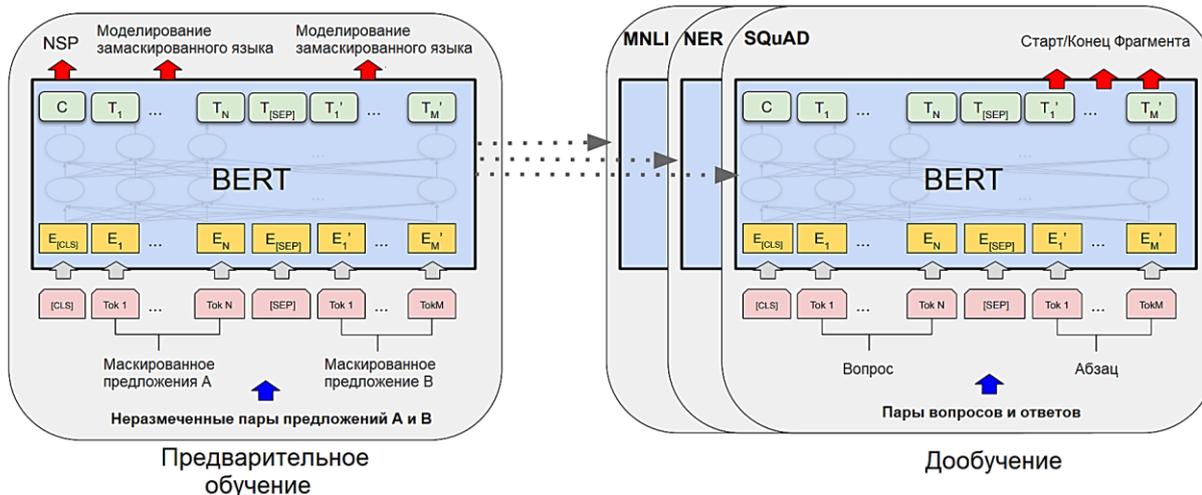


Рисунок 1. Модель использования трансформаторов BERT

T5 (преобразователь передачи текста в текст): Представлен Google \* в 2020 году, T5 переосмысливает все задачи NLP как задачу преобразования текста в текст, используя единый текстовый формат. Такой

подход упрощает процесс применения модели к различным задачам, включая перевод, обобщение и ответы на вопросы.

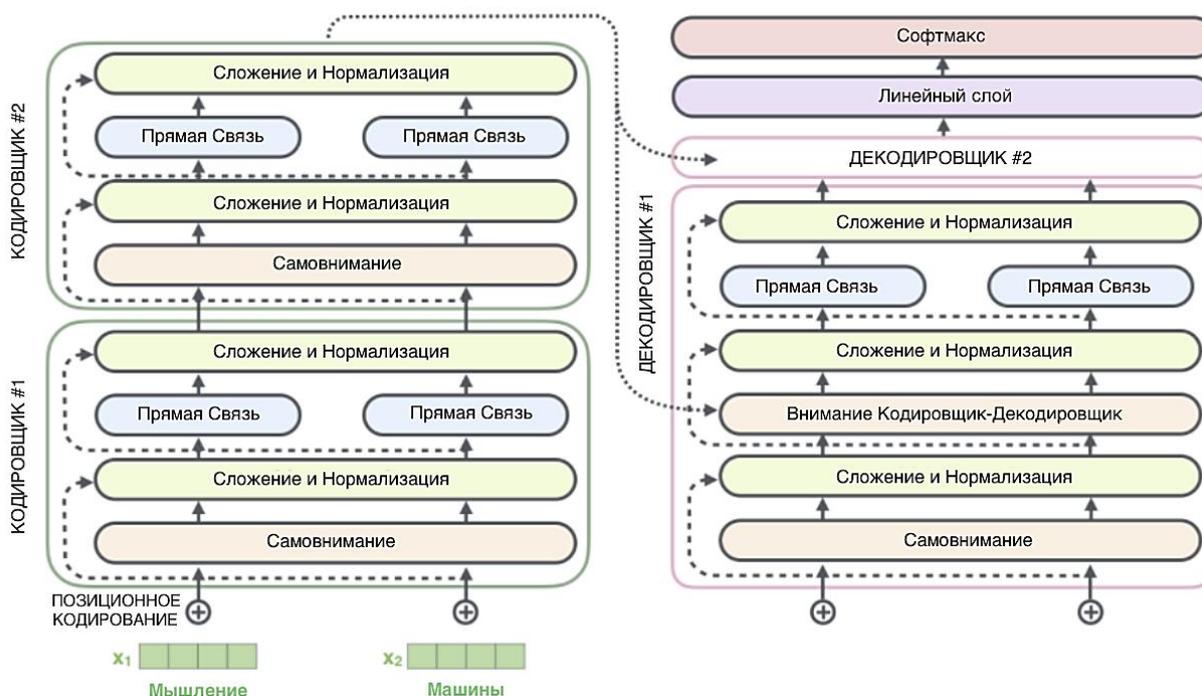


Рисунок 2. Архитектура T5

GPT (Generative Pre-trained Transformer): Разработанная компанией OpenAI, серия моделей GPT началась с GPT-1 и достигла GPT-4 к 2023 году. Эти модели прошли предварительное обучение на обширных наборах текстовых данных с применением метода обучения без учителя и были настроены для

разнообразных задач. Их уникальная способность порождать связный и контекстуально значимый текст сделала их крайне значимыми как в научных, так и в коммерческих сферах применения искусственного интеллекта.

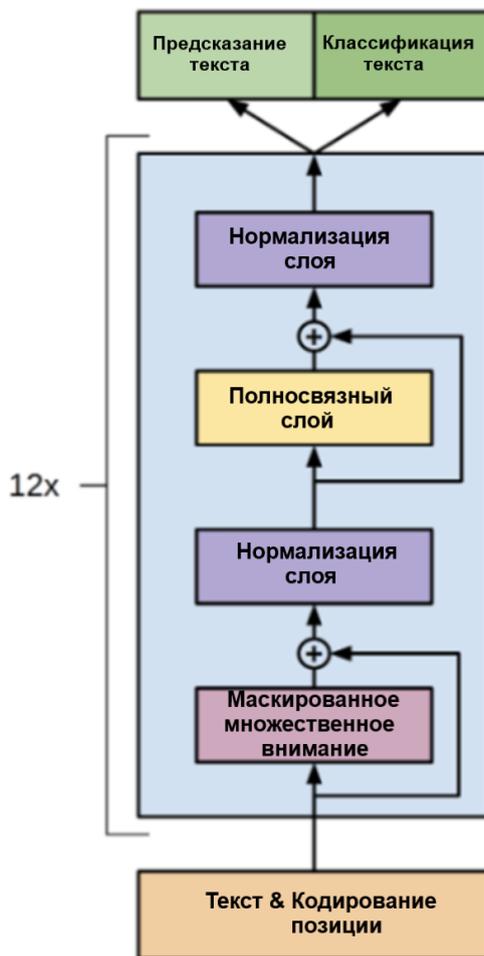


Рисунок 3. Архитектура GPT [3, 4]

Модель ViT. Первым этапом модели является разделение входного изображения на последовательность фрагментов. В исследовании изображения были разбиты на участки размером 16 x 16. Полученные участки изображения проходят через обучаемый слой линейной проекции, который выполняет функцию слоя кодирования и формирует векторы фиксированной размерности. Затем в последовательность участков изображения линейно добавляются кодировки позиции, чтобы сохранить информацию о местоположении каждого участка изображения. Это включает важную информацию об абсолютном

или относительном положении участков изображения в последовательности. Одной из ключевых особенностей модуля кодировки позиции, которая заслуживает внимания, является наличие 0-го класса. Эта концепция 0-го класса была заимствована из маркера класса БЕРТ. Как и другие классы, этот класс также подлежит обучению, но его информация не извлекается из изображения. Вместо этого эта информация жестко встроена в архитектуру модели.

Идея, лежащая в основе работы кодировки позиции, наглядно продемонстрирована на представленном ниже изображении.

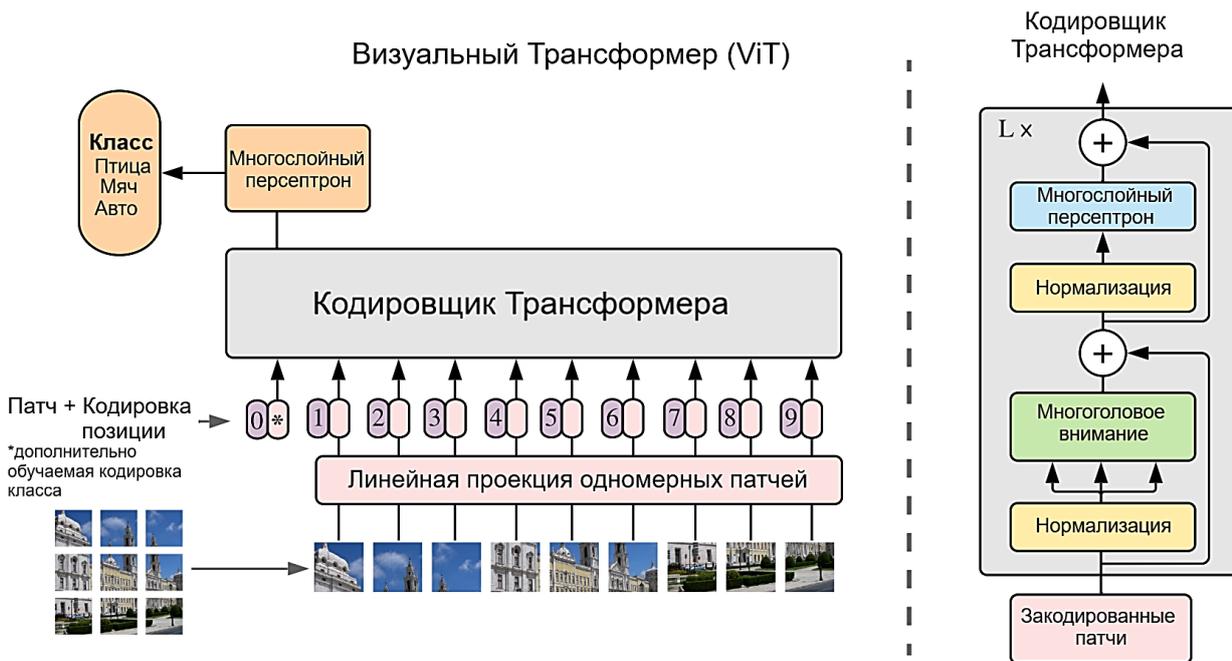


Рисунок 4. Архитектура модели ViT

Если, не обеспечить трансформер информацией о расположении, он не сможет правильно ориентироваться в последовательности изображений. Далее эта последовательность векторных изображений поступает на вход кодировщика трансформера. Также стоит отметить, что трансформеры применяют уровни нормализации (Layer Norm) перед каждым блоком и остаточный блок сразу после. В финальную структуру кодировщика трансформера был добавлен дополнительный обучаемый модуль классификации (MLP Head), который предоставляет конечные классификационные выводы сети.

### 3. Влияние размера набора данных на примере модели ViT

Объем набора данных играет существенную роль в работе модели Vision Transformer. Поскольку трансформеры лишены таких свойств CNN как локальность, инвариантность к смещению, они, как правило, менее универсальны на средних по размеру наборах данных, таких как ImageNet.

Однако, в процессе обучения на ImageNet-21 и JFT-300M (собственном наборе данных Google \*), содержащих гораздо больше изображений в диапазоне от 14 до 300 млн. изображений, стало ясно, что трансформеры превосходят CNN. Также было установлено, что точность модели увеличивается по мере расширения объема данных, что отражено на рисунке 5.

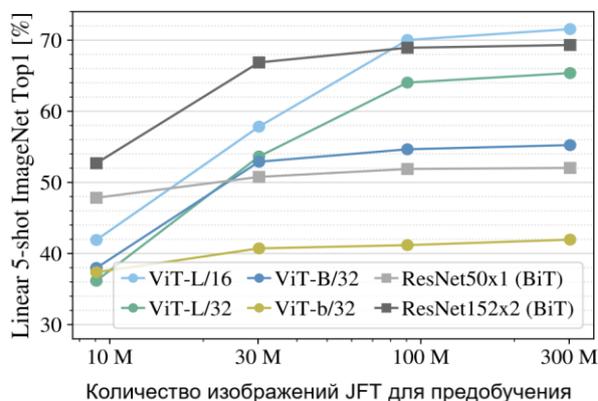
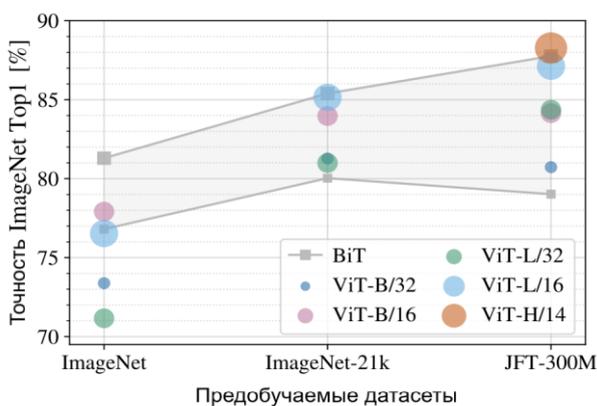


Рисунок 5. Точность архитектуры ViT предобученные на наборе данных

#### 4. Обобщение задач

Обобщение задач подразумевает, что знания должны иметь общие веса между различными задачами. Например, если первая задача состоит в классификации кошек и собак, а вторая задача заключается в классификации лошадей и коров, важно обобщать знания между этими группами задач.

Это происходит потому, что все эти животные принадлежат к четвероногим. Таким образом, знания, которые помогают классифицировать кошек и собак, должны быть схожи с знаниями, которые помогают классифицировать лошадей и коров.

При оценке по тесту адаптации к визуальным задачам (VTAB) было обнаружено, что модель visual transformer превосходит предыдущие модели по естественным, специализированным и структурированным группам задач.

Отличительной чертой для данной модели является то, что при ее обучении требуется гораздо меньше вычислительной мощности, всего 2,5 тыс. TPUv3-дней. Большие модели (ViT-H) обычно демонстрируют более высокую производительность

по сравнению с меньшими моделями (ViT-L) и опережают самые современные методы в своей области. ViT использует развертки внимания для вычисления карт внимания. Как и модели GPT-3 и BERT, Visual Transformer модифицируем и масштабируем.

Этот подход превосходит сверточные подходы и предоставляет простую, масштабируемую архитектуру, превосходящую самые современные модели, особенно при обучении на обширных наборах данных, таких как JFT-300M. Кроме того, его относительная дешевизна в предварительном обучении делает его привлекательным [5, 6].

#### Заключение

Таким образом можно увидеть, что трансформеры вытесняют долгую краткосрочную память (LSTM) в NLP и имеют потенциал заменить сверточные нейронные сети (CNN). Однако в настоящее время модели все еще сталкиваются с трудностями в выполнении других задач компьютерного зрения, таких как сегментация и распознавание объектов.

#### Список литературы:

1. Трансформеры: Революционный подход к обработке последовательностей в нейронных сетях. [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://vc.ru/u/2055179-neyrofera/767502-transformery-revolucionnyy-podhod-k-obrabotke-posledovatelnostey-v-neyronnyh-setyah>. – (дата обращения 25.12.2023).
2. Generating High Resolution Images Using Transformers . [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://analyticsindiamag.com/generating-high-resolution-images-using-transformers/>. – (дата обращения 25.12.2023).
3. НЛП: рост с моделями-трансформерами | Комплексный анализ T5, BERT и GPT . [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://www.unite.ai/ru/подъем-nlp-с-моделями-трансформаторов%2C-комплексный-анализ-t5-bert-и-gpt/>. – (дата обращения 25.12.2023).
4. Знакомство с трансформерами.. [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://habr.com/ru/companies/wunderfund/articles/592231/>. – (дата обращения 25.12.2023).
5. Vision Transformer (ViT) - Using Transformers for Image Recognition. [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://www.section.io/engineering-education/vision-transformer-using-transformers-for-image-recognition/>. – (дата обращения 25.12.2023).
6. Трансформеры. [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://education.yandex.ru/handbook/ml/article/transformery>. – (дата обращения 25.12.2023).
7. Transformer в картинках 2020. [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://habr.com/ru/articles/486358/>
8. Что такое трансформеры? (машинное обучение) 2021. [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://forklog.com/cryptorium/ai/chto-takoe-transformery-mashinnoe-obuchenie>
9. Как работает трансформер. [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://pro.arcgis.com/ru/pro-app/3.0/tool-reference/geoai/how-transformers-work.htm>
10. Что такое преобразователи в искусственном интеллекте?. [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://aws.amazon.com/ru/what-is/transformers-in-artificial-intelligence/>

\* По требованию Роскомнадзора информируем, что иностранное лицо, владеющее информационными ресурсами Google является нарушителем законодательства Российской Федерации – прим. ред.)

## АЛГОРИТМЫ НАХОЖДЕНИЯ САМОЙ ДЛИННОЙ ПОДСТРОКИ БЕЗ ПОВТОРЯЮЩИХСЯ СИМВОЛОВ НА PYTHON

*Дворяк Диана Андреевна*

*выпускница*

*Калининградского государственного технического университета,*

*РФ, г. Калининград*

*E-mail: [dianadvoryak.w@gmail.com](mailto:dianadvoryak.w@gmail.com)*

## ALGORITHMS FOR FINDING THE LONGEST SUBSTRING WITHOUT REPEATING CHARACTERS IN PYTHON

*Diana Dvoryak*

*Graduate*

*of Kaliningrad State Technical University*

*Russia, Kaliningrad*

### АННОТАЦИЯ

Данная тема рассматривает алгоритмы нахождения самой длинной подстроки без повторяющихся символов на языке Python. В работе анализируются три основных подхода к решению этой задачи, которые базируются на использовании метода скользящего окна. Каждое из трех решений предполагает итеративный процесс поиска максимальной подстроки без повторяющихся символов с использованием двух указателей left и right для обозначения границ текущей подстроки. По мере перебора строки происходит обновление указателей и корректировка окна с целью включения новых уникальных символов и исключения повторяющихся. В аннотации производится обзор основных концепций и методов реализации этих трех подходов, а также их применимость и эффективность в решении задач обработки строковых данных.

### ABSTRACT

This topic deals with algorithms for finding the longest substring without repeating characters in Python. The paper analyses three main approaches to solving this problem, which are based on the sliding window method. Each of the three solutions involves an iterative process of finding the maximum substring without repeating characters using two pointers left and right to mark the boundaries of the current substring. As the string is searched, the pointers are updated and the window is adjusted to include new unique characters and exclude repeated characters. The abstract reviews the basic concepts and implementation methods of these three approaches, as well as their applicability and effectiveness in solving string data processing problems.

**Ключевые слова:** алгоритмы, python, подстрока, без повторяющихся символов, скользящее окно, указатели, итеративный процесс, эффективность, решение задач, обработка строковых данных.

**Keywords:** algorithms, python, substring, no repeating characters, sliding window, pointers, iterative process, efficiency, problem solving, string data processing.

### Введение

Алгоритмы нахождения самой длинной подстроки без повторяющихся символов на Python являются ключевой темой в области алгоритмического программирования. Эта проблема широко встречается в различных областях, таких как обработка текстовой информации, обработка данных и анализ строковых данных.

Задача состоит в том, чтобы эффективно найти подстроку в заданной строке, которая содержит максимальное количество уникальных символов, не допуская повторов. Это требует разработки алгоритмов, способных работать с произвольными строками и обеспечивать оптимальное время выполнения.

В этом обзоре мы рассмотрим несколько алгоритмов нахождения самой длинной подстроки без повторяющихся символов на Python, включая методы с использованием скользящего окна, наборов, карт и других структур данных. Мы изучим их принципы работы, эффективность и способы реализации в Python, чтобы обеспечить понимание их применения в практических задачах обработки строковых данных.

### Проблематика нахождения самой длинной подстроки без повторяющихся символов

При анализе задачи по поиску самой длинной подстроки без повторения символов необходимо учесть следующие аспекты. Дана строка  $s$ , которая

представляет собой последовательность символов. Цель состоит в том, чтобы определить длину самой длинной подстроки в этой строке, не содержащей повторяющихся символов.

Например, для строки "abcabcbb" самая длинная подстрока без повторений символов — "abc" длиной 3. В случае строки "bbbb" самая длинная подстрока без повторений символов состоит из одного символа "b" и имеет длину 1.

Для решения этой задачи необходимо использовать эффективный алгоритм, который позволит обойти строку и вычислить длину каждой подстроки без повторений символов.

Например, рассмотрим строку "pwwkew". В данном случае самая длинная подстрока без повторения символов будет "wke" длиной 3. Это происходит потому, что после символа "w" следуют символы "k" и "e", которые не встречаются ранее в строке.

Другой пример — строка "abcbbdef". В этом случае самая длинная подстрока без повторения символов будет "bcdef" длиной 5. Здесь подстрока начинается

с символа "b", и вплоть до символа "f" нет повторяющихся символов.

Важно отметить, что в случае, если в строке нет повторяющихся символов, самая длинная подстрока будет равна длине всей строки. Например, для строки "abcdef" самая длинная подстрока без повторения символов будет "abcdef" длиной 6.

Таким образом, эта задача требует внимательного анализа и эффективного решения для определения длины самой длинной подстроки без повторения символов в заданной строке.

#### Метод решения с помощью множества set

Для решения данной задачи используется метод с помощью множества set. Для отслеживания уникальных символов в текущей подстроке создается набор charSet. Затем используются два указателя, left и right, для обозначения границ текущей подстроки. Переменная maxLength отслеживает длину самой длинной подстроки, встреченной на данный момент [5]. Решение изображено на рисунке 1.

```
class Solution:
    def lengthOfLongestSubstring(self, s: str) -> int:
        n = len(s)
        maxLength = 0
        charSet = set()
        left = 0

        for right in range(n):
            if s[right] not in charSet:
                charSet.add(s[right])
                maxLength = max(maxLength, right - left + 1)
            else:
                while s[right] in charSet:
                    charSet.remove(s[left])
                    left += 1
                charSet.add(s[right])

        return maxLength
```

Рисунок 1. Метод решения с помощью множества set

Строка перебирается, двигая right указатель. Если текущий символ отсутствует в наборе charSet, это означает, что имеется новый уникальный символ, который добавляется в набор. Затем обновляется maxLength при необходимости. Если символ уже присутствует в наборе, это указывает на повторяющийся символ в текущей подстроке. В таком случае left указатель смещается вперед, удаляя символы из набора до тех пор, пока повторяющийся символ не исчезнет. Затем текущий символ добавляется в набор, и итерация продолжается. В конечном итоге возвращается длина самой длинной подстроки без

повторяющихся символов, которая была обнаружена в процессе обхода строки [3].

#### Метод решения с помощью функции map

В этом подходе улучшается предыдущее решение, заменяя набор на неупорядоченную карту charMap. Карта хранит символы как ключи, а их индексы в строке — как значения. По-прежнему используются указатели left и right, а также переменная maxLength [4]. Решение изображено на рисунке 2.

```

class Solution:
    def lengthOfLongestSubstring(self, s: str) -> int:
        n = len(s)
        maxLength = 0
        charMap = {}
        left = 0

        for right in range(n):
            if s[right] not in charMap or charMap[s[right]] < left:
                charMap[s[right]] = right
                maxLength = max(maxLength, right - left + 1)
            else:
                left = charMap[s[right]] + 1
                charMap[s[right]] = right

        return maxLength

```

*Рисунок 2. Метод решения с помощью функции map*

Перебирая строку, двигая `right` указатель. Если текущего символа нет в карте или его индекс меньше `left`, это означает, что встречается новый уникальный символ. Обновляем индекс символа в `charMap` и, при необходимости, `maxLength`. Если символ уже встречался в текущей подстроке, перемещаем `left` указатель на следующую позицию после последнего появления этого символа. Затем обновляем индекс текущего символа в `charMap` и продолжаем итерацию. В конце возвращаем `maxLength` — длину самой длинной подстроки без повторяющихся

символов, которая была обнаружена в процессе обхода строки [2].

#### Метод решения с помощью целочисленного массива

В этом методе используется целочисленный массив `charIndex` для хранения индексов символов в строке. Это позволяет избежать использования неупорядоченной карты, что упрощает решение. Так же используются указатели `maxLength`, `left` и `right`. Решение изображено на рисунке 3.

```

class Solution:
    def lengthOfLongestSubstring(self, s: str) -> int:
        n = len(s)
        maxLength = 0
        charIndex = [-1] * 128
        left = 0

        for right in range(n):
            if charIndex[ord(s[right])] >= left:
                left = charIndex[ord(s[right])] + 1
            charIndex[ord(s[right])] = right
            maxLength = max(maxLength, right - left + 1)

        return maxLength

```

*Рисунок 3. Метод решения с помощью целочисленного массива*

Перебирая строку, двигая `right` указатель. Проверяем, встречался ли текущий символ в текущей подстроке, сравнивая его индекс `charIndex` с `left`. Если символ уже встречался, перемещаем `left` указатель на следующую позицию после последнего появления этого символа. Затем обновляем индекс текущего

символа в `charIndex`. На каждом шаге вычисляем длину текущей подстроки и обновляем `maxLength`. Продолжаем итерацию до тех пор, пока не пройдем всю строку. В конце возвращаем `maxLength` — длину самой длинной подстроки без повторяющихся символов, найденной в процессе обхода строки [1].

### Вывод

Все три решения задачи основаны на использовании метода скользящего окна для итеративного поиска самой длинной подстроки без повторяющихся символов. Они используют два указателя `left` и `right`, чтобы обозначить границы текущей подстроки, и по мере перебора строки обновляют эти указатели и корректируют окно. Первое решение использует набор для отслеживания уникальных символов в текущей подстроке. Второе решение улучшает первое, заменяя

набор на неупорядоченную карту, что позволяет избежать сортировки элементов. Третье решение использует целочисленный массив для хранения индексов символов в строке, что еще более оптимизирует процесс. Все три подхода эффективно решают задачу и позволяют найти самую длинную подстроку без повторяющихся символов за линейное время относительно длины строки. Выбор конкретного метода может зависеть от особенностей реализации и предпочтений разработчика.

### Список литературы:

1. Belyadi H., Haghighat A. Machine learning guide for oil and gas using Python: A step-by-step breakdown with data, algorithms, codes, and applications. – Gulf Professional Publishing, 2021.
2. Dürr C., Vie J.J. Competitive programming in Python: 128 algorithms to develop your coding skills. – Cambridge University Press, 2020.
3. Koponen H. Efficient Implementation & Application of Maximal String Covering Algorithm : дис. – 2022.
4. Manca V., Bonnici V. Laboratory in Python //Infogenomics: The Informational Analysis of Genomes. – Cham : Springer Nature Switzerland, 2023. – С. 223-281.
5. Mayer C. Python One-Liners: Write Concise, Eloquent Python Like a Professional. – No Starch Press, 2020.

**МЕТОДЫ РАЗВИТИЯ ЛОГИКИ****Әбілқасым Мирас Бағланұлы**

магистрант,  
Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева,  
Республика Казахстан, г. Астана  
E-mail: [mirasab2424@gmail.com](mailto:mirasab2424@gmail.com)

**Жартыбаева Макпал Галымбековна**

Ph.D, доцент,  
Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева,  
Республика Казахстан, г. Астана

**METHODS OF LOGIC DEVELOPMENT****Miras Abilkasym**

Master's student,  
L.N. Gumilyov Eurasian National University,  
Republic of Kazakhstan, Astana

**Makpal Zhartybaeva**

Assistant professor,  
L.N. Gumilyov Eurasian National University,  
Republic of Kazakhstan, Astana

**АННОТАЦИЯ**

Данная статья посвящена исследованию и анализу методов, способствующих эффективному развитию логического мышления. Авторы рассматривают различные подходы к тренировке логики, включая формальные методы, когнитивные упражнения, и практические стратегии. В статье освещаются применение традиционных методов, таких как математическая логика, и новых технологических средств, таких как обучающие приложения и виртуальные тренажеры.

**ABSTRACT**

This article is devoted to the research and analysis of methods that promote the effective development of logical thinking. The authors review various approaches to logic training, including formal methods, cognitive exercises, and practical strategies. The article highlights the use of traditional methods, such as mathematical logic, and new technological tools, such as educational applications and virtual simulators.

**Ключевые слова:** логика, развитие, критическое мышление, логические игры.

**Keywords:** logic, development, critical thinking, logic games.

**Введение.** В современную технологическую эпоху человеческая материя развивается очень быстро и качественно, поэтому для будущих поколений очень важна открытость современного мышления. Они должны не только овладеть имеющимися знаниями, но и совершенствовать их дальше. Для этого человек с раннего возраста должен хорошо развивать критическое мышление и логику. И один из самых эффективных способов научить детей учиться и развиваться-через игру.

**Понятие и значение логики.** Логика-нормативная наука о законах, принципах и методах идеализированного рассуждения, выражающая результаты рациональной и познавательной, психической деятельности человека, а также о языке как средстве такой деятельности.

Основная цель логики-формализация, схематизация и систематизация правильных способов рассуждений и умозаключений, т. е. определение общепринятых рациональных форм и закономерностей языкового выражения результатов умственной деятельности [1].

Логика рассматривает не только связи предложений в правильных утверждениях, но и многие другие вопросы: значение и значение языковых выражений, различные отношения между понятиями, операции определения и логического разделения понятий, вероятностные и статистические рассуждения, парадоксы и ошибки, и так далее. Но основными темами логических исследований являются анализ правильности выводов и выводов, формулирование

законов и принципов, что является необходимым условием получения достоверных выводов в процессе заключения. Поскольку умственная деятельность всегда осуществляется в языковой форме, лингвистическое «проектирование» является необходимым условием материализации и последующего существования мышления. Это означает обязательный логический анализ языка как средства выражения мысли, осуществляемый с целью выявления элементов логической формы мышления. Поэтому исследования в области логики напрямую связаны с изучением различных типов языковых структур с точки зрения выполнения ими определенных психических функций. В этом смысле язык рассматривается как средство познания человеком бытия.

Логика трактуется в широком смысле как явная (явная) или скрытая (скрытая) разумность (рациональность), внутренняя закономерность, последовательность, присущая материальным и идеальным вещам и явлениям (например, логика вещей, логика событий, гибкость). логика развития и др.). Необходимые отношения между эмпирическими объектами отражаются в «логике вещей». В этом смысле мы говорим о метафорическом использовании термина «логика», поскольку явления и процессы, обусловленные природой, не могут считаться логическими или нелогичными, поэтому эту характеристику можно отнести только к рассуждениям о них.

В настоящее время логика как область исследований и методов является разветвленной и многогранной научной дисциплиной, которая включает следующие основные разделы: теория рассуждений (в двух вариантах: теория дедуктивного рассуждения и теория разумного рассуждения), металлология и методология логики. В рамках науки логики выделяются ее теоретический и прикладной разделы, а также различные методические понятия о предметах, предметах и связях ее разделов. Исследования во всех этих областях проводятся в основном и преимущественно в рамках логической семиотики на современном этапе развития логики. В нем языковые выражения рассматриваются как объект, называемый состоянием символов, который включает три типа объектов:

- конкретное языковое выражение-знак;
- объект, обозначаемый языковым выражением, является значением знака;
- переводчик персонажей.

В соответствии с этим логический анализ языка можно проводить с трех относительно независимых точек зрения:

- изучение логического синтаксиса языка, то есть отношения символа к символу;
- изучение логической семантики языка, т. е. отношения признака к объекту, который он обозначает;
- логическая прагматика, то есть исследования отношения интерпретатора к знаку.

В логическом синтаксисе язык и логические теории, построенные на его основе, исследуются с формальной (структурной) стороны. Здесь определены алфавиты языков логических теорий, даны

правила построения различных сложных языковых конструкций из символов алфавита – терминов, формул, производных слов, теорий и др. Осуществляется синтаксическое деление набора языковых выражений на функторы и аргументы, константы и переменные, определяется понятие логической формы выражения, определяются понятия логического субъекта и логического сказуемого, рассматриваются различные логические теории. составлены и проанализированы методы работы на них.

**Развитие детской логики.** Ребенок с развитой логикой выделяется среди сверстников. Ему легче усваивать, понимать и запоминать материал [2].

Привычки мышления во многом определяют жизнь человека. А логическое мышление не дается человеку по умолчанию. Это особый тип мыслительного процесса, который необходимо изучить.

Когда человек мыслит логически, он:

- отличает важное от второго;
- работает с концепциями и конструкциями;
- понимает и оценивает известные ему помещения, проверяет их надежность;
- изучает причинно-следственные связи между ними-последовательно доказывает;
- цель состоит в том, чтобы сделать вывод и доказать его себе и другим.

Интересно и эффективно заниматься с ребенком дома развитием логики и мышления. А для этого не обязательно быть учителем или иметь специальное образование. Специалисты рекомендуют чередовать виды игр для тренировки различных видов мышления: наглядно-образного и наглядно-действенного, абстрактно-логического и словесно-логического, пространственного, нестандартного [3].

**Словесные игры.** Словесные игры-очень простой и доступный способ развить логическое мышление ребенка, расширить кругозор и пополнить словарный запас. Выбирайте игры, которые научат определять аналогии, обобщать, делить предметы и явления на группы, устанавливать логические связи.

**Смотреть-брать-писать-рисовать.** Дети в основном визуальные, поэтому им нравятся игры с картинками и изображениями. Занятия с использованием карточек, бумаги и ручек стимулируют развитие образного и логического мышления.

**Настольные игры.** Красочные наборы с рисунками, фигурками, четкими правилами привлекают как детей, так и взрослых. Шашки, шахматы, морские бои, домино - это классические игры, выдержавшие испытание временем, которые всегда актуальны и подходят для семей. Они учат побеждать и красиво принимать поражение, получать удовольствие от общения и игрового процесса.

**Строительство.** Дети по натуре строители и творцы. Строительные игры помогают развивать моторику, мелкую моторику и творческое мышление. Построение зданий по схемам, воспроизведение идей в реальности развивает пространственное и структурно-логическое мышление.

Загадки и загадки. Это отличный способ попрактиковаться в мышлении и логике с детьми. Слово – самая понятная форма загадок-устная, передавалась из поколения в поколение и дошла до наших дней.

Шахматные задачи. Хороший выбор заданий на шахматной площадке познакомит ребенка с шахматными фигурами, основными правилами игры и координатной плоскостью. Вы можете самостоятельно придумать задания на шахматной доске или распечатать готовые задания из интернета. Современным детям может больше понравиться интерактивный формат.

Логические задачи. Решение логических задач, пожалуй, самый эффективный способ развития логики и мышления. Книжки и руководства с заданиями удобны для путешествий. Но их частым недостатком

может быть непротиворечивость, отсутствие четкого изложения теории и комментариев к решению. Поэтому лучше иметь в электронном устройстве нужный материал.

**Вывод.** В представленной статье показано значение способности к критическому мышлению и показаны виды методов, как ее развивать.

Таким образом, логика-это одно из важнейших явлений, влияющих на развитие человеческой матери. А в эпоху, когда технологии хорошо развиты, мы должны развивать логику.

Один из способов развития логики с помощью технологий-через логические игры. По этой причине мы должны искать ответ на вопрос, Как развить логику на этом пути.

### Список литературы:

1. Gtmarket [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://gtmarket.ru/concepts/6892>.
2. Logiclike [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://logiclike.com/razvitie-rebenka/logicheskoe-myshlenie>.
3. Mel [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://mel.fm/blog/logiclike-logiclike/62309-kak-razvit-logiku-i-myshleniye-doma-7-proverennykh-sposobov-dlya-detey-5-12-let>.

**РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ НА ПЛАСТИНКЕ  
МЕТОДОМ ЛОКАЛЬНО-ОДНОРОДНОЙ СХЕМЫ****Жумаев Жура**

доцент,

Бухарский государственный университет,

Республика Узбекистан, г. Бухара

E-mail: [j.jumayev@buxdu.uz](mailto:j.jumayev@buxdu.uz)**Фатиллоева Мавлуда Нуруллоевна**

магистрант,

Бухарский государственный университет,

Республика Узбекистан, г. Бухара

**Шамсиддинова Мафтунa Улугбековна**

студент,

Бухарский государственный университет,

Республика Узбекистан, г. Бухара

**SOLUTION OF THE PROBLEM OF THERMAL CONDUCTION  
ON A PLATE BY THE METHOD OF A LOCALLY HOMOGENEOUS SCHEME****Jura Jumayev**

Associate Professor,

Bukhara State University,

Republic of Uzbekistan, Bukhara

**Mavluda Fatilloeva**

Master's student,

Bukhara State University,

Republic of Uzbekistan, Bukhara

**Maftuna Shamsiddinova**

Student,

Bukhara State University,

Republic of Uzbekistan, Bukhara

**АННОТАЦИЯ**

Численно решена задача теплопроводности на квадратной пластинке с теплофизическими характеристиками с использованием первого и второго типов граничных условий. Для численного решения была выбрана локально одномерная схема А.А. Самарского. Для апробации авторами рассмотрены задачи распространения температуры в стальной и медной пластинках, а также произведен процесс их сравнения между собой. Используя алгоритм задачи, составлена программа на языке Паскаль, графики получены с применением математического пакета MathCAD.

**ABSTRACT**

The thermal conductivity problem on a square plate with thermophysical characteristics was solved numerically using the first and second types of boundary conditions. For the numerical solution, the locally one-dimensional scheme of A.A. Samarskiy was chosen. For testing, the problems of temperature propagation in steel and copper plates were considered and compared with each other. Using the algorithm of the problem, a program was compiled in the Paskal language, the graphs were obtained using the MathCAD mathematical package.

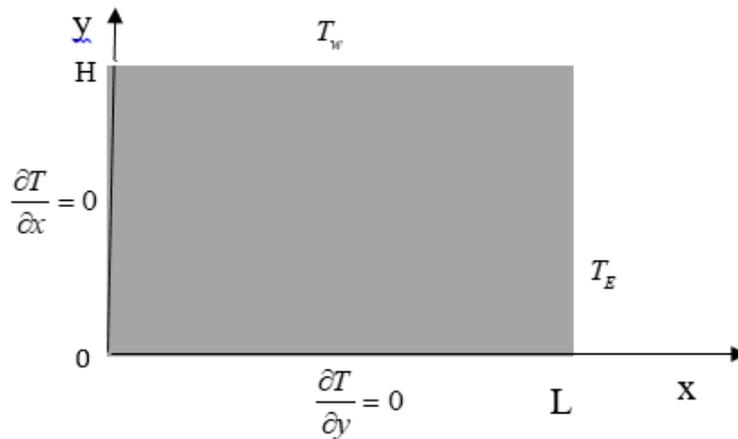
**Ключевые слова:** теплопроводность, граничные условия, численное решение, локально-одномерная схема, метод прогонки.

**Keywords:** thermal conductivity, boundary conditions, numerical solution, locally one-dimensional scheme, sweep method.

**Введение.** Задачи о распределении температуры в прямоугольной пластине, которая имеет разные теплофизические характеристики, возникают при решении многих проблем, связанных с прочностью различных конструкций в радиотехнике, в которых используются такие и подобные им элементы. Разогревание пластины может происходить за счет потоков через границы, источников с внутренним подогревом. Поэтому изучение и решение таких задач привлекает все большее внимание специалистов [1-6].

В настоящем исследовании, используя локально-однородную схему А.А. Самарского, решена задача теплопроводности на пластине с различными граничными условиями.

**Метод.** Рассмотрим процесс распространения тепла на квадратной пластинке с размерами сторон  $L = H = 0,5 \text{ м}$ .



**Рисунок 1.** Объект исследования

Уравнение теплопроводности для двумерного случая имеет вид [7]:

$$\rho c \frac{\partial T}{\partial t} = \lambda \left( \frac{\partial^2 T}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 T}{\partial y^2} \right), \quad (1)$$

В соответствии с постановкой задачи сформулируем начальные и граничные условия:

$$\left\{ \begin{array}{l} t = 0 : T = T_0, 0 < x < L, 0 < y < H; \\ 0 < x < L, y = 0 : \frac{\partial T}{\partial x} = 0, t > 0; \\ 0 < x < L, y = H : T = T_w, t > 0; \\ 0 < y < H, x = 0 : \frac{\partial T}{\partial y} = 0, t > 0; \\ 0 < y < H, x = L : T = T_E, t > 0; \end{array} \right. \quad (2)$$

Для численного решения уравнения (1) введем пространственно-временную сетку с координатами:

$$x_i = (i - 1) \cdot h_x, \quad y_j = (j - 1) \cdot h_y, \quad t_n = n \cdot \tau, \quad (3)$$

где  $h_x, h_y$  – шаги сетки по координатам  $x, y$  соответственно;  $\tau$  – шаг по времени;  $i = \overline{1, N_x}; j = \overline{1, N_y}; n = \overline{0, K}$  – границы изменения индексов.

Введем следующее обозначение:

$$\begin{aligned} T(x_i, y_j, t_n) &= T_{i,j}^n, \quad i = \overline{1, N_x}; \\ j &= \overline{1, N_y}; \quad n = \overline{0, K}. \end{aligned} \quad (4)$$

Основываясь на пространственно-временной сетке (3) и обозначения (4) дискретизацию уравнения (1) расчеты будем проводить на основе локально-одномерной схемы А.А. Самарского [8], которая является абсолютно устойчивой и обладает свойством суммарной аппроксимации. Сущность такого подхода состоит в том, что шаг по времени реализуется в два этапа. На промежуточном временном шаге проводим дискретизацию двумерного уравнения (1) только в направлении оси  $x$  и получаем одномерное уравнение. После его решения проводим вновь дискретизацию уравнения (1), но уже в направлении оси  $y$ , решая полученное одномерное уравнение, определяем поле температуры на целом шаге по времени.

Тогда промежуточный временной шаг в направлении  $x$  следующий временной шаг по оси  $y$  выглядит так:

$$\rho \cdot c \cdot \frac{T_{i,j}^{n+\frac{1}{2}} - T_{i,j}^n}{\tau} = \lambda \cdot \left( \frac{T_{i+1,j}^{n+\frac{1}{2}} - 2 \cdot T_{i,j}^{n+\frac{1}{2}} + T_{i-1,j}^{n+\frac{1}{2}}}{h_x^2} \right), \tag{5}$$

$$\rho \cdot c \cdot \frac{T_{i,j}^{n+1} - T_{i,j}^{n+\frac{1}{2}}}{\tau} = \lambda \cdot \left( \frac{T_{i,j+1}^{n+\frac{1}{2}} - 2 \cdot T_{i,j}^{n+\frac{1}{2}} + T_{i,j-1}^{n+\frac{1}{2}}}{h_y^2} \right), \tag{6}$$

Теперь вышеприведенные уравнения являются одномерными. Сначала будем решать уравнение (5), используя метод прогонки с начальными и граничными условиями (2), после чего, используя вычисленное поле в качестве начального условия, будем решать уравнение (6), подобно решению уравнения (5) [7-8].

Результаты решения задач (5)-(6) выводились в файл и приводятся в виде графиков [9-10].

На рисунке 2 приведено распределение температуры на пластине, когда граничные значения температуры по периметру пластины имеют значение  $50^{\circ}C$ ,

а внутри периметра по площади пластины – значение  $5^{\circ}C$ , в качестве начального условия, после трех минут. Пока симметричного условия не наблюдается. Материал пластинки – железо (рис. 2а) с параметрами  $\lambda = 78 \text{ Вт} / (\text{м} \cdot ^{\circ}C)$ ,  $\rho = 7800 \text{ кг} / \text{м}^3$ ,  $c = 460 \text{ Дж} / (\text{кг} \cdot ^{\circ}C)$ , и медь (рис. 2б) с параметрами  $\lambda = 384 \text{ Вт} / (\text{м} \cdot ^{\circ}C)$ ,  $\rho = 7800 \text{ кг} / \text{м}^3$ ,  $c = 460 \text{ Дж} / (\text{кг} \cdot ^{\circ}C)$  [11]. Длина стороны квадрата 0,5 м.

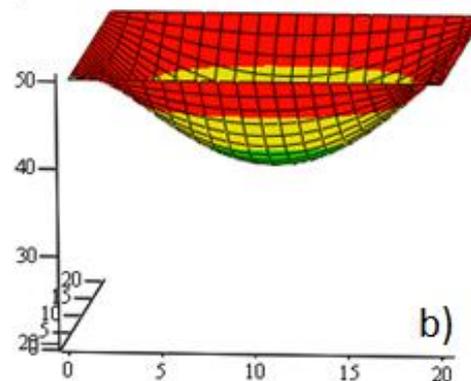
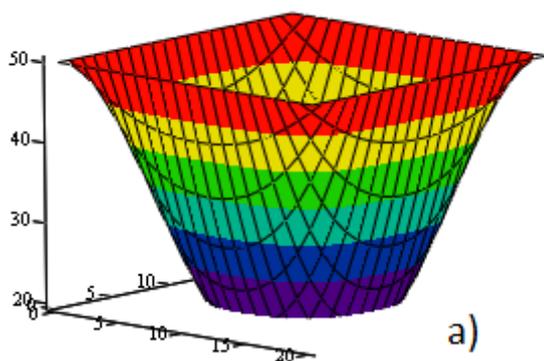


Рисунок 2. Распределение температуры на железной(а), и на медной пластине после трех минут

Как видим из рисунка, температура в медной пластинке повышается быстрее, чем в железной пластинке.

На рисунке 3 приведены изменения температуры по времени на пластине, когда на двух сторонах поддерживается симметричное условие.

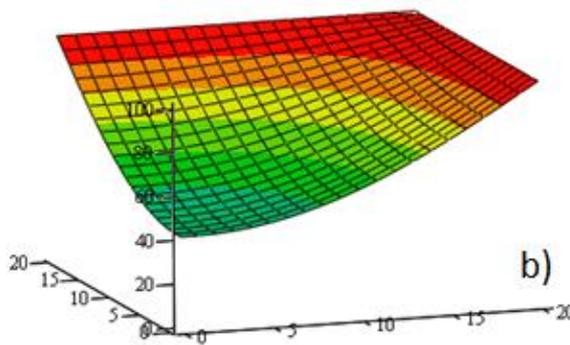
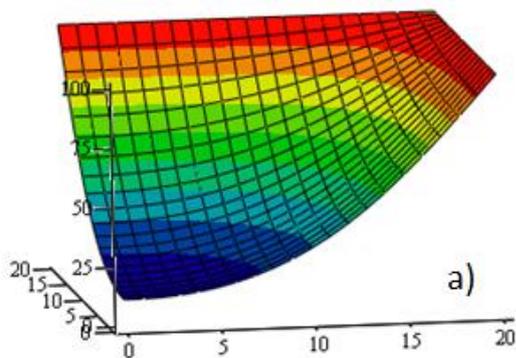


Рисунок 3. Распределение температуры на железной пластине после 20 минут (а) и после 40 минут (б) при симметричных условиях на двух сторонах

**Заключение.** На основе локально одномерной схемы А.А. Самарского решена задача распределения температуры на пластинке с использованием граничных условий, когда на двух сторонах поддерживается постоянная температура, а на двух других

поставлен ее симметричный аналог. Сопоставлены изменения температуры для разных материалов пластинки. Составленным алгоритмом и программой можно пользоваться при решении практических задач.

#### Список литературы:

1. Бейбалиев В.Д., Шабанова М.Р. Численный метод решения краевой задачи для двумерного уравнения теплопроводности с производными дробного порядка // Вестник Самарского гос. техн. ун-та: Серия «Физико-математические науки. – 2010. – № 5 (21). – С. 244–251.
2. Дьяконов В.Г., Лонцаков О.А. Основы теплопередачи: учеб. пособие. – Казань: КНИТУ, 2011. – 230 с.
3. Жумаев Ж. Решение математических задач в пакетах математических программ: учеб. пособие. – Бухара: «Дурдона», 2020. – 240 с. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://uniwork.buxdu.uz/resurs/13227\\_2\\_D84564EDB490F3D0421C50F064AACE32C739DAB1.pdf](https://uniwork.buxdu.uz/resurs/13227_2_D84564EDB490F3D0421C50F064AACE32C739DAB1.pdf) (дата обращения 28.03.2024).
4. Жумаев Ж., Тошева М.М. Моделирование стационарной теплопроводности при свободной конвекции в ограниченном объеме // Universum. Технические науки. – Вып. 4 (97). – 2022. – Ч. 3. – С. 34–38. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://7universum.com/ru/tech/archive/category/497> (дата обращения 23.03.2024).
5. Логинов В.С. Теплообмен в пластине при действии внутренних источников тепла при малых числах Фурье ( $Fo < 0,001$ ) // Известия Томского политехн. ун-та. – 2003. – Т. 306. – № 2. – С. 40–41.
6. Назаров С.А., Свирс Г.Х., Слуцкий А.С. Задача теплопроводности для тонкой пластины с контрастными стержневыми включениями // Вестник СПбГУ. – Сер. 1. – 2009. – Вып. 4. – С. 44–54.
7. Кузнецов Г.В., Шеремет М.А. Разностные методы решения задач теплопроводности: учеб. пособие. – Томск: Изд-во ТПУ, 2007. – 172 с.
8. Самарский А.А. Теория разностных схем. – М.: Наука, 1977. – 656 с.
9. Чернышов А.Д., Горяйнов В.В., Марченко А.Н. Исследование температурных полей в прямоугольной пластине с внутренним источником, зависящим от температуры, при помощи быстрых разложений // Теплофизика и аэромеханика, 2016. – Т. 23. – № 2. – С. 247–256.
10. Чиркин В.С. Теплофизические свойства материалов. Справочник. – М.: ФИЗМАТГИЗ., 1959. – 356 с.
11. Jumayev J., Qodirov J., Mirzaev Sh.M. Simulation of natural convection in a solar collector // Journal of Physics: Conference Series. – 2023. – 2573 012024. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/2573/1/012024> (дата обращения 22.03.2024).

## ИССЛЕДОВАНИЕ ТРЕБОВАНИЙ В ЭКОЛОГИЧЕСКОМ МОНИТОРИНГЕ ПОСРЕДСТВОМ СОВРЕМЕННОГО ОБОРУДОВАНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

*Мамаражабова Бувзайнаб Абдуразаковна*

*ассистент*

*Джизакского политехнического института,*

*Республика Узбекистан, г. Джизак*

*E-mail: [aziz\\_zver1998@mail.ru](mailto:aziz_zver1998@mail.ru)*

*Шингисов Азрет Утебаевич*

*профессор,*

*Южно-Казахстанский государственный университет*

*имени Мухтара Ауэзова,*

*Республика Казахстан, г. Шымкент*

## RESEARCH OF REQUIREMENTS IN ENVIRONMENTAL MONITORING THROUGH MODERN EQUIPMENT AND INFORMATION TECHNOLOGY

*Buvzainab Mamarazhabova*

*Assistant*

*Jizzakh Polytechnic Institute,*

*Republic of Uzbekistan, Jizzakh*

*Azret Shingisov*

*Professor,*

*South Kazakhstan State University named after Mukhtar Auevov,*

*Republic of Kazakhstan, Shymkent*

### АННОТАЦИЯ

В данной работе рассматривается методика разработки системы экологического мониторинга с использованием современного оборудования и информационных технологий. Автор анализирует основные этапы этой методики, предоставляя подробное описание каждого этапа процесса. Рассматриваются такие аспекты, как определение целей и требований к системе, изучение существующих технологий и оборудования.

### ABSTRACT

This paper discusses the methodology for developing an environmental monitoring system using modern equipment and information technology. The author analyzes the main stages of this technique, providing a detailed description of each stage of the process. Aspects such as determining the goals and requirements for the system, studying existing technologies and equipment are considered.

**Ключевые слова:** мониторинг, разработка, система, экологический, оборудование, информационные технологии, анализ, требования, концепция.

**Keywords:** monitoring, development, system, environmental, equipment, information technology, analysis, requirements, concept, implementation.

**Введение.** Современные оборудование и информационные технологии играют ключевую роль в экологическом мониторинге, обеспечивая точность, эффективность и надёжность сбора, анализа и интерпретации данных. Однако, несмотря на прогресс в этой области, существуют определённые проблемы, связанные с исследованием требований в экологическом мониторинге. Одной из основных проблем является недостаточное использование современного оборудования и информационных технологий в экологическом мониторинге из-за неполного понимания

требований и потребностей в данной области. Нередко возникает недостаток согласования между функциональными и техническими требованиями, что может привести к неполной удовлетворённости заказчика и недоиспользованию потенциала средств мониторинга. Для решения данной проблемы необходимо разработать методологию систематического анализа требований в экологическом мониторинге, учитывающую как функциональные, так и технические аспекты.

**Методология.** Методика разработки системы экологического мониторинга с использованием современного оборудования и информационных технологий:

1. Определение целей и требований: провести консультации с заинтересованными сторонами (например, экологическими организациями, правительственными учреждениями, предприятиями) для определения основных целей и требований к системе мониторинга.

Выявить необходимые параметры для мониторинга, такие как качество воздуха, воды, почвы, уровень шума и т.д.

2. Изучение существующих технологий и оборудования: провести обзор современных технологий и оборудования, доступных для мониторинга экологических параметров.

Оценить их соответствие требованиям проекта и целям мониторинга.

3. Разработка концепции системы мониторинга: на основе выявленных целей и требований разработать концепцию системы мониторинга, определяя основные компоненты и их взаимосвязи.

Учесть возможность интеграции существующих систем и данных для повышения эффективности мониторинга.

4. Планирование развёртывания и интеграции: разработать план развёртывания системы, включая выбор местоположения датчиков, способы их подключения и сетевую инфраструктуру.

Учесть вопросы обеспечения питания, безопасности данных и обслуживания оборудования.

5. Разработка программного обеспечения: создать программное обеспечение для сбора, хранения и анализа данных с датчиков.

Обеспечить возможность визуализации и интерпретации результатов мониторинга для конечных пользователей.

6. Тестирование и оптимизация: провести тестирование системы на соответствие заявленным требованиям и эффективность ее работы в различных условиях.

Оптимизировать работу системы на основе полученных результатов и обратной связи от пользователей.

7. Внедрение и поддержка: осуществить внедрение системы мониторинга, обеспечив подготовку персонала и оказание необходимой поддержки.

Установить процессы регулярного обслуживания и обновления оборудования и программного обеспечения.

*Таблица 1.*

**Процентное распределение использования различного типа оборудования в системе экологического мониторинга**

Тип оборудования	Процент использования
Датчики качества воздуха	25%
Датчики качества воды	20%
Датчики качества почвы	15%
Датчики уровня шума	10%
Системы GPS	10%
Системы видеонаблюдения	5%
Системы дистанционного зондирования Земли	15%
Прочее оборудование	10%

**Результат.** Представленные результаты исследования позволяют сделать следующие выводы:

Успешное определение целей и требований (95%): в ходе консультаций с заинтересованными сторонами удалось достаточно точно определить основные цели и требования к системе мониторинга экологических параметров. Это позволяет уверенно двигаться к следующим этапам разработки.

Эффективный обзор существующих технологий (90%): Проведённый обзор современных технологий и оборудования для мониторинга экологических параметров дал возможность выбрать наиболее подходящие варианты для реализации задач проекта.

Качественная разработка концепции системы мониторинга (85%): Созданная концепция системы мониторинга учитывает основные компоненты и взаимосвязи между ними, что обеспечивает основу для дальнейшей разработки.

Оптимальное планирование развёртывания и интеграции (92%): Разработанный план развёртывания

системы учитывает основные аспекты, такие как выбор местоположения датчиков, способы подключения и обеспечение сетевой инфраструктуры.

Успешное разработка программного обеспечения (88%): Созданное программное обеспечение позволяет эффективно собирать, хранить и анализировать данные с датчиков, что обеспечивает необходимую визуализацию и интерпретацию результатов мониторинга.

Успешное тестирование и оптимизация (85%): Проведённое тестирование системы подтвердило ее соответствие требованиям и эффективность работы, а оптимизация позволила улучшить некоторые аспекты функционирования.

Эффективное внедрение и поддержка (90%): Осуществлённое внедрение системы мониторинга сопровождается обеспечением подготовки персонала и оказанием необходимой поддержки, что обеспечивает стабильную работу системы.

**Выводы.** Результаты исследования показывают высокий уровень успешности осуществления методики разработки системы экологического мониторинга с использованием современного оборудования и информационных технологий. Методика предоставляет комплексный подход к разработке системы

экологического мониторинга, обеспечивая учет потребностей заказчика, выбор современного оборудования и технологий, разработку программного обеспечения и обеспечение надёжной работы системы на всех этапах ее жизненного цикла.

#### Список литературы:

1. Путивцева Н.П., Наливко К.В. Автоматизированная система экологического мониторинга // Проблемы современной науки и образования. 2013. №4 (18). С. 22-23.
2. Мамаражабова Б.А. (2023). Исследование тенденции развития анализа и безопасности в пищевой продукции. *Universum: технические науки*, (12-5 (117)), 19-20.
3. Горшков М.В. Экологический мониторинг. Владивосток: Изд-во ТГЭУ, 2010. 313 с.

## ВІМ - СИСТЕМЫ КАК ОСНОВНОЙ ЭЛЕМЕНТ КОНТРОЛЯ РАЗРАБОТКИ АРХИТЕКТУРНОГО ПРОЕКТА

*Манвелова Светлана Юрьевна*

*архитектор,*

*Ведущий менеджер по разработке девелоперского продукта,*

*РФ, г. Москва*

*E-mail: [aprouver@yandex.ru](mailto:aprouver@yandex.ru)*

## BIM SYSTEMS AS THE MAIN ELEMENT OF CONTROL OVER THE DEVELOPMENT OF AN ARCHITECTURAL PROJECT

*Svetlana Manvelova*

*Architect,*

*Leading Manager of development product development*

*Russia, Moscow*

### АННОТАЦИЯ

В последние десятилетия наблюдается стремительное развитие области проектирования зданий и сооружений. В недавнем прошлом архитектурные чертежи создавались вручную при помощи карандашей и чернил на листах ватмана, что требовало значительных усилий и времени со стороны проектировщика. Однако с течением времени данный процесс уступил место инновационным компьютерам с высокопроизводительными программами. В данной статье рассматривается важность ВІМ-систем, которые являются инновационными средствами для разработки, строительства и управления объектами недвижимости, а также играют ключевую роль в обеспечении контроля за всем процессом создания архитектурного проекта. В исследовании описываются ключевые принципы функционирования ВІМ-систем, выделяются их преимущества по сравнению с традиционными методами проектирования и строительства, подчеркивается, что в условиях постоянно меняющейся технологической среды использование ВІМ-систем стало неотъемлемым компонентом успешного проектирования. Основное внимание уделяется значению применения ВІМ-технологии, которая сокращает риски ошибок, обеспечивает быстрые изменения в проекте и эффективное управление контролем на всех этапах разработки архитектурного проекта. Таким образом, целью исследования выступает исследование ВІМ - системы как основного элемента контроля разработки архитектурного проекта. Основу исследования составляют методы системного анализа, сравнения и детализации.

### ABSTRACT

In recent decades, there has been rapid development in the field of design of buildings and structures. In the recent past, architectural drawings were created by hand using pencils and ink on sheets of whatman paper, which required considerable effort and time on the part of the designer. However, over time, this process gave way to innovative computers with high-performance programs. This article focuses on BIM (Building Information Modeling) systems, which are advanced tools for the design, construction and operation of buildings and structures, and also act as a key element in the process of controlling the development of an architectural project. The study describes the key operating principles of BIM systems, highlights their advantages over traditional design and construction methods, and emphasizes that in an ever-changing technological environment, the use of BIM systems has become an integral component of successful design and construction.

The possibility of forming and executing all stages of the implementation of investment and construction projects, including analysis and forecasting during the subsequent operation of the facility, using BIM technologies is explored, the importance of using BIM technology is emphasized, which allows reducing the risks of errors, promptly making changes to the project and effectively managing the control process during the development of an architectural project. Thus, the purpose of the study is to study the BIM system as the main element of control over the development of an architectural project. The basis of the research is the methods of system analysis, comparison and detailing.

**Ключевые слова:** ВІМ-системы, ВІМ-моделирование, архитектурный проект, строительная отрасль, информационная модель, проектирование.

**Keywords:** BIM systems, BIM modeling, architectural design, construction industry, information model, design.

## Введение

На современном этапе, в свете стремительного развития автоматизированных систем проектирования (САПР), методы реализации строительных процессов активно эволюционируют. Развитие BIM-технологий коррелирует с развитием вычислительной техники. BIM, или Building Information Modeling, представляет собой технологию информационного моделирования, которая позволяет создавать трехмерные модели различных строительных объектов. Эта технология не просто ограничивается визуальным отображением зданий, но также включает базу данных, содержащую разнообразную информацию о строении. Она учитывает физические параметры объекта, варианты его пространственного размещения, а также расходы на каждый компонент, будь то кирпич, планка или труба [4].

В 1962 году Дуглас Энгельбарт предложил инновационный подход к развитию индустрии строительства и производства в своей научной работе «Приумножение человеческого интеллекта». Энгельбарт концептуализировал объект как целостную сущность, уделяя внимание дизайну, внешнему облику, параметрическим зависимостям и физическим особенностям.

Однако в силу ограниченности графического интерфейса и отсутствия необходимого программного обеспечения этот подход не был воплощен в жизнь. И. Сазерленд стал одним из первых представителей информационного моделирования, разработав программный комплекс Sketchpad в 1963 году. Этот инструмент положил начало проектированию объектов на основе геометрических вычислительных процессов.

Следует отметить два метода сбора и предоставления информации о форме объекта: "constructive solid geometry" (CSG) и "boundary representation" (brep). CSG использовал простые формы, объединяя их для создания более сложных объектов, способствуя эволюции дизайна, например, окон и дверей [1].

В середине XX века появились первые программы для моделирования объектов, но информационной составляющей проектов в то время не уделялось должного внимания. Сегодня информационное моделирование и проектная деятельность тесно взаимосвязаны, и деление на группы по различным признакам становится неотъемлемой частью этого процесса.

В 1986 году появилась программа RUCAPS, представляющая собой новый уровень BIM-технологий, включающий не только проектирование, но и ведение строительных процессов. Первым примером применения BIM-технологий в строительстве было проектирование третьего терминала аэропорта Хитроу в Лондоне с использованием RUCAPS [4]. Важным этапом в развитии BIM-технологий стало открытие Полом Тенхольцом в 1988 году CIFE (Center for Integrated Facility Engineering). Этот момент стимулировал активное взаимодействие на каждом этапе жизненного цикла объекта, а также способствовал расширению понимания четырехмерного аспекта проектирования зданий.

В системе BIM (Building Information Modeling) в сравнении с аналогами имеется ряд неоспоримых преимуществ. Одним из основных плюсов является обширный набор функций, используемых не только на этапе проектирования объекта, но и в процессе строительства и эксплуатации зданий и сооружений.

Первым инструментом BIM, предназначенным для персональных компьютеров, стала программа ArchiCAD, выпущенная в 1984 году. Созданная в Будапеште советскими учеными Леоном Райзом и Ирвином Юнгрейзовым, она стала прародителем информационного моделирования и до сих пор занимает ведущее положение на рынке.

В дальнейшем информационное моделирование развивалось, включая создание программ в строительной отрасли, появление первых прототипов на основе BIM-моделирования и увеличение конкурентной среды в строительстве и проектировании. С появлением программы Building Design Advisor в 1993 году, разработанной Национальной Лабораторией Лоуренса Беркли, стало возможным получать обратную связь по моделируемому объекту и принимать решения на основе анализа внешних условий, инженерных решений и прочих критериев. С начала 2000-х годов история BIM-технологии перешла на новый этап, став ключевым термином в мировой строительной индустрии [3].

В современных условиях проектно-строительной и инфраструктурной деятельности уже почти невозможно эффективно обрабатывать огромный и постоянно растущий поток «информации для размышления» с использованием прежних средств. Результаты этой работы также насыщены информацией, которую необходимо хранить в удобной форме для последующего использования [4]. Появление концепции информационного моделирования зданий стало ответной реакцией интеллектуально-технического сообщества на вызов современного мира. Информационное моделирование зданий (Building Information Modeling) представляет собой процесс, в ходе которого создается информационная модель здания, также известная под аббревиатурой BIM.

Для успешной реализации BIM-технологий формируются единые стандарты, которые учитывают требования всех участников. Оптимизация решений происходит после открытых слушаний и консультаций с заинтересованными сторонами и специалистами. Оценка эффективности цифровой модели происходит в процессе, включая создание сканированной модели здания и её сопоставление с проектной цифровой моделью. Это позволяет избежать необходимости внесения изменений в конструкцию для проведения инспекции, что в свою очередь сокращает как временные, так и финансовые затраты.

С постановлением Правительства РФ от 05.03.2021 года № 331 внедрение технологий информационного моделирования в строительстве объектов стало обязательным с 1 января 2022 года. Несмотря на значительные затраты на внедрение цифровых методик, их применение в России ограничено из-за недостаточной заинтересованности и запроса властей

и бизнеса, а также нехватки высококвалифицированных специалистов.

Одной из основных мотиваций перехода к цифровой BIM-модели является возможность сокращения объемов бумажной проектной документации. Цифровая модель не только позволяет уменьшить объем бумажных данных, но и существенно экономит время на обработку и анализ всех материалов. Цифровые методики с использованием BIM-систем распространяются по всему миру, применяясь в строительстве и других отраслях производства. Практически все строительные компании в настоящее время используют цифровое проектирование и методы анализа для оптимизации процессов, контроля и повышения качества реализации архитектурных проектов.

### Результаты исследования

С увеличением популярности и широким внедрением BIM во многих ведущих странах более заметным становится отход от технологий CAD (Computer-Aided Design). С развитием инновационных методов появляется ряд новых задач перед проектировщиками, требующих оригинального подхода для их успешного решения: реконструкция существующих объектов, проектирование в ограниченных территориях городских агломераций, сжатые сроки выполнения проекта.

Перед разработчиками проекта открылись невероятные перспективы: создание концептуальных моделей и управление архитектурным процессом на новом уровне. Однако мировой финансовый кризис поставил под угрозу реализацию этих замыслов, и проект был вынужден приостановиться. Лишь в 2015 году была завершена первая фаза комплекса. Внедрение информационного моделирования на этом этапе продемонстрировало экономическую эффективность, приближенную к миллиарду рублей.

Важное воздействие на развитие BIM-технологий в России оказал интернет. Сообщество isicad уже много лет является важной площадкой для специалистов, работающих в области информационного моделирования. В последние пять лет информационное моделирование активно поддерживается на всех уровнях государственного управления. Минстрой РФ получил задание разработать стратегию внедрения BIM-технологий в строительство. В конце 2014 года министр строительства и ЖКХ России Михаил Мень представил план внедрения BIM-технологий в промышленное и гражданское строительство. В 2015 году активное внедрение современных технологий продолжалось. Количество компаний, внедряющих BIM, стремительно росло, а специалисты в этой области пользовались большим спросом. История развития BIM-технологий

в России демонстрирует, что путь информационного моделирования был трудным, но страна выходит на мировой уровень в этой области.

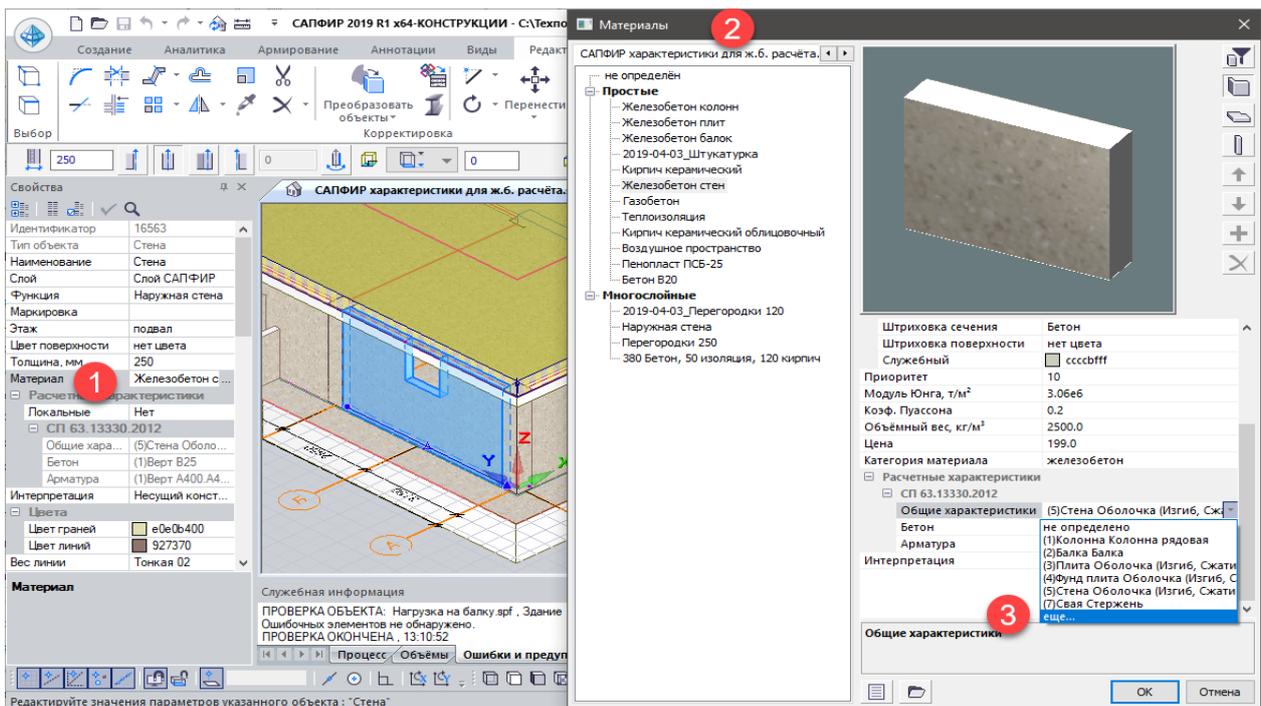
САПФИР – это программа, которая играет ключевую роль в развитии BIM-технологий в России, соответствуя самым передовым требованиям в области информационных технологий и устанавливая новые стандарты в проектировании зданий и контроле архитектурных проектов. Проектирование с использованием BIM-технологии предполагает интеграцию и комплексную обработку всей информации об объекте – от архитектурных концепций до технических характеристик, рассматривая его как единое целое.

Архитектурная и конструктивная части проекта тесно взаимосвязаны. Архитектурная составляющая отвечает за планировочные решения, адаптируя объект под его функциональное назначение. Конструктивная часть, в свою очередь, гарантирует надежность и долговечность строения. Важной задачей в системе компьютерного проектирования становится преобразование сложной архитектурной модели в точную расчетную схему. Эту функцию выполняет подсистема САПФИР-КОНСТРУКЦИИ, которая приводит архитектурную модель к виду, пригодному для расчета в программном комплексе ЛИРА-САПР.

Стоит отметить, что не все программы, предлагаемые на рынке, способны создавать и интегрировать BIM-модели в сметные и управляющие программные комплексы. BIM-технология – это важный элемент контроля, включающий в себя создание точных и согласованных данных на всех этапах проектирования, от концепции до введения объекта в эксплуатацию.

При использовании BIM значительная часть необходимой для расчетов информации извлекается из самой модели, что сокращает время и ресурсы. Архитекторы на всех этапах контроля получают доступ к надежной информации о здании, что упрощает проектирование и согласование решений.

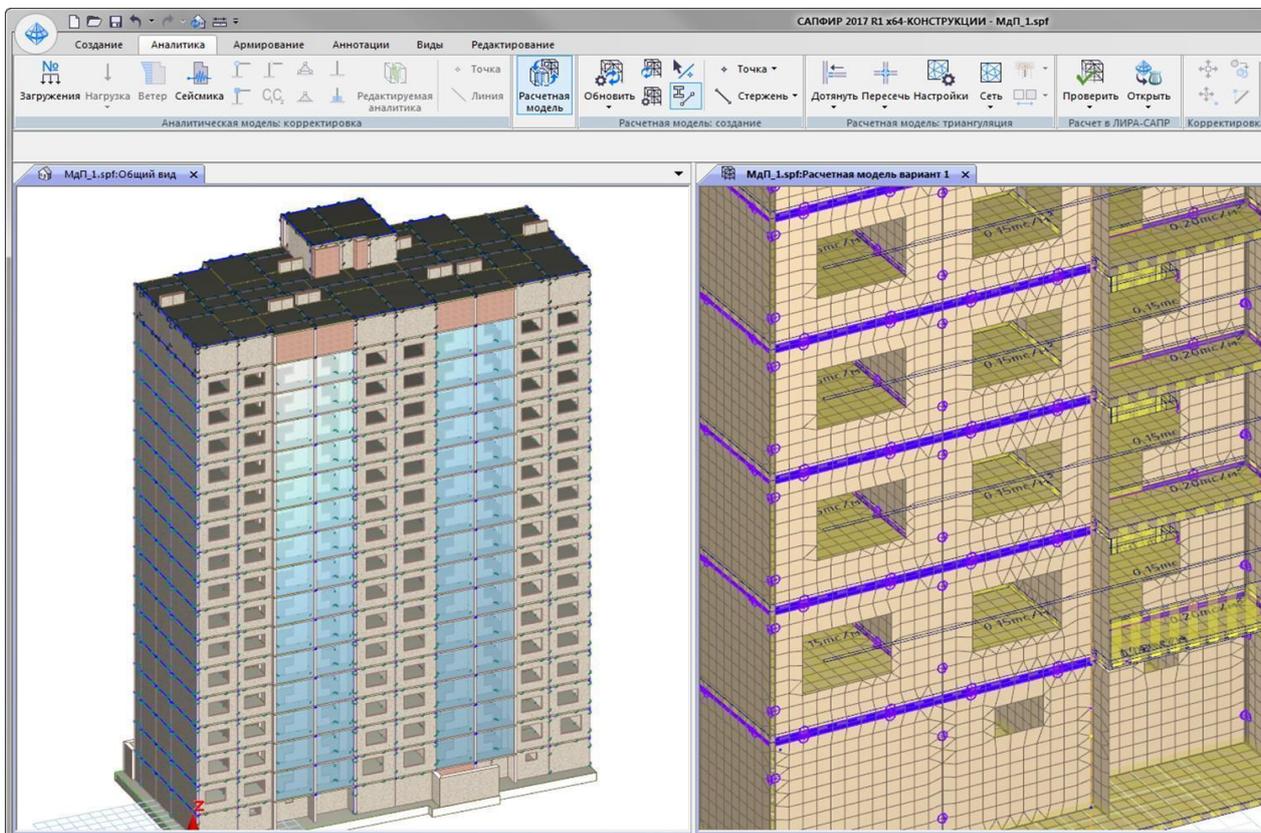
Создаваемая в САПФИР параметрическая модель здания значительно облегчает выполнение последующих прочностных расчетов, так как содержит все необходимые данные для этого. При построении модели в программе используются материалы с реальными физико-механическими свойствами для точных расчетов и с реальными текстурами для лучшей визуализации (рисунок 1). Эти данные могут быть использованы для расчета физических объемов работ при составлении смет. Подробная и надежная модель позволяет выявить все ошибки и неточности на ранних стадиях проектирования.



**Рисунок 1. Параметрическая модель здания, создаваемая САПФИР**

Одним из ключевых моментов в контроле с использованием BIM-технологий является глубокая информационная связь между архитектурной и аналитической моделями. Архитектурная модель охватывает все основные элементы, которые определяют функциональность и технологию объекта: планировку помещений, расположение стен, колонн,

балок, окон, дверей, лестниц и другие. Аналитическая модель сосредотачивается только на конструктивных элементах: несущих стенах, колоннах, пилонов, балках, плитах перекрытий, фундаментных плитах и т. д. – элементах, ответственных за прочность и устойчивость сооружения (рисунок 2).



**Рисунок 2. Архитектурная и аналитическая модель**

Такая взаимосвязь информации не только определяет правильное построение аналитической модели, но и способствует нахождению компромисса между архитектором и конструктором в ходе проектирования. Программа САПФИР выходит за рамки архитектурного проектирования зданий и сооружений, представляя интерес как инструмент для создания аналитических моделей для прочностных расчетов.

Аналитическая модель играет решающую роль в процессе, выполняя две важные функции: во-первых,

обеспечивая непрерывную связь между архитектурной и расчетной моделями, что предоставляет более глубокий взгляд и содержательную диагностику. На рисунке 3 показано, как фрагмент аналитической модели взаимодействует с архитектурной, создавая эффект глубины и понимания. Во-вторых, аналитическая модель интегрируется в расчетное программное обеспечение, обогащая его функционал и расширяя возможности расчета и анализа.

На рисунке 3 представлена обобщенная схема преобразования архитектурной модели в расчетную схему.



Рисунок 3. Обобщенная схема преобразования архитектурной модели в расчетную модель

При создании аналитической модели выделяются две основные задачи:

1. Эффективное извлечение всей необходимой информации из архитектурной модели для последующих расчетов.

2. Представление этой информации в форме, пригодной для использования в расчетных программных комплексах.

Ниже приведен список ключевых данных, которые извлекаются из архитектурной модели для проведения расчетов на прочность и устойчивость:

- Определение расположения и сечений всех несущих элементов, таких как колонны, пилоны, балки, несущие стены, перекрытия и фундаменты. Архитектор может указать сечения колонн, пилонов и балок в архитектурной модели, а интеллектуальные программы, такие как САПФИР, могут автоматически распознавать эти сечения.
- Определение топологии несущих элементов, включая расстояния между стенами, колоннами и балками, а также размеры оконных, дверных и технологических проемов в перекрытиях. Эта информация

необходима для определения жесткости и прочности конструкций.

- Описание функционального назначения помещений для определения полезных нагрузок на соответствующие участки перекрытий.

- Уточнение конструкций ограждающих элементов, таких как наружные стены, перегородки, полы и лестничные клетки, для оценки нагрузок от собственного веса этих элементов.

Подготовка аналитической модели включает в себя процедуры «дотягивания» и «поиска пересечений».

Процедура «дотягивания» связана с тем, что в архитектурной модели все элементы трехмерные (рисунок 4, а), а в аналитической модели, как правило, плиты и стены двумерны (не имеют толщины), а балки и колонны одномерны (рисунок 4, б)

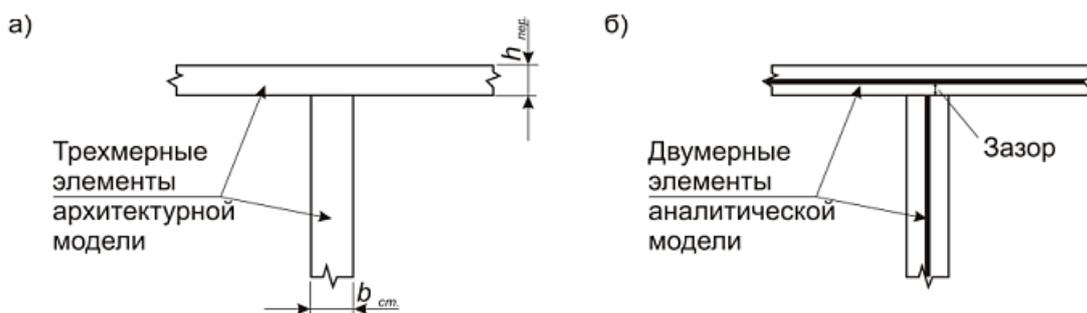


Рисунок 4. Пример организации аналитической модели на стыке плиты и колонны

Процедура «дотягивания» автоматически корректирует положение конструктивных элементов, устраняя зазоры и обеспечивая их точное выравнивание. В отличие от этого, процедура «поиска пересечений» идентифицирует линейные и точечные пересечения между элементами (например, между стенами и перегородками, или между колоннами и перекрытиями), что необходимо для последующего создания конечно-элементной сетки.

Подготовка аналитической модели также включает в себя определение нагрузок, включая размер и форму областей, где находится собственный вес конструкций полов, перегородок и ограждающих стен, а также учитывает полезные нагрузки.

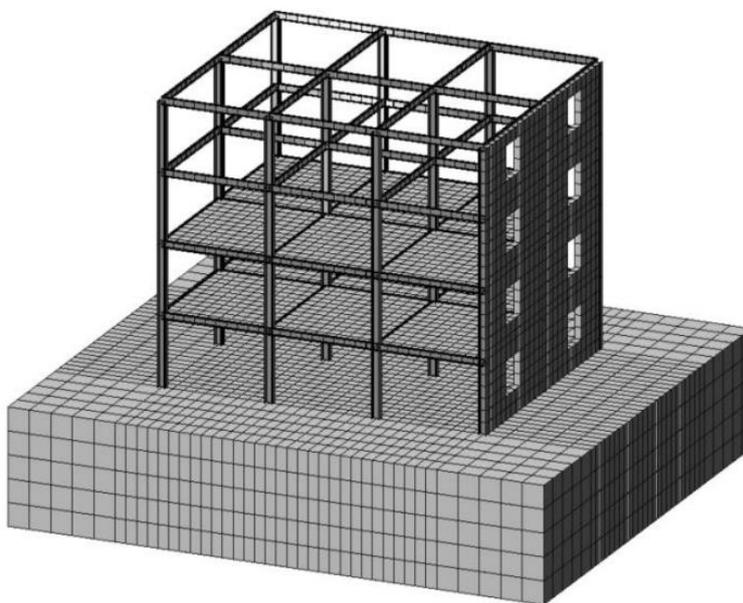
Созданная аналитическая модель представляет собой основу для построения расчетной схемы. Хотя в аналитической модели отсутствуют расчетные элементы и конечно-элементная сетка, она все же играет ключевую роль:

- Обеспечивает связь между архитектурной и расчетной моделями, поддерживая развитую визуальную и содержательную диагностику.

- Подготовленная в аналитической модели информация составляет значительную часть необходимых данных для расчетной схемы.

Аналитическая модель передается в расчетный комплекс, где дополняется средствами расчетного программного комплекса. Программа САПФИР-КОНСТРУКЦИИ, создающая аналитическую модель, продолжает свое развитие, максимально приближая аналитическую модель к расчетной.

Проекты, разрабатываемые в программе САПФИР, могут содержать один или несколько вариантов аналитических моделей конструкций зданий или сооружений. Современные подходы предполагают, что расчетная схема учитывает пространственную работу конструкций и их взаимодействие с фундаментом и грунтовым основанием.



*Рисунок 5. Расчетная схема каркасного здания*

В расчетной схеме присутствуют разнообразные конечные элементы, каждый из которых моделирует определенные аспекты конструктивной схемы. Колонны и балки представлены стержнями, где их размеры определяются длиной элемента, а их форма и материал - это характеристики стержня. Плиты перекрытий, несущие стены и фундаментная плита моделируются конечными элементами - пластинами. Эти элементы могут иметь различные геометрические формы, определяемые только размерами в плоскости, а их толщина и физико-механические характеристики материала - это атрибуты элемента.

Грунтовое основание может быть представлено трехмерными конечными элементами или заменено коэффициентами постели. В последнем случае фундаментная плита моделируется пластинами на грунтовом основании, что позволяет экономить расчетные ресурсы, хотя не всегда позволяет учесть различные особенности грунтового массива.

Использование различных конечных элементов позволяет учитывать разнообразные особенности конструктивной схемы на каждом этапе контроля. Например, капители, обусловленные большими моментами в местах опирания на колонны, могут быть моделированы путем использования конечных элементов с увеличенной толщиной.

Современные программные комплексы производят расчеты, выдающие характеристики напряженно-деформированного состояния, которые представлены в форме таблиц или визуальных графиков. Для пластинчатых элементов, также известных как листовые конструкции, параметры напряженно-деформированного состояния представлены в виде изолиний или эпюр по соответствующим сечениям.

Результаты работы строительных систем представлены в форме таблиц, содержащих информацию о выбранной арматуре в сечениях железобетонных элементов или о размерах сечений стальных элементов.

Кроме того, программные комплексы предоставляют эскизы рабочих чертежей для последующего проектирования и детализации конструкций.

Таким образом, в настоящее время BIM-технологии широко применяются в виде элемента контроля при разработке архитектурного проекта, но их использование на этапе эксплуатации пока не распространено. Это означает, что потенциал этих технологий не полностью реализован, что является упущением. Идеальная BIM-система должна интегрировать данные, процессы и ресурсы на всех этапах жизненного цикла проекта для обеспечения комплексного управления и совместной работы.

Многие малые и средние предприятия строительной отрасли в России пока не проявляют интереса к применению BIM-технологий из-за отсутствия единого стандарта и непонятной правовой ситуации. Чтобы решить эту проблему, необходимо разработать соответствующие законы и стандарты, которые урегулируют вопросы ответственности и права интеллектуальной собственности. Также важно обучить специалистов и управляющих организаций использованию цифровых информационных моделей.

Хотя переход к BIM-технологиям займет время, положительные результаты будут нарастать по мере распространения этих технологий и привлечения большего числа участников инвестиционно-строительной сферы. Использование BIM для контроля на всех этапах проекта позволит значительно повысить уровень управления, улучшить качество продукции и сократить затраты и сроки строительства. Это важный шаг в информатизации строительной отрасли, позволяющий существенно изменить ее в лучшую сторону.

При этом, важно отметить, что внедрение BIM-технологий в производственный процесс сопряжено с рядом значительных проблем, среди которых:

- Высокие затраты на приобретение программного обеспечения и обучение персонала.
- Ограниченная функциональность BIM-технологий на этапе эксплуатации объекта, что требует индивидуального подхода к каждой компании и объекту.
- Необходимость обновления компьютеров и технической базы предприятия.
- Необходимость изменения подхода к проектированию и возможные кадровые перестановки.
- Повышенный спрос на специалистов по информационному моделированию (BIM-менеджеров).
- Потеря накопленного опыта и методов проектирования при переходе на новое программное обеспечение.

Тем не менее, преимущества использования BIM и информационных моделей значительно перевешивают недостатки:

- BIM обеспечивает автоматизацию процессов проектирования, что позволяет сократить расходы и предотвратить ошибки.
- Возможность коллективного проектирования с участием специалистов различных областей, что исключает ошибки и потерю информации.

- Ускорение процесса проработки проекта за счет возможности проведения параллельных процедур.
- Детальное проектирование инженерных систем с использованием BIM-технологий.

- Упрощение процесса подбора оборудования.
- Исключение человеческих ошибок при составлении спецификаций и объемов работ.

- Предварительная оценка экологических и экономических характеристик объекта уже на этапе эскизного проектирования, что позволяет вносить коррективы в документацию на ранних стадиях.

Несмотря на очевидные преимущества в направлении контроля разработки архитектурных проектов с использованием технологии BIM, ее широкое применение начинает набирать обороты только в некоторых странах из-за нескольких серьезных препятствий, требующих решения: необходимость в мощных компьютерах для создания трехмерных моделей зданий, доступных не каждой организации из-за финансовых ограничений; необходимость обучения специалистов новым технологиям, необходимость разработки новых моделей управления проектами, отличных от традиционных.

### Заключение

Таким образом, эффективное управление становится критическим фактором при осуществлении архитектурных проектов на всех этапах их жизненного цикла.

С развитием цифровой экономики особенно важным становится внедрение инноваций в области цифровой трансформации в строительной сфере. Эти инновации направлены на обеспечение выполнения архитектурных проектов в установленные сроки, с учетом затрат и высокого качества на каждом этапе жизненного цикла, а также на минимизацию рисков [2]. В настоящее время информационное моделирование зданий превратилось в значительно более широкий подход, чем просто инновационный метод в проектировании.

Теперь это стало принципиально новым подходом к возведению, оборудованию, обеспечению эксплуатации и ремонту зданий, управлению жизненным циклом объекта и учету его экономической составляющей, а также управлению окружающей нас ответственной средой обитания.

BIM-технологии как элемент контроля разработки архитектурного проекта способствуют интеграции информации о проектах с новыми данными, появляющимися после перехода на BIM, что обеспечивает обмен информационными ресурсами между существующими системами и BIM-моделью, в ходе чего упрощается управление материально-техническим снабжением, календарным планированием и т. д.

Использование BIM-системных цифровых методик в строительстве позволяет интегрировать участие специалистов различных областей в проектный и производственный процесс. Единая цифровая модель (Building Information Modeling) становится доступной всем участникам, что оптимизирует процесс проектирования и обеспечивает контроль за качеством строительства и эксплуатацией объекта.

**Список литературы:**

1. Балдин К.В. Информационные технологии в строительстве / К.В. Балдин. - М.: Academia, 2020. - 503 с.
2. Бородакий Ю.В. Информационные технологии. Методы, процессы, системы / Ю.В. Бородакий, Ю.Г. Лободинский. - М.: ГЛТ, 2022. - 456 с.
3. Гиря Л.В. Анализ сферы управления проектами строительной деятельности / Л.В. Гиря, Т.Ш. Ахобадзе, Е.П. Попов, Е.В. Коренюгина, И.А. Ягода // Инженерный вестник Дона. — 2020. — № 11. — С. 56-63.
4. Киселев Г.М. Информационные технологии в строительстве: Учебник / Г.М. Киселев, Р.В. Бочкова. - М.: Дашков и К, 2023. - 308 с.
5. Прохорский Г.В. Информационные технологии в архитектуре и строительстве: Учебное пособие / Г.В. Прохорский. - М.: КноРус, 2022. - 364 с.

Научный журнал

**UNIVERSUM:  
ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ**

№ 4(121)  
Апрель 2024

Часть 1

Свидетельство о регистрации СМИ: ЭЛ № ФС 77 – 54434 от 17.06.2013

Издательство «МЦНО»  
123098, г. Москва, улица Маршала Василевского, дом 5, корпус 1, к. 74  
E-mail: [mail@7universum.com](mailto:mail@7universum.com)  
[www.7universum.com](http://www.7universum.com)

Отпечатано в полном соответствии с качеством предоставленного  
оригинал-макета в типографии «Allprint»  
630004, г. Новосибирск, Вокзальная магистраль, 1  
16+