ISSN 2072-0297

МОЛОДОЙ УЧЁНЫЙ

МЕЖДУНАРОДНЫЙ НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ

49
2022
ЧАСТЬ I

16+

Молодой ученый

Международный научный журнал

№ 49 (444) / 2022

Издается с декабря 2008 г. Выходит еженедельно

Главный редактор: Ахметов Ильдар Геннадьевич, кандидат технических наук

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

© ООО «Издательство «Молодой ученый», 2022

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

На обложке изображен *Антони ван Левенгук* (1632–1723), голландский натуралист, изобретатель микроскопа.

Антони ван Левенгук родился 24 октября 1632 года в городе Делфте в Голландии. Отец и мать его были уважаемыми бюргерами и занимались плетением корзин и, что особенно ценилось в то время, пивоварением. Левенгука воспитывала мать, так как отец умер рано. Она мечтала сделать из сына чиновника и отправила в школу. В возрасте пятнадцати лет Антони решил бросить школу и уехать в Амстердам, где стал учиться торговому делу в лавке; там он работал бухгалтером и кассиром.

Вернувшись через шесть лет на родину, Левенгук женился и открыл собственную мануфактуру. О его жизни в последующие два десятка лет известно немного. У него было несколько детей, большинство из которых умерло. Овдовев, он женился во второй раз. В местной ратуше он получил должность стража судебной палаты, что, по современным представлениям, соответствует совмещению обязанностей дворника и садовника. На досуге он занимался цветоводством, разводил экзотических птиц. И начал создавать линзы. Он был чрезвычайно упорным человеком и добился, что его линзы были ничем не хуже, а может и лучше, чем у знаменитых мастеров Голландии. Эти линзы Левенгук вставлял в небольшие оправы из меди, серебра и золота, которые он сам и изготавливал на огне среди чада и дыма.

Много лет вытачивал Левенгук свои линзы, называвшиеся микроскопиями, в форме чечевицы. Они были крохотными, иногда меньше ногтя, но увеличивали в 100 и даже в 300 раз. Чтобы вести наблюдения с помощью этих линз, нужно было приобрести определенные навыки и запастись терпением. Левенгук был далек от мысли совершить открытие: микроскоп для него, взрослого и солидного человека, был просто любимой игрушкой.

Но, несмотря на это, наблюдения Левенгука отличались для того времени большой точностью. В начале 1673 года доктор Грааф прислал письмо на имя секретаря Лондонского королевского общества. В этом письме он сообщал «о проживающем в Голландии некоем изобретателе по имени Антони ван Левенгук, изготавливающем микроскопы, далеко превосходящие известные до сих пор микроскопы Евстахия Дивины».

Королевское общество связалось с Левенгуком, и началась переписка.

Почти 50 лет Левенгук присылал в Лондонское королевское общество и отдельным ученым длинные письма. В них рассказывалось о таких поистине необыкновенных вещах, что знаменитые ученые в напудренных париках могли только изумляться.

Письма Левенгука вызвали в королевском обществе большое недоверие, и поэтому было решено провести тщательную проверку. Это дело было поручено Н. Грю. Последний полностью подтвердил безупречность и достоверность всего, о чем сообщал Левенгук. В связи с этим 8 февраля 1680 года Левенгук был избран действительным и равноправным членом Лондонского королевского общества. В Делфт от общества был прислан членский диплом в серебряной шкатулке с гербом общества на крышке.

Письма Левенгука сначала печатались в научных журналах, а потом, в 1695 году, были изданы на латинском языке отдельной большой книгой под названием «Тайны природы, открытые Антонием Левенгуком при помощи микроскопов».

Левенгук был человеком любознательным и с широким кругом интересов. Пытаясь узнать причину раздражающего язык человека перца, он приготовил его настой. И через две недели, когда Левенгук решил посмотреть под микроскопом на каплю этого настоя, его удивлению не было предела! В препарате жили «зверушки», сталкиваясь и разбегаясь, как муравьи в муравейнике. В одном из писем Королевскому обществу Левенгук описывает это явление и называет эти объекты animalicus.

Левенгук забросил всё и усердно начал искать своих «зверушек». Он находил их повсюду: в гнилой воде, в канавах, на собственных зубах. Сделав соскоб со своих зубов, он смешал его с чистой дождевой водой и посмотрел на него под микроскопом. На сером фоне линзы он увидел массу невероятно маленьких созданий — настоящий зверинец!

Он первым увидел, как кровь циркулирует в мельчайших кровеносных сосудах. Обнаружил, что кровь — это не однородная жидкость, как думали его современники, а живой поток, в котором движется великое множество мельчайших частиц. Теперь их называют эритроцитами. В семенной жидкости он впервые увидел сперматозоиды. Рассматривая под своей лупой тоненькие пластинки мяса, Левенгук обнаружил, что мясо, а точнее говоря мышцы, состоят из микроскопических волоконец. Изучая размножение таких насекомых, как вши, он помещал их на несколько дней в свой чулок, терпел укусы, но узнал, каков у его подопытных приплод.

Левенгук испытывал на себе и действие лекарств. Заболевая, он отмечал все особенности течения своей болезни, а перед смертью скрупулезно фиксировал угасание жизни в своем теле.

Левенгук скончался 26 августа 1723 года. Его удивительная жизнь нашла отражение в литературе и кинематографе.

В романе Гофмана «Повелитель блох» фигурирует профессор ван Левенгук, имеющий оккультного двойника. Он завладевает королем блох и с его помощью получает власть над всем его народом и прекрасной Гамахеей, дочерью царицы цветов. Поль де Крюи включил рассказ о Левенгуке в книгу «Охотники за микробами» (1926) — сборник биографий двенадцати выдающихся исследователей, заложивших основу микробиологии. В 1975 году в СССР на киностудии «Центрнаучфильм» был снят фильм «Маленькие зверюшки Антони ван Левенгука» (28 минут), где роль Левенгука сыграл Александр Калягин. Левенгуку посвящён фильм «Клетка, или Из чего состоит жизнь» (1 серия, 2009, Великобритания, BBC Scotland).

В 1970 году Международный астрономический союз присвоил имя Антони ван Левенгука кратеру на обратной стороне Луны.

Екатерина Осянина, ответственный редактор

СОДЕРЖАНИЕ

ФИЗИКА

Маннапов А. А.
Использование гамма-излучения при лучевой терапии 1

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Артёмов Р. Е., Смирнова Н. А.
Какой вид примет литература в будущем? 5

Кожухина А. В., Бурнакова А. А.
Обеспечение информационной безопасности с помощью применения методов принятия решений 8

Краюшкин Н. А.
Перспективы применения технологий расширенной реальности в промышленности 12

Летуновская Ю. А., Романова К. И.
Совершенствование управления бизнес-процессами в организации в условиях роста цифровизации 19

Нагель Т. А.
Методы проектирования архитектуры информационных систем 23

Оразов М. Ш., Аннамурадов М. Т., Вепаев Ш. В.
Исследование марковских моделей обслуживания 26

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Бабахан Ш. А., Абдрахманов Р. Б., Мамаджанов С. Д.
К вопросу выбора расчетной модели гибридной ветроустановки.....28

Баширова А. Ф.
Энергоэффективные системы электроснабжения электроприводов газопроводов 32

Клементьев Е. Г., Воротынцев М. Д., Слюсаренко Д. А.
Анализ источников угроз безопасности объектам высшей категории 34

Клементьев Е. Г., Слюсаренко Д. А., Воротынцев М. Д.
Обоснование организации активного мониторинга при охране объектов высшей категории 37

Клюшина О. А., Николаева Ю. В., Тарасова В. В.
Перспективы использования жмыха рапса в майонезных соусах 39

Косенков А. Д.
Применение оптических преобразователей для газоанализаторов с комбинированным принципом работы при бурении скважин 41

Олещук С. О., Нурдинова М. М.
Пожарная безопасность на установках комплексной подготовки газа 44

Олещук С. О., Нурдинова М. М.
Соблюдение пожарной безопасности на установках комплексной подготовки газа.....46

Олещук С. О., Нурдинова М. М.
Оценка риска пожаров и взрывов на установке комплексной подготовки газов 50

Олещук С. О., Нурдинова М. М.
Идентификация потенциально опасных производственных факторов на установке комплексной подготовки газа 54

Чечельницкий В. В.
Современные методы измерения высокоинтенсивных тепловых потоков 57

АРХИТЕКТУРА, ДИЗАЙН И СТРОИТЕЛЬСТВО

Ongarova I. D.
Ways to improve the energy efficiency of ventilation systems 61

Хитёва Д. П.
Значение цвета в дизайне брендов мировых компаний 63

Черникова А. А.
Информационное моделирование на стадии эксплуатации здания 66

Шеховцов А. С., Смирнова П. А.
Верификация программных комплексов, используемых для расчета строительных конструкций на динамические нагрузки 68

ФИЗИКА

Использование гамма-излучения при лучевой терапии

Маннапов Айдар Алмазович, студент
Научный руководитель: Хуснутдинов Рустем Рауфович, кандидат физико-математических наук, доцент
Казанский государственный энергетический университет

В статье рассмотрены способы использования гамма-излучения при проведении лучевой терапии. Раскрыто определение лучевой терапии. Определена эффективность данного метода в современности.

***Ключевые слова**: лучевая терапия, гамма-излучение, лечение, терапия, изотоп, гамма-лучи.*

The use of gamma radiation in radiation therapy

Mannapov Aydar Almazovich, student
Scientific adviser: Khusnutdinov Rustem Raufovich, candidate of physical and mathematical sciences, associate professor
Kazan State Power Engineering University

The article discusses the ways of using gamma radiation during radiation therapy. The definition of radiation therapy is revealed. The effectiveness of this method in modern times is determined.

***Keywords**: radiation therapy, gamma radiation, treatment, therapy, isotope, gamma-rays.*

Вопрос лечения онкологических заболеваний очень актуален в наше время. Люди все больше и больше уделяют внимание этому, стараясь найти пути его решения. Лучевая терапия — это метод лечения онкозаболеваний с помощью ионизирующего излучения. Наиболее безопасным и эффективным является дистанционная лучевая терапия, которая в свою очередь делится на:

1) Короткофокусная рентгенотерапия.
2) Гамма-терапия.
3) Фотонная терапия.
4) Применение корпускулярного излучения [1].

Гамма-терапия — один из новейших методов среди всех дистанционных. Ее преимущества:

1) Гамма-излучение имеет большую энергию, ввиду чего лучи способны проникать более глубоко. Благодаря чему возникает возможность лечения опухолей в труднодоступных местах.
2) По статистике ремиссия наступает у 66% людей.
3) Несмотря на глубокую проникающую способность, поверхности тканей повреждаются мало [2].

Гамма-излучение — это электромагнитное излучение с длиной волны меньше 10^{-10} м., представляющее из себя поток гамма-квантов. А гамма-лучи — это фотоны, освобождающиеся при распаде атомных ядер изотопов.

Гамма-лучи получают такими способами, как:

1) Уменьшение частоты в результате рассеяния электромагнитной волны на свободном электроне.
2) Когда происходит фотоэлектрический процесс, фотон передает всю энергию электрону, который в результате выбивается из атома.
3) В электрическом поле ядра гамма-квант превращается в электрон и позитрон.
4) Образование наименьшего молекулярного уровня генетического кода.
5) Для того чтобы вырвать электрон из какой-либо оболочки, лучи меняют направление распространения без изменения энергии кванта, а значит длины волны излучения [3].

При гамма-терапии применяют гамма-установки. Зачастую источниками излучения становятся ^{137}Cs, ^{60}Co, ^{226}Ra (цезий,

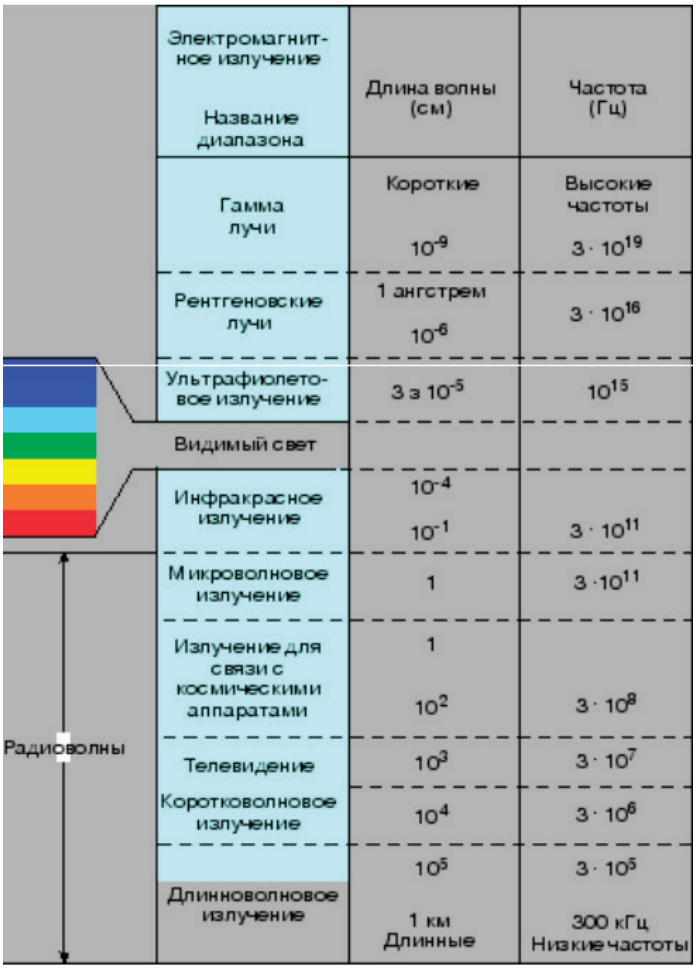


Рис. 1. **Шкала электромагнитных волн**

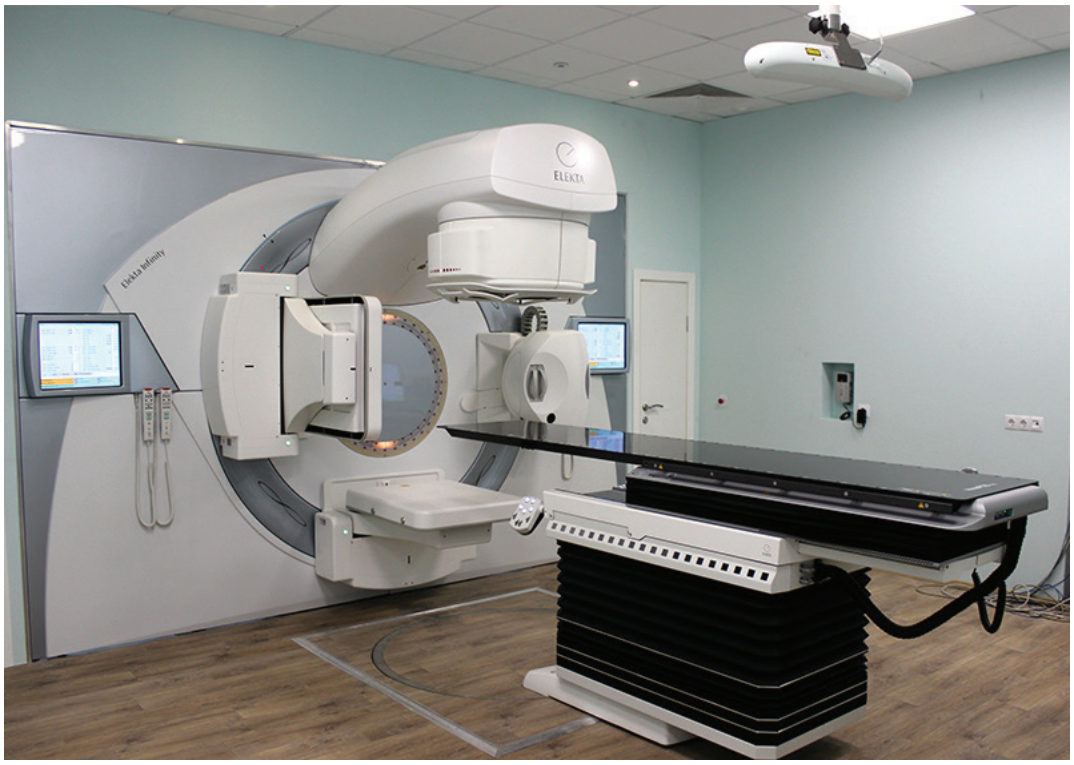


Рис. 2. **Гамма-установка**

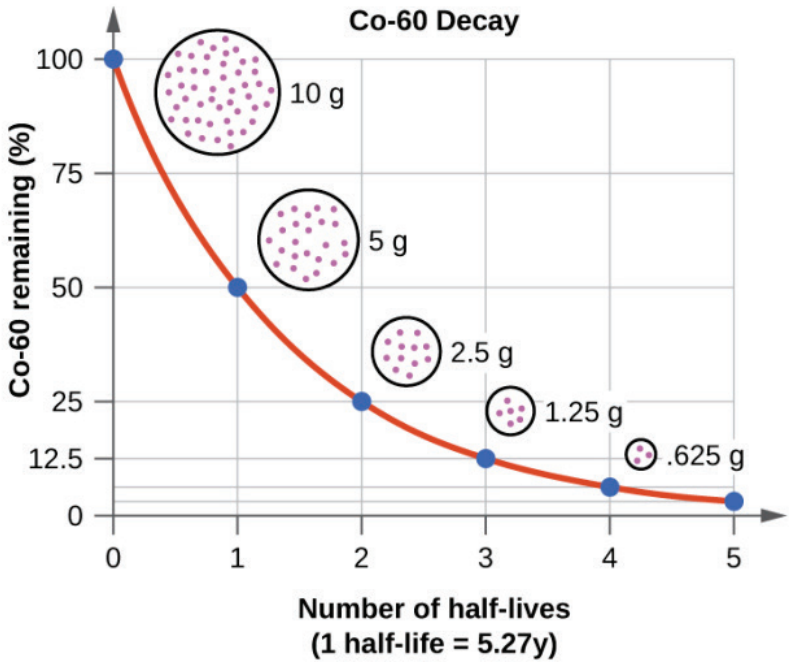


Рис. 3. **График периода полураспада кобальта**

радий, кобальт соответственно). Пример гамма-распада кобальта:

$$^{60}_{27}Co \rightarrow {}^{60}_{28}Ni + {}^{0-}_{1}e \rightarrow {}^{60}_{28}Ni + \gamma\text{-photon}$$ [4].

Энергия этих элементов составляет примерно 4,8 МэВ. Вот почему гамма-лучи могут проникать глубоко в ткани. Устройства для проведения данной терапии могут доставлять направленное, контролируемое по площади гамма-излучение. Она снабжена защитным контейнером из свинца, вольфрама, либо урана, имеющий источник излучения. Лечение происходит путем уничтожения наиболее чувствительных к излучению клеток опухоли, нарушения размножения слабо чувствительных клеток. В результате происходит разделение опухоли, из-за чего прекращается ее кровоснабжение. При этом соседние клетки остаются невредимыми, так как терапия проводится локализованно.

При проведении гамма-терапии каждый специалист должен знать период полураспада изотопа, который является источником гамма-излучения, потому что доза облучения определяется по двум факторам:

1) Особенности физиологии организма человека.

2) Период полураспада изотопа.

Помимо преимуществ, у этого метода дистанционной лучевой терапии есть недостатки:

1) Если неправильно установить дозу облучения, можно заболеть лучевой болезнью.

2) В зависимости от физиологии организма человека процесс восстановления после лечения может быть достаточно длительным.

Гамма-лучи могут нанести вред человеку, поэтому следует учитывать следующие моменты:

1) Увеличить расстояние до источника излучения.

2) Материалы, из которых состоят стенки гамма-установок, должны быть плотными (свинец, бетон и др.).

3) Доза облучения должна качественно контролироваться [5].

Таким образом, локализованное лечение опухолевой ткани является одним из основных преимуществ, и, несмотря на недостатки, связанные с ионизирующим излучением, достаточно большое количество положительных результатов свидетельствуют о необходимости дальнейшего развития этого метода.

Литература:

1. Кирсанова, З. В. Радиоактивность: открытие, виды радиоактивности, основные закономерности и количественные характеристики: учеб. пособие к IV части курса физики / З. В. Кирсанова; З. В. Кирсанова; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное агентство по образованию, Московский гос. открытый ун-т, Каф. физики.— Москва: Изд-во МГОУ, 2006.— 40 с.— ISBN5–7045–0652–6.— EDN QJQIHD.
2. Струков, Ю. Н. Дистанционная гамма-терапия на этапах комбинированного лечения с интраоперационной лучевой терапией злокачественных новообразований отдельных локализаций / Ю. Н. Струков, М. Н. Нечитайло // Сибирский онкологический журнал.— 2007.— № S2.— С. 104–105.— EDN JJRZNL.
3. Влияние гамма-излучения на уровень повреждений ДНК в клетках проростков Allium cepa L / А. Я. Болсуновский, Д. В. Дементьев, Т. С. Фролова [и др.] // Доклады Академии наук.— 2019.— Т. 489.— № 2.— С. 199–204.— DOI 10.31857/S0869–56524892199–204.— EDN LOUKHW.

4. Шеремета, М. С. Применение радиоактивных веществ в медицине — история и перспективы развития / М. С. Шеремета, А. А. Трухин, М. О. Корчагина // Проблемы эндокринологии.— 2021.— Т. 67.— № 6.— С. 59–67.— DOI 10.14341/probl12824.— EDN OTWDDG.
5. Чебнэр, Б. Э. Руководство по онкологии / Б. Э. Чебнэр; Брюс Э. Чебнэр, Томас Дж. Линч, Дэн Л. Лонго; пер. с англ. [О. В. Агафонова и др.]; под общ. ред. В. А. Хайленко.— Москва: МЕДпресс-информ, 2011.— 644 р.— ISBN978–5–98322–698–2.— EDN QLYSPZ.

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Какой вид примет литература в будущем?

Артёмов Руслан Евгеньевич, студент;
Смирнова Наталья Александровна, преподаватель русского языка и литературы
КГБ ПОУ «Хабаровский колледж водного транспорта и промышленности»

Современный мир динамичен, его изменения кардинальны. Человечество — заложник этих изменений, которые происходят во всех сферах, в том числе и в литературе. Переход в цифровой мир и осознание человеком литературы как информационного потока изменяет литературу уже сейчас. Мы можем лишь предполагать дальнейшее преобразование тонны пыльных, физических книг в некую единую сеть, связанную искусственным интеллектом. Так что же такое «информация», и какова ее связь с литературой? И что может представлять собой «литература будущего»? Об этом может рассказать данная статья.

Ключевые слова: *информация, передачи информации, цифровая информация, связь, литература будущего.*

What kind of literature will be in the future?

Artemov Ruslan Evgenievich, student;
Smirnova Natalya Alexandrovna, teacher of Russian language and literature
KGB POU «Khabarovsk College of Water Transport and Industry»

This article is about literature of the future. The modern world is dynamic, its changes are cardinal. Humanity is a hostage to these changes that are taking place in all areas, including literature. The transition to the digital world and human awareness of literature as an information flow is already changing literature. We can only assume the further transformation of tons of dusty, physical books into some kind of single network connected by artificial intelligence

Keywords: *information, information transmission, digital information, communication, literature of the future.*

Что такое информация?

Информация (от лат. informātiō «разъяснение, представление, понятие о чём-либо» ← informare «придавать вид, форму, обучать; мыслить, воображать») — сведения независимо от формы их представления. Несмотря на широкую распространённость, понятие информации остаётся одним из самых дискуссионных в науке, а термин может иметь различные значения в разных отраслях человеческой деятельности. Перед вами текст из википедии, здесь говорится о том, что информация — это понятие о чем либо, хотя мы даже не представляем, насколько информация обширна, куда входит информация; информация везде, она проникает везде, она повсюду, она и в литературе [1]. Сложно представить, что литература — это оболочка информации. И если мы хотим увидеть литературу будущего, необходимо изменить представление информации. Но для начала немного истории…

1) Аппарат Шиллинга 1832 г.

Аппарат П. Л. Шиллинга и начало истории телеграфа. В основу которого легло отклонение магнитной стрелки в результате действия электрического тока. Хочется отметить, что телеграфная связь существовала до 1933 года. В то время передача информации через расстояние с помощью такого устройства была чем-то удивительным, напомню, что до этого изобретения для того, чтобы отправить какое-либо сообщение приходилось отправлять гонца или почтового голубя, что было ненадёжным и долгим, сообщение могло идти от нескольких дней до нескольких месяцев [2].

2) Радиоаппарат Маркони 1896 г.

После получения электромагнитной волны Генрихом Герцем в 1886 г., стало возможным впервые осуществить беспроводную передачу информации. Перед вами Гульельмо Маркони, который смог передать радиоволну на рекордные 2 км, однако стоит отметить, что такой аппарат способен принимать только радиотелеграфные сигналы, до передачи речи или музыки осталось ещё 37 лет, когда Эдвин Армстронг предложил использовать частотную модуляцию для радиоволн. Таким образом, человечество познакомилось с радиоволной, благодаря которой мы сегодня можем поддерживать связь на расстоянии в сотни тысяч километров. [3]

Рис. 1. **Аппарат Шиллинга**

3) 3 апреля 1973 года инженер Мартин Купер совершил первый звонок по мобильному телефону. В 1973 году компания Motorola создаёт первый в мире портативный сотовый телефон. Спустя некоторое время появляются сенсорные телефоны, которые практически есть у каждого человека! Благодаря этим технологиям представление информации становится более мобильным, более доступным всё большему числу людей.

Из небольшой истории развития передачи информации мы должны были заметить небольшую тенденцию: информация приобретает цифровую структуру, выстраивая дальнейшие рассуждения, основываясь на краткой истории развития передачи информации вполне вероятно можно предположить, что тенденция будет сохраняться и дальше, в подтверждение этого можно привести современные методы обмена информацией, но тогда возникает справедливый вопрос, а как информация представляется в наше время? Сегодня информация представляется с помощью таких электронных приборов как: телевизоры, планшеты, ноутбуки, компьютеры. А также с помощью очков виртуальной реальности, о них чуть позже. Теперь не должно остаться сомнений в дальнейшей цифровизации методов представления информации, но какую связь имеет литература с информацией? [4].

Рис. 2. **Радиоаппарат**

Рис. 3. **Первый мобильный телефон**

Связь информации и литературы

Так как же связана информация с литературой и почему, если мы хотим увидеть литературу будущего, необходимо изменять представление информации? Для ответа на вопрос нужно вспомнить, что такое литература. Литература — это в широком смысле любой письменный текст. В свою очередь написанный текст может быть различного вида и относиться к разной тематики. Так, к примеру, кроме художественной литературы существует также научная, публицистическая, производственная, научно популярная и другие, это и даёт нам возможность представлять литературу как структурную информацию. Именно поэтому, меняя способы обмена или передачи информации, мы сможем преобразить литературу.

Возможная литература будущего

И мы переходим к цели нашего проекта: как будет выглядеть литература будущего? Основываясь на дальнейшей цифровизации литературы можно предположить ее тесную связь с искусственным интеллектом (далее — «ИИ»), под «ИИ» подразумевается некая самообучающаяся программа предназначенная для удобства поиска информации в сети (под сетью подразумевается некое пространство подобие интернета сегодня), не путать с искусственным сознанием, для этой цели достаточно лишь простой программы, способной отвечать определенным базовым функциям и не более того. А сам поиск и дальнейшее оперирование полученной информацией будет возможно в неком информационном мире, который не уступает реальному, а в большинстве случаев и превосходит его. Симбиоз литературы и ии сможет перевернуть системные взгляды на восприятие реальности, как вариант воплощения такого содружества может улучшить дальнейшие поиски познания человеком информации. Но что мы имеем сегодня? Какие действия предпринимаются для создания литературы будущего?

1) Илон Рив Маск

Вы наверно знаете этого человека — это Илон Маск, и его нейротехнологическая компания Neuralink, которая занимается внедрением чипа в человеческий мозг для лечения проблем, связанных с работой головного мозга, но в перспективе с помощью имплантата человек смог бы моментально сгружать необходимую информацию, моментально ее осознавая, как бы в своём мире — мире метавселенной [5].

2) Марк Эллиот Цукерберг

Перед вами Марк Цукерберг — американский медиа-магнат, интернет-предприниматель, филантроп. Недавно он переименовал свою компанию Facebook в Meta, объяснив это дальнейшей работой и направлением компании в будущем. Что же представляет собой метавселенная? Метавселенная — это 3D-интернет, если говорить достаточно просто для понимания, включающий в себя некое подобие реальности.

Рис 4. **Илон Рив Маск**

Рис. 5 **Марк Эллиот Цукерберг**

Рис. 6. **Метавселенная**

Как же связана метавселенная и литература? Благодаря метавселенной люди могут читать, слушать, мгновенно передавать книги от одного пользователя к другому, делиться своим мнением, не выходя из дома и многое другое. Контакт с метавселенной будет осуществляться посредством очков виртуальной реальности или обычных наушников, надевая которые можно попасть в информационный мир — мир метавселенной [6].

Примерно так будет выглядеть сеть метавселенной в будущем. Контакт с метавселенной будет осуществляться посредством очков виртуальной реальности или обычных наушников.

Заключение

В будущем литература примет цифровой формат, объединение или полная связь с искусственным интеллектом вполне вероятна, но, к сожалению, пока невозможна, это связано со многими причинами к одной из них мы можем отнести неготовность человечества к кардинальным переменам к другой отсталость современных технологий от требуемых, но несмотря на это и на многие другие причины, мы можем смело утверждать, что полный переход физической литературы в электронный формат — это вопрос всего лишь времени.

Литература:

1. [Электронный ресурс] https://ru.wikipedia.org/wiki/Информация
2. [Электронный ресурс] https://histrf.ru/read/articles/piervaia-tielieghramma-ot-impieratora-kak-my-opieriedili-izobrietieniie-morzie
3. [Электронный ресурс] https://viktorpotapov.incpalife.ru/gulelmo-markoni/
4. [Электронныйресурс]https://itechinfo.ru/content/3-апреля-1973-года-американский-инженер-компании-motorola-мартин-купер-совершил-первый
5. [Электронный ресурс] https://ru.wikipedia.org/wiki/Neuralink
6. [Электронный ресурс] https://trends.rbc.ru/trends/industry/617fbbc79a79476037fa0591

Обеспечение информационной безопасности с помощью применения методов принятия решений

Кожухина Анна Владимировна, студент;
Бурнакова Анастасия Андреевна, студент
Новосибирский государственный университет экономики и управления

В связи с постоянным ростом потребностей в управленческой сфере, появилась необходимость компьютеризировать процесс принятия решений. Так как решение сложных задач требует значительно много расчетов, на выполнение которых в ручном исполнение необходимо огромное количество времени. В соответствии с этим была поставлена задача выработать метод выбора защиты от утечки данных на основе анализа иерархии. На принятие решений на прямую влияют продвижение компьютерных инноваций и на основе этого, существенное изменение информационно-коммуникационных процессов. По-

стоянно растущее количество информации и неэффективная обработка информации людьми стали началом движения новых информационных технологий.

Актуальность проблематики информационного обеспечения процесса разработки и принятия решений на сегодняшний день объясняется следующим: почти все функции управления создаются путем производства, принятия, а также исполнения управленческих решений, далее следует то, что на сегодняшней день характеристики современного бизнеса на постоянной основе уменьшают возможность менеджмента по планированию и прогнозированию. Рассмотрим проблему недостаточного информационного обеспечения принятия решений на диаграмме Исикавы (рисунок 1).

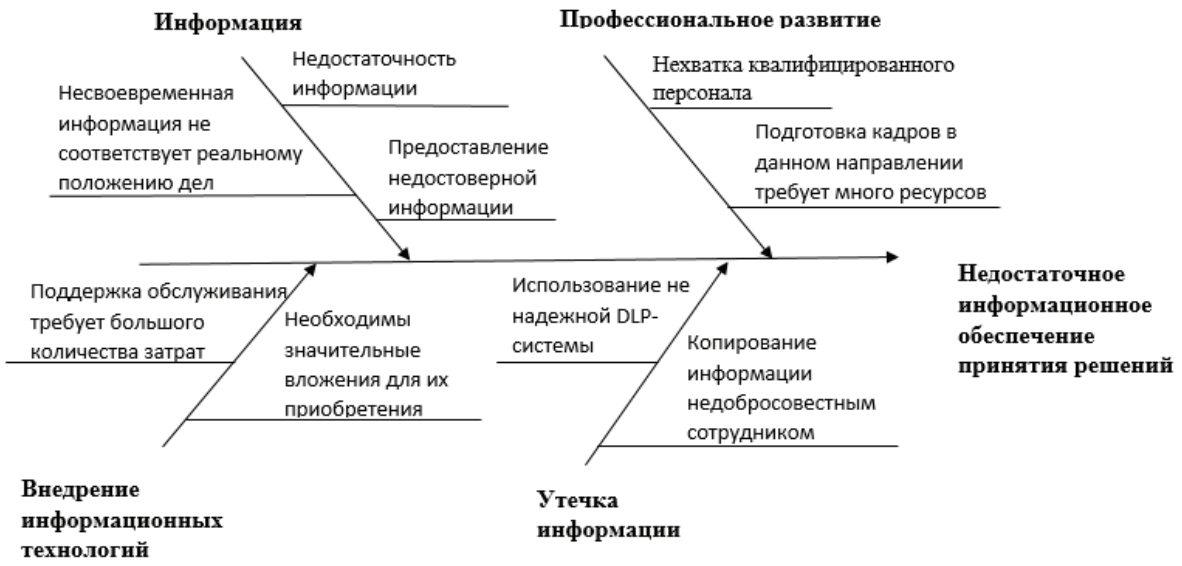


Рис. 1. **Диаграмма Исикавы**

Наиболее главными требованиями при принятии эффективного решения являются:

— вовремя полученная и необходимая информация, так как при несвоевременной подаче, а именно задержке, информация потеряет свою актуальность;

— полнота информации;

— точность информации.

При соблюдении всех вышеперечисленных требований информация способна справиться со своей ролью в принятии решения и как следствие возможно эффективное выполнение. Защита информации требует использования сертифицированных продуктов, к ним относятся: Контур информационной безопасности СёрчИнформ (КИБ SI), InfoWatch TrafficMonitor, ZGate. Все перечисленные DLP-системы обладают такими свойствами, как: контроль электронной почты, социальных сетей, блогов, форумов; анализ с использованием словаря, анализ архивов, лингвистический анализ, анализ рисунков; блокирование утечек.

Существуют функции, которые не свойственны всем представленным системам. Их подробный анализ представлен в таблице 1.

Таблица 1. **Характеристики DLP-систем**

Функции	КИБ SI	InfoWatch TrafficMonitor	ZGate
Контроль портов	LPT, USB	COM, USB, WI-FI, LPT, BLUETOOTH	COM, USB, WI-FI, LPT, BLUETOOTH
Контроль внешних устройств	Имеется	Имеется	Отсутствует
Роли	Любой объем	Немного	Любой объем
Модульность системы	Имеется	Отсутствует	Имеется

На основе выбранных функций из таблицы 1 можно провести оценку на основе метода анализа иерархий. Для начала необходимо провести сравнение выбранных критериев (таблица 2). Выбранная оценка зависит от значимости функции. Так, контроль портов и контроль внешних устройств соответствует оценку 1, как наиболее важные, ведь без них теряется контроль над информацией, которую необходимо защитить. Данные критерии превосходят над функциями роли и модульности системы, поэтому можно поставить оценку 7 по шкале относительной предпочтительности. Критерий роли уступает в важности модульности системы, что соответствует оценке 5. Коэффициент согласованности в результатах расчетов составляет 8% и является нормальным. Таким образом, сравнение выбранных критериев выполняется правильно.

Таблица 2. **Сравнение критериев оценки**

Критерий оценки	Контроль портов	Контроль внешних устройств	Роли	Модульность системы	Ср. значение	Вектор норм	Погрешность	Индекс согласованности	Отношение согласованности
Контроль портов	1	1	7	7	2,645751	0,433059	0,989848541	0,071099	8%
Контрольвнешних устройств	1	1	7	7	2,645751	0,433059	0,989848541		
Роли	1/7	1/7	1	1/5	0,25276	0,041372	0,827439519		
Модульность системы	1/7	1/7	5	1	0,565189	0,565189	0,092511		
ИТОГО	2,29	2,29	20,00	15,20	6,11	1,00	4,21		

Далее необходимо сравнить DLP-системы по каждому из критериев. Начнем с критерия контроля портов (таблица 3). Исходя из данных таблицы 1 InfoWatch TrafficMonitor и ZGate имеют преимущество перед КИБ SI по числу портов, находящихся под контролем, что соответствует оценке 3.

Таблица 3. **Контроль портов**

Контроль портов	КИБ SI	InfoWatch TrafficMonitor	ZGate	Ср. значение	Вектор норм	Погрешность	Индекс согласованности	Отношение согласованности
КИБ SI	1	1/3	1/3	0,4807	0,142857	1		
InfoWatch TrafficMonitor	3	1	1	1,4422	0,428571	1		
ZGate	3	1	1	1,4422	0,428571	1		
ИТОГО	7,00	2,33	2,33	3,37	1,00	3,00	0,00	0%

В таблице 4 сравниваются системы по критерию контроля внешних устройств. ZGate занимает нижнюю позицию, так как реализует управление внешними устройствами с помощью программы Zecurion Zlock, которая продается отдельно. Соответственно, другим системам подходит оценка 3.

Таблица 4. **Контроль внешних устройств**

Контроль внешних устройств	КИБ SI	InfoWatch TrafficMonitor	ZGate	Ср. значение	Вектор норм	Погрешность	Индекс согласованности	Отношение согласованности
КИБ SI	1	1	3	1,4422	0,428571	1		
InfoWatch TrafficMonitor	1	1	3	1,4422	0,428571	1		
ZGate	1/3	1/3	1	0,4807	0,142857	1		
ИТОГО	2,33	2,33	7	3,37	1,00	3,00	0,00	0%

Таблица 5 содержит сравнительную характеристику DLP-систем по критерию роли. Киб SI и ZGate имеют неограниченное количество ролей тем самым превосходя InfoWatch Traffic Monitor, что соответствует 3 баллам по шкале относительных предпочтений.

Таблица 5. **Роли**

Роли	КИБ SI	InfoWatch TrafficMonitor	ZGate	Ср. значение	Вектор норм	Погрешность	Индекс согласованности	Отношение согласованности
КИБ SI	1	3	1	1,4422	0,428571	1		
InfoWatch TrafficMonitor	1/3	1	1/3	0,4807	0,142857	1		
ZGate	1	3	1	1,4422	0,428571	1		
ИТОГО	2,3	7	2,33	3,37	1,00	3,00	0	0%

Таблица 6 **содержит сравнительную характеристику по критерию модульности системы. Киб SI и ZGate имеют преимущество перед InfoWatch Traffic Monitor, так как состоят из отдельных модулей, что соответствует оценке 5.**

Таблица 6. **Модульность системы**

Модульность системы	КИБ SI	InfoWatch TrafficMonitor	ZGate	Ср. значение	Вектор норм	Погрешность	Индекс согласованности	Отношение согласованности
КИБ SI	1	5	1	1,71	0,454545	1		
InfoWatch TrafficMoni	1/5	1	1/5	0,342	0,090909	1		
ZGate	1	5	1	1,71	0,454545	1		
ИТОГО	2,2	11,00	2,20	3,76	1,00	3,00	0	0%

Для расчёта рейтинга DPL-систем необходимо рассчитать сумму произведений векторов норм критериев оценки на векторы норм DPL-систем. Результаты представлены в таблице 7.

Таблица 7. **Рейтинговая оценка DPL-систем**

	Критерий оценки				Рейтинговая оценка
	Контроль портов	Контроль внешних устройств	Роли	Модульность системы	
	Численное значение вектора приоритета критериев				
	0,433058737	0,433058737	0,041371976	0,092510551	
КИБ SI	0,142857143	0,428571429	0,428571429	0,454545455	0,30724
InfoWatch TrafficMonitor	0,428571429	0,428571429	0,142857143	0,090909091	0,38551
ZGate	0,428571429	0,142857143	0,428571429	0,454545455	0,30724

Таким образом, самый высокий рейтинг согласно расчетам рейтинговых показателей, оказался у InfoWatch TrafficMonitor. Оценка показателей зависит от их важности, так как продукт с некоторыми незначительными недостатками в результате оценки может быть лучше, чем продукт, у которого есть один, но довольно существенный недостаток. По итогу именно в ходе анализа можно сделать вывод о существенности плюсов и минусов, и на основе этих знаний принять наиболее объективное решение.

Литература:

1. Аминова Р. М., Филимончук И. И., Муратова А. Р. Контроль в системе информационного обеспечения процедур управленческих решений в условиях инновационного развития экономики // Экономика и предпринимательство.— 2018.— № 12.— С. 1213–1215].
2. Вавилова А. С., Натальина Т. В., Севостьянова О. Г. Принципы и методы исследований и принятия решений: практикум / А. С. Вавилова, Т. В. Натальина, О. Г. Севостьянова; Новосиб. гос. ун-т экономики и управления.— Новосибирск: НГУЭУ, 2022.— 119 с.

3. Ларионова с. Л., Товпеко Л. И. Метод принятия решений в условиях неопределенности для обеспечения информационной безопасности // Инновации и инвестиции.— 2020.— № 6.
4. Натальина Т. В., Севостьянова О. Г. Электроэнергетика в РФ: стратегический анализ отрасли и перспективы развития/ Конкурентоспособность в глобальном мире: экономика, наука, технологии. 2022. 7. С. 138–143.
5. Севостьянова О. Г., Натальина Т. В. Кампус: неотъемлемый элемент глобальной конкурентоспособности российского университета / Конкурентоспособность в глобальном мире: экономика, наука, технологии. 2022. № 8. С. 137–141.

Перспективы применения технологий расширенной реальности в промышленности

Краюшкин Николай Александрович, кандидат технических наук
Научный руководитель: Шатохин Константин Станиславович, кандидат технических наук, доцент
Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС» (г. Москва)

Технологии виртуальной (VR), дополненной (AR) и смешанной (MR) реальности можно считать следующим этапом эволюции интерфейса, которая началась с перфокарт, продолжилась клавиатурой и мышью, затем перешла к сенсорному экрану и голосовому управлению и сейчас переходит к жестам и естественным движениям [1]. В последние годы эти технологии, называемые в совокупности технологиями расширенной реальности (XR), набирают всё большую популярность в самых разных сферах жизни общества: от популярных видеоигр до медицины или изучения космоса. Не стали тому исключением и различные отрасли промышленности, где благодаря данным технологиям уже сегодня труд рабочих становится проще, издержки снижаются, а прибыли компаний растут.Россия в этом плане также не отстаёт от всего развитого мира. В нашей стране уже сегодня многие предприятия внедряют у себя на производствах XR-технологии, что позволяет получать более высокие результаты деятельности компании. Кстати, увеличению скорости внедрения XR-технологий в промышленный сектор, способствует и пандемия COVID-19, которая вынудила большое количество людей перейти на удалённый формат работы. А он как никакой другой предполагает взаимодействие между людьми с помощью современных технологий, в том числе онлайн.

Стоит также отметить, что согласно прогнозуHuaweiи TMT консалтинг, рост рынкаVR/AR-технологий к 2025 году составит 65.9 млрд долларов, а в России при среднем прогнозируемом годовом росте 37% порядка 7 млрд руб. Данные показатели свидетельствуют, что со временем технология станет довольно массовой, а для многих отраслей экономики станет важной частью увеличения производительности труда. Это одна из причин, почему многие компании активно инвестируют в этусферу и стремятся как можно быстрее в ней закрепиться, заняв лидерские позиции [2].

Основные направления применения XR-технологий

Различных способов и направлений применения современных иммерсивных технологий можно выделить огромное множество. Но мы разберём их применительно к промышленности.

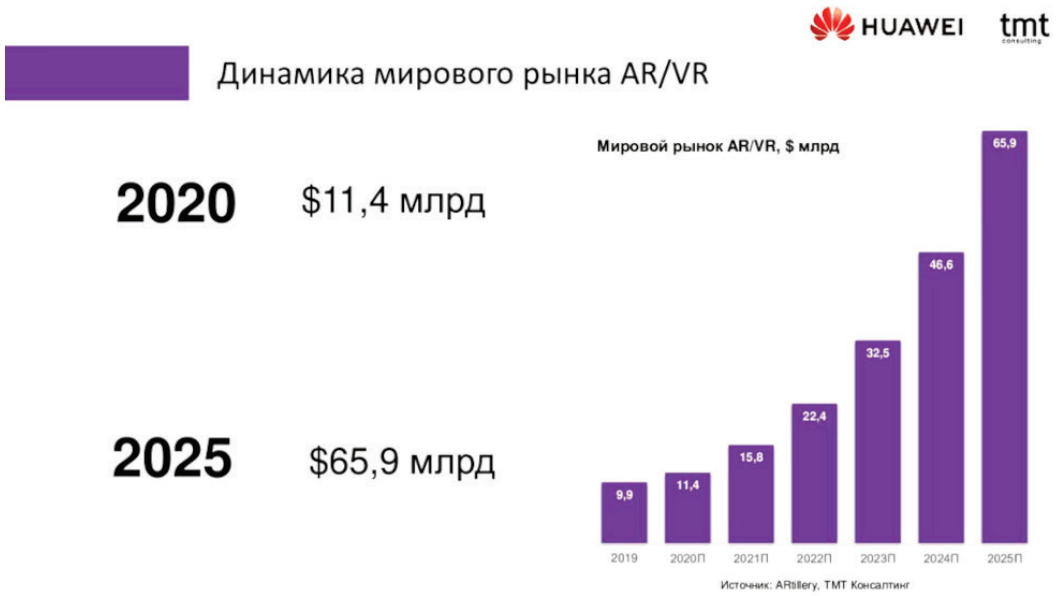


Рис. 1. **Прогноз роста рынка виртуальной и дополненной реальности в мире**

Передача изображения удалённого объекта на компьютер. Это один из самых распространённых способов применения AR/MR очков сегодня. Он становится крайне актуальным, например, при необходимости проведения ремонта или настройки сложного оборудования. Для этого часто требуется присутствие на месте высококвалифицированных сотрудников, но в силу удалённости (например, из-за болезни или командировки) и других причин осуществить это физически не всегда возможно. В этом случае могут помочь устройства дополненной реальности, с помощью которых другой человек сможет передавать изображение с них на ваш удалённый компьютер/планшет. Вы будете в реальном времени видеть фактически тоже самое, что и человек в нескольких сотнях или даже тысячах километров от вас и одновременно помогать ему с настройкой оборудования. Более того, вы можете работать удалённо сразу с несколькими людьми в разных точках планеты, помогая им так, как будто бы вы рядом, увеличивая свою и их производительность и улучшая результаты общей работы.

Передача планов и схем сотруднику для упрощения его работы. Как бы дополняя предыдущий пункт необходимо упомянуть о том, что вы можете заранее загрузить на устройство дополненной реальности или выслать вашему коллеге путём удалённой связи любые необходимые файлы (например, чертежи, схемы, видеоинструкции и другие). Благодаря этому он сможет видеть требуемую информацию перед глазами и работать с ней, практически не задействуя рук и не отвлекаясь на посторонние предметы. Так, например, поступают инженеры Boeingпри сборке новых самолётов [3]. Они используют очки GoogleGlass, на которых выводится пошаговая инструкция по сборке сложных технологических узлов и прокладке необходимых кабелей. Это очень ответственные и важные этапы сборки самолётов. Благодаря очкам сотруднику не приходится постоянно отвлекаться на чертежи и схемы, что позволяет сохранить концентрацию на высоком уровне и избежать ненужных ошибок. Как показала практика, такой подход позволил сократить время на сборку самолётов примерно на 25%, а также уменьшить количество ошибок сборки.

Обучение работе в сложных технологических условиях и на новом оборудовании. Ко многим современным технологическим агрегатам и сооружениям не всегда имеется прямой доступ на производстве, либо он затруднён в следствие удалённости. А обучать персонал работе на них необходимо. И здесь на помощь приходит виртуальная реальность. В ней вы можете спроектировать любое устройство в мельчайших деталях и обучать работе с ним где угодно. Благодаря высокой детализации объектов виртуального мира ваш сотрудник после обучения будет легко ориентироваться на реальных установках. Такой подход сильно экономит время и деньги на обучение, а также позволяет одновременно обучать большее количество любой. Например, вы можете детально смоделировать работу установки непрерывной разливки стали и тренировать людей в виртуальной реальности. При необходимости можно смоделировать разные ошибки и непредвиденные ситуации, а также выводить подсказки, если человек что-то забыл или делает неправильно. После такого опыта ему будет гораздо легче взаимодействовать с реальным оборудованием и, как следствие, сократится количество ошибок разливки на нём. Кроме того, в виртуальной реальности вы можете обучить ваших сотрудников действовать в опасных и аварийных ситуациях, смоделировав любую технологическую аварию. Это позволит в подобной ситуации в реальности действовать быстро и незамедлительно, максимально сокращая потери от аварийных ситуаций.

Работа в опасных средах. Сегодня для работы в опасной производственной среде (с повышенной температурой, кислотностью, взрывоопасностью и др.) необязательно заходить в помещение, где такая среда присутствует. Туда можно отправить робота, в том числе знаменитых роботов-собак. При этом изображение с камеры робота будет передаваться на очки дополненной или виртуальной реальности, и вы сможете в реальном времени видеть, что происходит внутри недоступного помещения, а также управлять роботом для совершения различных технологических операций. Это позволяют существенно снизить риски для людей и исключить влияние опасных факторов на их жизни.

Но стоит отметить, что некоторые производители AR-устройств делают их более прочными или даже взрывозащищёнными, так как на некоторых производствах необходимы соответствующие допуски, и существуют ситуации, при которых человеку необходимо лично присутствовать в опасной зоне. Например, немецкая компания Realware производит специальную взрывозащищённую и пожароустойчивую версию своих очков RealwareHMT-1Z1 [4], которую постепенно начинают применять при ликвидации пожаров и других техногенных катастроф. Очки позволяют лучше анализировать ситуацию на местности и получать больше необходимой и важной информации для спасения людей и материальных ценностей.

Благодаря компании СИБУР появился интересный кейс с данными устройствами. Совместно с системным интегратором КРОК они создали специальное ПО [5], которое позволяет удалённому сотруднику управлять действиями другого человека во время использования данных очков. Удалённый сотрудник может работать хоть из дома, при этом видя то, что происходит на любом производстве в любой точке мира, например, в другой стране. Как показала практика, такой подход позволяет существенно сэкономить на командировках сотрудника, не теряя при этом в качестве выполняемых работ. Кроме того, это позволяет как бы обойти закрытые границы в условиях пандемии.

В кейсе реализации проекта по расширению марочного ассортимента с пуско-наладкой оборудования для предприятия «ЗапСибНефтеХим», который входит в холдинг СИБУР, в условиях пандемии такой подход позволил (данные взяты из официальной презентации компании СИБУР на конференции Techweek 2021):

– сократить затраты на карантин экспертов на 100%, так как его не пришлось проходить,
– на 30% была снижена тарифная ставка эксперта,
– на 4 млн руб были сокращены расходы на проведение ПНР (пуско-наладочные работы)
– срок ПНР был сокращён на 5 дней.

Презентация новых технологических решений. Практически любая компания стремится к развитию и использованию

Рис. 2. **Промышленные очки дополненной реальности RealwareHMT-1и HMT-1Z1**

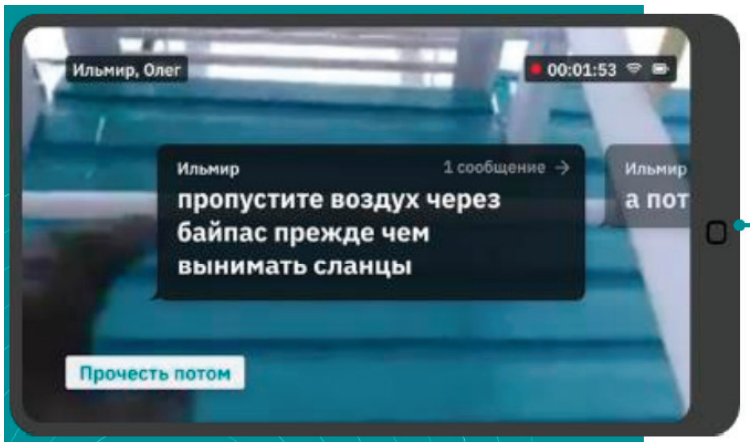


Рис. 3. **Отображение внутреннего интерфейса программного обеспечения удалённого доступа СИБУР и КРОК в AR-очках RealwareHMT-1**

современных технологических решений в своём бизнесе, особенно при высокой конкуренции. Это позволяет выделиться среди конкурентов и показать свои сильные стороны с лучшей стороны. Технологии виртуальной и дополненной реальности позволяют произвести настоящий вау-эффект во время презентации компании или нового продукта на выставках и конференциях. Так как сами технологии пока что активно не применяются среди массового пользователя, то они по-настоящему удивляют. Этим уже сегодня пользуются многие крупные компании. И такая тенденция продлится ещё как минимум ближайшие несколько лет.

Для корпоративов и отдыха сотрудников. Это самый игровой и весёлый формат из всех представленных в данной статье, но он также находит активное применение. Значение качественного отдыха на результаты работы трудно переоценить, а когда отдых происходит в активной и увлекательной форме, то, как показывает практика, результативность людей только вырастает. Сегодня такой досуг позволяет организовать технология виртуальной реальности, так как в современных VR-устройствах есть много активных игр, которые стимулируют мозг и разгоняют нервную систему. Именно поэтому некоторые компании ставят в свои лаундж-зоны небольшие аттракционы виртуальной реальности.А для корпоративов данные решения уже давно применяются, особенно на праздники Новый год, 23 февраля 8 Марта и другие. Такое развлечение становится классным подарком для всего рабочего коллектива [6].

Плюсы применения VR/AR-технологий

Как у любых технологий, виртуальная и дополненная реальность обладают своими преимуществами и недостатками, каждый из которых в той или иной степени помогает или мешает развитию данной индустрии. Рассмотрим сначала более подробно позитивные стороны применения иммерсивных технологий.

Современные очки дополненной реальности имеют малый вес. Производители AR-устройств сегодня делают свои гаджеты очень лёгкими, чтобы те практически не ощущались при многочасовом использовании. Добиться минимального веса позволяют используемые специальные материалы

Рис. 4. **Пример оборудования виртуальной реальности для развлечения и корпоративов**

(пластик, поляризованное стекло, лёгкие сплавы) и габариты устройств. Например, вес очков дополненной реальности GoogleGlass 2.0 EnterpriseEdition составляет всего 46 грамм, благодаря чему они почти не ощущаются даже во время многочасовой эксплуатации.

Свобода рук. Как было отмечено выше, благодаря очкам ваши руки будут полностью свободны, и вы сможете параллельно использовать другие технические средства. Это существенно экономит время на выполнение технологических операций, пуско-наладку оборудования и уменьшает вероятность ошибки при сборках сложных технических устройств.

Наглядность. Во многих очках виртуальной и дополненной реальности вы можете детально увидеть даже самые недоступные элементы технологических устройств без необходимости их разбирать или залезать внутрь. Например, благодаря программным решениям компании VRConcept [7] вы можете разобрать двигатель внутреннего сгорания или газовую горелку даже на самые мелкие детали и изучить во всех подробностях. Это позволяет узнавать принцип действия любого технологического оборудования и качественнее анализировать их неисправности.

Возможность адаптации решений под собственные нужды. ВсёVR/ARоборудование имеет собственный контент, который можно приобретать в специализированных магазинах. Но также у всех устройств есть доступ к программам разработки и SDK, благодаря чему вы можете создать собственные приложения, которые будут решать именно ваши задачи, либо адаптировать под них уже существующее ПО.

Относительная простота применения. Современное VR/ARоборудование уже не настолько сложно, как было 20–30 лет назад. Конечно, для работы с ним требуется обучение и настройка, а для наиболее сложных устройств и разработка соответствующего ПО, но в сравнении, например, с доменными или промышленными нагревательными печами, оно гораздо

Рис. 5. **GoogleGlass 2.0 EnterpriseEdition (слева) и EpsonMoverioBT-40 (справа) — одни из самых лёгких устройств дополненной реальности на сегодняшний вес. Масса каждого не превышает и 100 граммов**

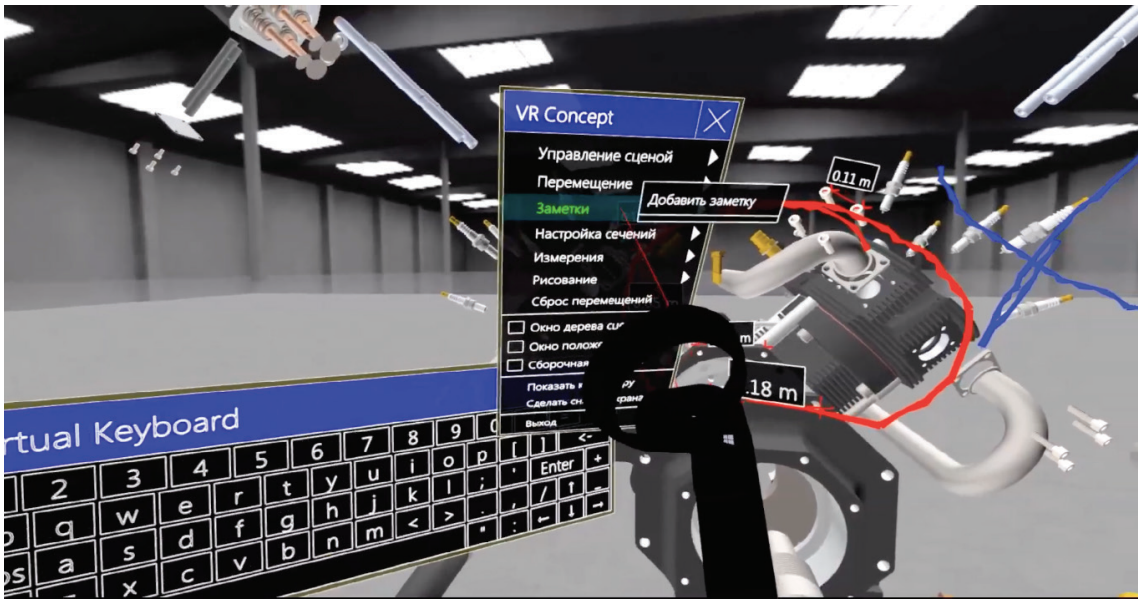


Рис. 6. **Пример внутренней среды программного обеспечения VRConcept**

проще. Ас устройствами для дома сможет справиться даже ребёнок.

Цены на устройства виртуальной и дополненной реальности падают. Устройства виртуальной реальности становятся дешевле с каждым годом и во многом благодаря усилиям крупнейших технологических компаний мира. Некоторые передовые решения стоят в России менее 40000 руб. и при этом являются полностью автономными устройствами. Такая цена уже сейчас является доступной не только для предприятий промышленного сектора, но и даже для обычного пользователя, который покупает устройство себе домой. На сегодняшний день аналогичная ситуация наблюдается и с дополненной реальностью. Сейчас существуют решения в этой области с ценами менее 100000 рублей, что также выглядит намного привлекательнее того, что было 10 лет назад. Конечно, есть решения и за 200, и даже за 500–600 тыс. рублей, например, MicrosoftHololens 2, но каждое из них решает свои задачи и имеет свою специфику [8]. Отсюда формируется и цена устройства.

Минусы VR/AR-устройств

Говоря о плюсах, нельзя забывать и о недостатках, которые имеются у современных решений виртуальной и дополненной реальности.

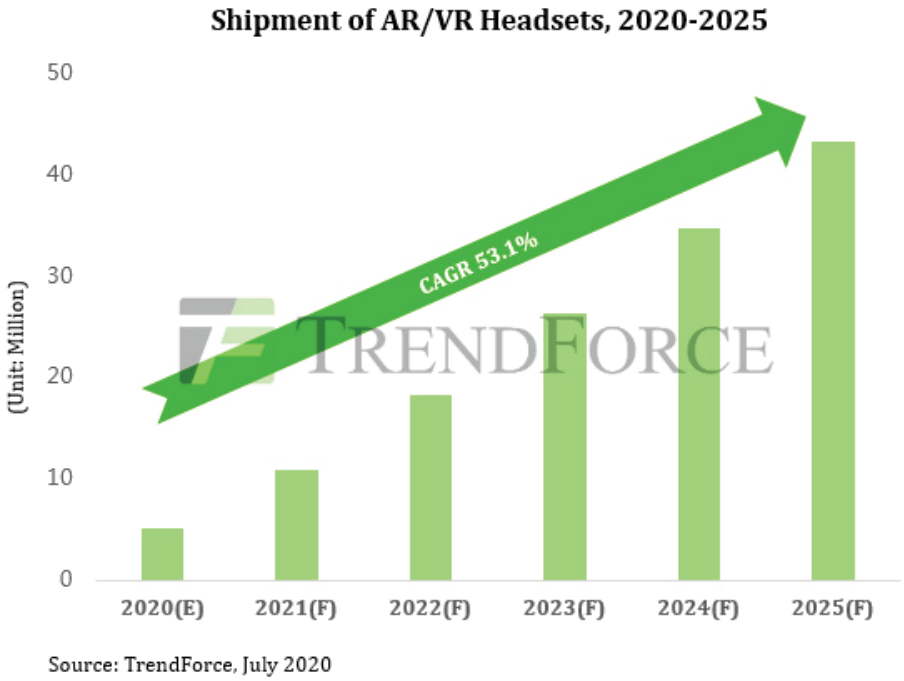


Рис. 7. **Прогнозируемое количество VR/AR-устройств, проданных по всему миру к 2025 году**

Необходимость привыкания. Несмотря на то, что сами очки дополненной и виртуальной реальности довольно просты в освоении, нашим глазам всё же требуется некоторое время, чтобы полностью адаптироваться к ним. При первых попытках использования очков у некоторых людей могут довольно быстро уставать глаза. Связано это с тем, что сама картинка, которая выводится в очках, находится довольно близко к глазам, и нам приходится подолгу на ней фокусироваться. Дискомфорт от данного эффекта исчезает довольно быстро, но время на привыкание всё-таки требуется.

Малый угол обзора. Это касается в первую очередь AR-устройств. Картинка, которую они выводят, небольшая по размерам. Это выглядит непривычно и требуется время. Из-за этого иногда приходится

Сложность написания программного обеспечения. На сегодняшний день не так много специалистов, которые умеют создавать программное обеспечение для устройств виртуальной и дополненной реальности. В данной области есть своя специфика, связанная с SDK-файлами. Кроме того, не все платформы стандартизированы и иногда требуется время для изучения нового устройства.1

Малая мощность устройств дополненной реальности. Так как большинство современных AR-решений обладает маленькими габаритами, то в них интегрируют далеко не самые производительные процессоры и модули видеопамяти. Это накладывает технические ограничения на устройства и сужает варианты их применения. Постепенно с увеличением мощности мобильных процессоров, мы сможем делать всё более компактные и при этом производительные очки дополненной и виртуальной реальности.

Цены. Несмотря на то, что AR/VRтовары становятся более массовыми и, как следствие, более дешёвыми, на сегодняшний день не существует по-настоящему доступных для массового покупателя устройств дополненной реальности. Возможно, эта проблема будет решена через некоторое время, когда свои решения в этой сфере выпустят такие корпорации, как Apple и NVidia.

Метавселенные

Одним из ключевых направлений технологии виртуальной реальности сегодня является создание и совершенствование метавселенных. В метавселенных вы можете жить в виртуальной реальности, как в реальном мире, то есть фактически вы можете ходить на работу, участвовать в совещаниях, проводить встречи, проводить весело время с друзьями и заниматься другими делами. Сами метавселенные существуют довольно давно, но в последний год им уделяется особое внимание, так как на их развитие делают большую ставку многие крупные корпорации. В них они открывают свои представительства и офисы, делают возможность покупки различных товаров с доставкой их к вам на дом в реальном мире, позволяют взаимодействовать друг с другом посредством различных контроллеров и технологий. Некоторые компании уже сегодня проводят удалённые совещания в виртуальной реальности. Это удобно, так как для такого совещания вам достаточно очков виртуальной реальности, подключённых к интернету, и всё. Хотя, иногда даже этого не требуется. Достаточно вашего телефона или компьютера и вы сможете оказаться в виртуальном мире вместе с вашими коллегами. Благодаря такой простоте вы можете погрузиться в метавселенные, где бы вы ни находились, и участвовать в любом собрании или встрече.

Интересной особенностью метавселенных является и то, что вы можете создать своего виртуального двойника, так называемого аватара, который будет выглядеть так, как вам нравится. Конечно, вряд ли на совещание с начальником вы придёте в костюме динозавра, но на неформальную встречу с друзьями

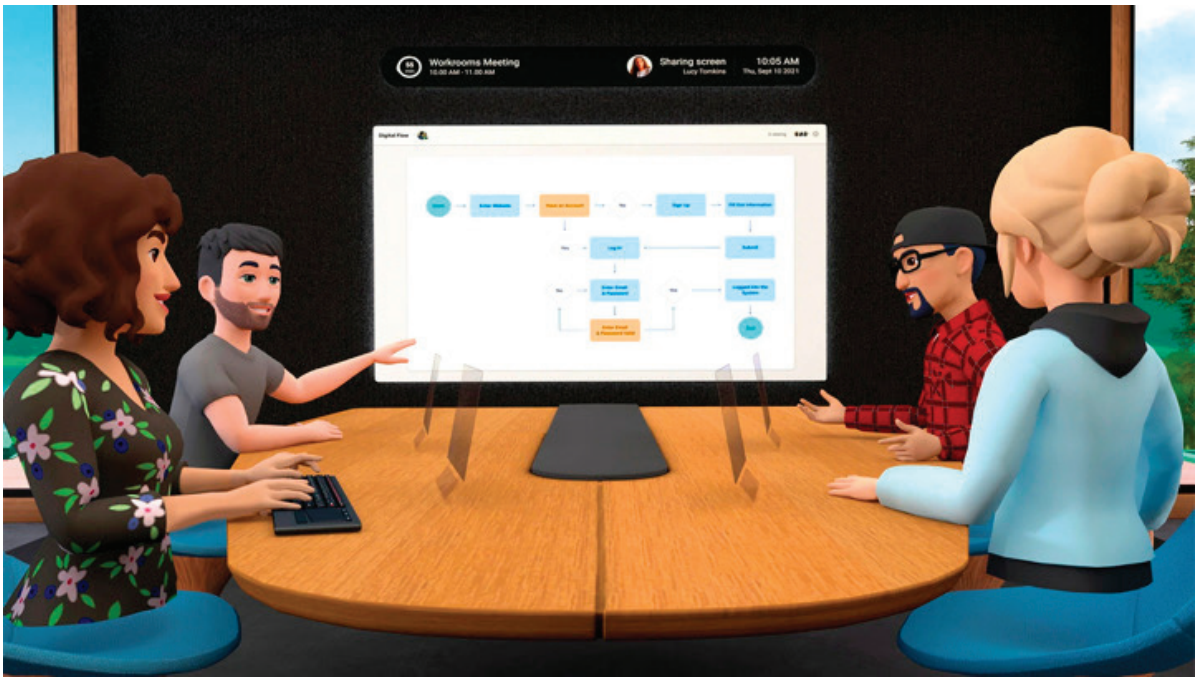


Рис. 8. **Вариант проведения совещания в метавселенной**

в виртуальном Макдональдсе почему бы и нет. В этом выборе вас никто не ограничивает. Фактически, что-то подобное мы видели в фильме «Первому игроку приготовиться», но там неигровое направление использования метавселенных раскрыто слабо. А между тем оно имеет огромный потенциал развития в будущем. Не исключено, что со временем всё больше корпоративных совещаний будет проводиться именно в таком формате, особенно для сотрудников, работающих удалённо. Этому способствует и развитие технологий, и различные ограничения, которые вводятся в наше время.

Отметим ещё один интересный факт — метавселенными интересуются не только крупные корпорации, но и целые города и страны. Например, правительство Сеула представило план по превращению его в первый город-метавселенную [9]. Согласно плану за несколько лет поэтапно планируется перенести столицу Южной Кореи в виртуальный мир, доступ к которому будет у людей со всей планеты: вы сможете попасть в него, находясь в любой точке Земли. Планируется, что благодаря реализации такого проекта, жители города смогут пользоваться различными его сервисами и услугами, участвовать в мероприятиях, проводить встречи, не выходя из дома, а для остальных — это станет прекрасной возможностью посетить Сеул в удалённом формате, что также в перспективе может смотивировать многих приехать в страну в качестве туристов.

Несколько кейсов и примеров использования XR-технологий в различных производствах

Про опыт компании Boeing в области AR-технологий было описано выше, но другая американская производственная компания LockheedMartin также использует очки дополненной реальности для сборки истребителей F-35. Для них были задействованы очки дополненной реальности EpsonMoverioBT-200 (уже сняты с производства, сейчас используются MoverioBT-40 и BT-40S). Принцип использования аналогичен тому, который применяется в Boeing — инженерам становится гораздо проще собирать сложные технологические узлы самолёта благодаря тому, что прямо в очках выводится вся необходимая информация для сборки: чертежи, схемы, технологические инструкции. Например, когда инженер смотрит на шасси, очки выделяют крепёж, кабели и другие необходимые в определённый момент детали с номерами и показывают инструкции по их установке, включающие 3D-модели и анимацию, будто вы собираете конструктор Lego с помощью голограмм. Как показала практика, такие решения помогли сократить время на 30%, а точность сборки — на 96% [10].

Стоить отметить и позитивный опыт компании Volkswagen в сфере применения технологий дополненной реальности в своих сервисных центрах в Великобритании. Согласно отчёту компании, внедрив технологию дополненной реальности в процесс диагностики и ремонта, им удалось за 1 год снизить уровень выбросов CO2 на 2.5 тонны при повышении эффективности на 93% и сократить расходы на 250000 фунтов стерлингов. Инновационная система позволяет удалённо отправлять точные визуальные инструкции инженерам из стационарных и мобильных сервисных центров, благодаря чему увеличивается скорость ремонта и диагностики, а время простоя уменьшается. Также это помогает сэкономить ресурсы на выездах специалистов сервисных центров [11].

Крайне перспективным направлением развития технологий виртуальной реальности может стать их использование для управления роботами, в том числе промышленными. Идея заключается в том, чтобы передавать изображение с удалённого робота, который может находиться за несколько сотен или тысяч километров, на очки виртуальной реальности, а оператор в этих очках управлял всеми движениями робота. Такие технологии уже активно разрабатываются, например, в Массачусетском технологическом университете [12]. Данные решения

Рис. 9. **Человек, который управляет в виртуальной реальности роботом Toyota**

помогут упростить работу людей в сложных или опасных технологических условиях, например, в загазованных, радиоактивных средах, в зонах повышенной опасности травмирования, где необходимо работать с открытыми областями раскалённого металла, например, на металлургических заводах.

Прекрасным примером симбиоза виртуальной реальности и робототехники может служить разработанный компанией ToyotaроботT-HR3, который управляется человеком при помощи очков виртуальной реальности. Робот повторяет все действия, которые совершает оператор, что делает его отличным помощником для выполнения самых разнообразных задач [13]. Конечно, в данном направлении ещё очень много работы и именно в этой сфере можно совершит множество научных открытий, что позволит вывести данную технологию на новый уровень.

Выводы

Предлагая совершенно новый канал восприятия мира и взаимодействия с ним, технологии расширенной реальности становятся одной из самых мощных преобразующих мир технологий Четвертой промышленной революции. Мы начинаем использовать их для обучения, работы, бизнеса и развлечений. Пока это не носит массовый характер. Но судя по динамике развития индустрии, тенденциям перехода в метавселенные и её пользе для общества — это просто вопрос времени. Постепенно интегрируясь в наш мир, XR-технологии смогут сделать жизнь людей удобнее, проще и эффективнее. Однако из-за эффекта присутствия они больше, чем другие цифровые каналы, будут размывать границу между искусственными технологиями, внешним миром и ролью человеческой интуиции и субъектности [1].

Литература:

1. Шваб К., Дэвис Н. Технологии Четвертой промышленной революции.— М.: Эксмо, 2018.— 320 с.
2. Официальное исследование Huawei: https://www.huawei.ru/news/issledovanie-huawei-rynok-ar-vr-v-rossii-dostignet-7-mlrd-rub-k-2025-godu/
3. Интернет-ресурс https://arvar.org/ru/cases/boeing/
4. Официальный сайт компании Realwearhttps://www.realwear.com/
5. По материалам с весенней конференцииTechweek 2021
6. Арена виртуальной реальности https://nsk.thedeepvr.ru/
7. Официальный сайт компании VRConcept: https://vrconcept.net/
8. Интернет-магазин https://virtualnyeochki.ru/
9. Интернет-ресурс https://holographica.space/news/metaverse-seoul/
10. Интернет-ресурс https://arnext.ru/news/lockheed-martin-ngrain-18400
11. Интернет-ресурс https://www.realwear.com/blog/volkswagen-commercial-vehicles-rolls-out-realwear-augmented-reality-headsets-across-uk/?utm_content=158044194&utm_medium=social&utm_source=twitter&hss_channel=tw-774647737186779136
12. Интернет-ресурс http://bevirtual.ru/s-pomoshhyu-vr-mozhno-upravlyat-promyshlennymi-robotami-na-rasstoyanii/
13. Интернет-ресурс https://holographica.space/news/toyota-t-hr3–13620/

Совершенствование управления бизнес-процессами в организации в условиях роста цифровизации

Летуновская Юлия Александровна, студент магистратуры;
Романова Ксения Игоревна, студент магистратуры
Российская академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации (г. Москва)

Статья посвящена рассмотрению возможностей улучшения системы управления бизнес-процессами в организации в условиях роста цифровизации. Основным направлением цифровизации является охват всех направлений деятельности компании, в ходе чего происходит изменение технологии принятия и исполнения управленческих решений, и как следствие происходит формирование новой культуры управления организацией. В процессе исследования выделены ключевые области цифровых преобразований в структуре управления бизнес-процессами. Обозначены методы внедрения цифровых технологий в бизнес-процессы предприятий.

***Ключевые слова**: цифровые технологии, бизнес-процесс, управление, предприятие, оптимизация, цифровизация.*

Improving management business processes in organizations in conditions growth digitalization

The article is devoted to the consideration of the possibilities of improving the business process management system in an organization in the context of increasing digitalization. The main direction of digitalization is to cover all areas of the company's activities, during which there is a

change in the technology of making and executing managerial decisions, and as a result, a new management culture of the organization is being formed. In the course of the research, the key areas of digital transformation in the structure of business process management are highlighted. The methods of introducing digital technologies into the business processes of enterprises are outlined.

Keywords: *digital technologies, business process, management, enterprise, optimization, digitalization.*

Ключевым глобальным трендом последних лет является цифровизация, которая касается всех сфер экономики и общественной жизни. Передовые технологии Индустрии 4.0 (в частности, облачные вычисления, биотехнологии, средства сбора и анализа «Big Data», 3D-печать, краудсорсинг, технологии «Blockchain») кардинально меняют большинство отраслей экономики и секторов промышленности [1, с. 4]. В таких условиях одной из важнейших задач развития предприятий является их быстрая адаптация к современным тенденциям цифровизации. Соответственно инициативы по цифровой трансформации занимают первое место в списке приоритетов менеджеров.

Цифровые технологии применяются для создания новых моделей ведения бизнеса, повышения производительности и улучшения итоговых показателей. Очевидно, что эти преобразования непосредственно касаются бизнес-процессов, которые являются ядром каждой организации, и поэтому их эффективное управление имеет большое практическое значение. В связи с этим менеджмент бизнес-процессов и цифровая трансформация — это области, которые представляют сегодня значительный интерес как для научных кругов, так и для практикующих менеджеров.

Таким образом, детальная проработка и раскрытие вышеобозначенных вопросов определяет актуальность темы исследования, а также подтверждает ее теоретическую и практическую значимость.

Вопрос усовершенствования бизнес-процессов в условиях цифровизации и методов управления ими является относительно новым. Проблематику этого направления осветили в научных трудах Калинин А. Р., Самоенко А. И., Хачатурян М. В., Matalamäki, Marko; Joensuu-Salo, Sanna.

Определением роли цифровых технологий в развитии современных предприятий и разработкой методов их внедрения в традиционные бизнес-процессы занимаются Ефанов В. А., Колесников И. А., Ксенофонтова О. В., Козловская А. И., Fu, Junxiong; Jia, Xinyi; Rummel, Florian.

В то же время, несмотря на имеющиеся научные достижения, проблемы разработки концептуальной модели имплементации цифровых технологий в контур управления бизнес-процессами промышленных предприятий, а также развитие организационно-экономических основ их реализации на основе автоматизации требуют отдельного внимания и дальнейшей проработки.

Итак, цель статьи заключается в изучении направлений усовершенствования подходов к управлению бизнес-процессами организации в условиях роста цифровизации.

В связи с проводимым анализом по исследуемой теме дадим определение некоторым понятиям, используемых в работе.

Цифровая трансформация — это внедрение современных технологий в бизнес-процессы предприятия. Этот подход включает в себя не только приобретение прогрессивного программного обеспечения или нового оборудования, но и осуществление кардинальных преобразований в методах управления, способах внешних коммуникаций, выстраивании и развитии корпоративной культуры. [2, с. 331]. С учетом вышеизложенного, управление бизнес-процессами в условиях роста цифровизации представляет собой совокупность средств, методов и подходов, ориентированных на информационные технологии с целью автоматизации, анализа и улучшения процессов и операций, которые они поддерживают.

Не подлежит сомнению тот факт, что цифровизация бизнес-процессов предприятия должна быть нацелена не только на улучшение его основных показателей, но и на содействие эффективной трудовой деятельности работников, а также достижение стратегических целей развития в условиях новой информационной экономики. Учитывая это, становится очевидным, что если организация сможет вовремя перейти в цифровую среду, оптимизировать свои бизнес-процессы с применением цифровых технологий, то ее шансы на стабильность и даже экономический рост значительно увеличатся.

Диджитализация бизнес-процессов ассоциируется, прежде всего, с оптимизацией ресурсного потенциала предприятия для повышения эффективности выполнения задач путем внедрения новейших технологий. Проявление диджитализации может быть выражено в виде цифровизации рабочих мест, использовании таких инструментов, как мобильные устройства, информационно-коммуникационные технологии, для обеспечения унифицированной коммуникации [3, с. 207].

Цифровая трансформация управления бизнес-процессами посредством социальных, мобильных, аналитических и облачных технологий позволяет сократить объем бумажных носителей информации и документирования, повысить реактивность процедур и операций по операционному менеджменту, уменьшить трудоемкость операций, сделать весь управленческий контур более мобильным и оптимизированным. Благодаря этому возможно не только улучшить вовлеченность и удержание работников, но также достигнуть заметного улучшения показателей работы предприятия путем постоянной трансформации.

В современном мире ежедневно растет конкуренция среди компаний и увеличивающиеся требования к качеству продукции. Основополагающей целью цифровой трансформации является помощь руководителю и подразделениям компании в вопросе увеличения эффективности и конкурентоспособности по каждому операционному действию.

Здесь стоит отметить, что ведущим технологиям в компании отведена центральная роль в процессе преобразования, но не стоит считать посредственными бизнес-процессы, модели развития, корпоративную культуру и этику, а также готовность к грядущим изменениям.

Компанией, применившей технологию цифровой трансформации, можно привести ДодоПицца. Бренд, который на сегодняшний день имеет по состоянию на февраль 2021 года 570 пиццерий в России и 111 в 14 других странах (Казахстан, США, Великобритания, Германия, Нигерия, Вьетнам, Китай, Эстония, Литва, Румыния, Словения, Беларусь, Узбекистан, Кыргызстан и Польша). Но далеко не все потребители продуктов этой компании знают, что основным направлением бизнеса является вовсе не доставка и выпечка пиццы, а франшиза с ядром в виде собственной информационной системы Dodo IS, созданной с помощью облачной технологии ERP-системы. «Додо ИС» — система, с помощью которой организованы рабочие процессы пиццерии, сюда входит обработка заказов, работа кухни, доставка, управление персоналом и маркетинговое продвижение. Одной из концепций компании является открытость процессов, входе которой происходит «глубокая оцифровка». Практическим примером является то, что с 2012 года на кухнях в пиццериях установлены камеры, которые в прямом эфире транслируют приготовление пиццы. Еще одной особенностью компании является то, что она использует разного рода системы, которые на основе нейронных сетей определяют настроение посетителей, отслеживают распределение гостей в зале по времени, контроль качества пиццы по малозаментным особенностям пиццы.

В условиях современной цифровизации применяются следующие инструменты, которые повышают эффективность бизнес-процессов (рисунок 1) [5, с. 136].

В современных реалиях именно такие инструменты помогают топ-менеджерам компании повысить эффективность бизнес-процессов, улучшить деятельность компании на рынке в условиях цифровизации с помощью применения различного рода технологий.

Согласно наработкам, ученых Центра цифровой трансформации бизнеса, ключевыми областями цифровых преобразований в структуре управления бизнес-процессами выступают: работа с клиентами, операционные бизнес-процессы и бизнес-модели предприятия [4, с. 1326]. В таблице 1 представлены возможности использования цифровых технологий и их потенциал в разрезе каждой из выделенных областей.

Условиями цифровой трансформации являются:

1. Заранее определенная стратегия. Без четкого видения и понимания стратегии нет ни одного шанса на успешное проведение цифровой трансформации предприятия любой величины. В ходе проведения цифровой трансформации сотрудники, ответственные за ее проведения, должны четко знать и понимать необходимость ее проведения в текущих условиях. Зачастую, компании, принявшие решение о проведении цифровой трансформации, не владеют окончательным вариантом

Рис. 1. **Инструменты, повышающие эффективность бизнес-процессов в современных условиях**

Таблица 1. **Модель структуризации элементов цифровой трансформации системы управления бизнес-процессами в разрезе ключевых областей**

Область	Возможности цифровых технологий
Работа с клиентами	1. Более глубокое понимание клиентов — реализуется благодаря использованию предприятием социальных сетей в целях изучения требований и предпочтений клиентов, продвижения бренда, оказания поддержки клиентам во время приобретения и использования продукции и тому подобное
	2. Рост выручки от имеющихся у предприятия клиентов — статистические данные о покупках клиентов используются в целях организации персонализированных продаж и полного обслуживания клиентов, разработки индивидуальных пакетов предложений
	3. Поиск новых точек взаимодействия с клиентами — реализуется путем создания с помощью цифровых технологий возможностей для клиентов в сфере самообслуживания или же многоканальных способов доступа к клиентам
Операционный процесс	1. Автоматизация производственных процессов, позволяющая предприятиям переориентироваться на решение стратегических задач, повысить уровень безопасности труда
	2. Реализация творческого потенциала сотрудников — внедрение цифровых технологий позволяет сократить рутинную работу и повысить эффективность труда, наладить работу без физической привязки к рабочему месту, организовать взаимодействие между работниками независимо от их местонахождения
	3. Управление производительностью, основываясь на результатах анализа «Больших данных». Новейшие цифровые системы предоставляют руководству возможность принимать управленческие решения, опираясь на фактические данные в режиме реального времени, а также осуществлять сравнение текущих процессов и перераспределять производственные мощности наиболее оптимальным образом
Бизнес-модель	1. Точечное внедрение новых технологий только в отдельные бизнес-процессы, без полного изменения бизнес-модели предприятия
	2. Введение новых цифровых бизнес-моделей, что также включает перестройку бизнес-процессов согласно требованиям цифровизации
	3. Цифровая глобализация — структурированная информация и цифровые технологии позволяют предприятиям получить глобальный синергетический эффект, сохранив при этом способность реагировать на локальные изменения

стратегии развития, а как показывает практика ни к чему хорошему это не приведет.

В ходе проведения цифровой трансформации необходимо учитывать то, что данный процесс является долгосрочным и он требует серьезного и упорядоченного подхода, также стоит отметить, что после успешной реализации всех этапов цифровой трансформации в организации нельзя останавливаться на достигнутом, необходимо продолжать развитие, причем принимать во внимание новые технологии и разработки.

2. Мотивированная команда. Здесь главным направлением является то, что каждый член команды цифровой трансформации должен понимать цель предстоящих изменений, проникнуться важностью того, что путь цифровизации в нынешних реалиях — это не роскошь, а реальная необходимость в условиях сегодняшнего дня.

3. Адаптация персонала. По оценкам экспертов, самое сложное в освоении технологии цифровизации является проведение адаптации команды к обновленным бизнес-процессам. Ведь трансформация затронет каждого работника компании, поэтому возникает необходимость в организации и проведении различного рода мероприятий, в ходе которых сотрудники могут ознакомится с новыми технологиями, введенными в компании. Примерами таких мероприятий являются: мастер-классы, тренинги, тимбилдинги и т.д. В процессе проведения мероприятий сотрудники знакомятся и на практике учатся применять новых навыки.

Стоит отметить, что современных технологии могут являться неотъемлемыми помощниками в адаптационном периоде. Примером могут выступать различные VR-технологии или же при помощи UX-дизайна интерфейс различных программ можно сделать интуитивно понятным, а использование искусственного интеллекта позволит ускорить обработку данных и принять оптимальное решение.

4. Технологии цифровизации. Несомненно, без высокомотивированной команды и стратегии невозможно провести успешную трансформацию бизнес-процессов, но не стоит забывать про систему цифровизации, которая включает в себя особые инструменты, позволяющие проводить качественные изменения.

Исходя из вышесказанного отметим, что цифровая трансформация, несомненно, выводит организацию на новый уровень развития, при этом затрагивает интересы всего персонала предприятия. Поэтому необходимо постоянно находится с персоналом в контакте, своевременно проводить обучения по нововведениям, а также не забывать мотивировать сотрудников, чтобы на выходе получать качественный продукт [6, с. 57].

Исходя из фактического состояния предприятия, его финансовых и кадровых возможностей цифровизация бизнес-процессов может проводиться с использованием одного из следующих способов:

1. Оптимизация существующих бизнес-процессов.
2. Цифровая трансформация бизнес-процессов
3. Разработка новых бизнес-процессов

Цифровизация бизнес-процессов на предприятии позволит фиксировать внесенные изменения с указанием всех важных деталей, в результате чего руководители разных уровней будут иметь возможность контролировать качество прохождения каждого из этапов. Таким образом, внесение изменений будет сопровождаться минимальными затратами времени и усилий, а также ведением более прозрачного бизнеса.

Преимущества цифровой трансформации для бизнеса:

1. Решения на основе достоверных сведений.
2. Повышение производительности.
3. Вовлечение потребителей.
4. Обеспечение информационной безопасности.
5. Укрепление партнерских отношений.
6. Развитие услуг по требованию.

Также существуют и ситуации, когда цифровая трансформация не дает нужного результата. Это может произойти по нескольким причинам:

— неправильно расставленные приоритеты;

— сотрудники не готовые работать в новых реалиях и с новыми технологиями, могут устраивать саботаж;

— консервативные подходы к ведению бизнеса со стороны руководства;

— недостаточное количество профессиональных специалистов в команде;

— недостаточный уровень автоматизации процессов

— отсутствие или недостаточное количество инвестиций

Подводя итоги проведенному исследованию, можно сделать следующие выводы. Цифровая трансформация кардинальным образом изменяет бизнес-процессы в компании, создает цифровую рабочую среду, позволяет внедрять современные инновации и передовые решения. Список процедур, которые можно перевести в цифровую среду, очень большой, начиная с цифровизации производственных процессов, контроля над выполнением работ и качеством продукции, коммуникации с командой и клиентами и завершая логистикой и поставками. Цифровизация бизнес-процессов призвана сделать их более простыми и гибкими.

Литература:

1. Доленко А. А. Внедрение инновационных подходов к управлению бизнес-процессами на предприятиях // Инновации и инвестиции. 2020. № 1. С. 3–6.
2. Baier, Marie-Sophie Success factors of process digitalization projects — insights from an exploratory study // Business process management journal. 2022. Volume 28: Number 2; pp 325–347.
3. Калинин А. Р., Самоенко А. И. Цифровая трансформация управления бизнес-процессами в современных условиях сырьевого рынка // Проблемы теории и практики управления. 2021. № 6. С. 202–213.
4. Nwankpa, Joseph K. Process innovation in the digital age of business: the role of digital business intensity and knowledge management // Journal of knowledge management. 2022. Volume 26: Issue 5; pp 1319–1341.
5. Дьяков с. А., Шитухин А. М., Денисова О. Г., Кирячек В. В. Современные инструменты повышения эффективности бизнес-процессов организации в условиях цифровизации // ЕГИ. 2022. № 41 (3). С. 135–140.
6. Каблашова И. В., Саликов Ю. А., Логунова И. В. Инновационное развитие системы управления предприятием в условиях цифровой трансформации // Организатор производства. 2019. Т. 27. № 2 С. 46–58.

Методы проектирования архитектуры информационных систем

Нагель Татьяна Алексеевна, студент магистратуры

Научный руководитель: Вакорин Михаил Павлович, кандидат экономических наук, доцент

Новосибирский государственный технический университет

Статья посвящена методам проектирования архитектуры информационных систем. Описаны достоинства и недостатки рассмотренных подходов. Представлено мнение автора об использовании нужного из перечисленных методов при проектировании архитектуры различных программных продуктов.

Ключевые слова: *информационная система, архитектура, методы проектирования.*

Проектирование информационной системы представляет собой сложный процесс, который адаптирует заданные требования заказчика в описание архитектуры программного продукта, который может выполнять нужные функции. Архитекторы информационных систем обычно решают поставленную задачу, сосредотачиваясь на отдельных аспектах проектирования, таких как данные или конкретные приложения, и опираясь на свой предыдущий опыт для сравнения альтерна-

тивных архитектурных решений. Затраты на приобретение необходимого оборудования обычно учитываются, но связанные с ними эксплуатационные расходы и затраты на техническое обслуживание часто игнорируются или недооцениваются. Сложность оптимизации отдельных задач проектирования приводит к тому, что исследователи избегают перспективы глобальной оптимизации, и, таким образом, архитектура информационной системы обычно является результатом сопоставления нескольких локальных оптимумов [1].

Техническая архитектура — это совокупность программно-аппаратных средств, методов и стандартов, обеспечивающих эффективное функционирование приложений [2].

В широком смысле информационной системой называется комплекс, включающий вычислительное и коммуникационное оборудование, программное обеспечение, лингвистические средства и информационные ресурсы, а также системный персонал и обеспечивающий поддержку динамической информационной модели некоторой части реального мира для удовлетворения информационных потребностей пользователей.

Достаточно часто под информационной системой понимается прикладная программная подсистема, ориентированная на сбор, хранение, поиск и обработку текстовой и/или фактографической информации [3].

Проектирование ИС представляет собой последовательность выполнения взаимообусловленных действий — процедур. В свою очередь, процедуры подразумевают использование определенных методов, основанных на тех или иных законах природы и общества. Сложность процесса проектирования информационных систем (как и любой другой творческой деятельности), нестандартность проектных (жизненных) ситуаций вызывают необходимость знать различные методы проектирования информационных систем и умения владеть ими.

Метод проектирования информационных систем — это целенаправленная совокупность процедур, позволяющая получить в результате описание разрабатываемой информационной системы с такой степенью детализации, которая достаточна для ее реализации [4].

Можно выделить 5 основных методологий проектирования информационных систем [5]:

– календарный метод;
– метод, основанный на управлении требованиями;
– метод, в основу которого положен процесс разработки документации;
– метод, основанный на управлении качеством;
– архитектурный метод.

При проектировании информационной системы календарным методом в основу закладывается график работ, которые выполняются поэтапно. Решения по выполнению проекта принимаются из цели и задач конкретного этапа разработки. Недостатком данного метода является принятие решений по проектированию исходя из локальных целей, уделяя мало внимания процессу разработки, разработке технической документации, созданию стабильной архитектуры и внесению изменений. Это приводит к высокой суммарной стоимости проекта для заказчика. Данный метод считается устаревшим, однако многие организации продолжают его использовать.

Метод, основанный на управлении требованиями, уделяет основное внимание функциональным характеристикам системы, при этом часто недостаточно прорабатываются нефункциональные характеристики, например, такие как масштабируемость. Данный подход достаточно эффективен в случае, если требования определены в начале работы над проектом и не изменяются в процессе проектирования, что сегодня бывает крайне редко. Основным недостатком данного подхода можно выделить отсутствие стабильной разрабатываемой архитектуры, поскольку каждая из реализуемых функций отображается на один или несколько функциональных компонентов, что существенно усложняет добавление к системе новых требований. Данный метод позволяет успешно отслеживать процесс выполнения всех требований в плане реализации проекта, однако использование его для долгосрочных проектов является неэффективным.

Метод, в основу которого положен процесс разработки документации, направлен на разработку необходимой технической литературы в рамках проекта. Этот подход продолжает использоваться в правительственных организациях и крупных компаниях. Главными недостатками данного метода можно выделить затраты большого количества времени и сил на разработку документации в ущерб качеству и тестированию разрабатываемого кода. При этом пользователь и заказчик чаще всего не используют созданную документацию.

Метод, основанный на управлении качеством, предполагает использование различных мер для отслеживания определенных параметров программного продукта. Например, по техническому заданию необходимо получить время реакции системы на запрос менее одной миллисекунды, тогда этот параметр отслеживается на всех этапах проектирования информационной системы и часто это происходит в ущерб другим характеристикам, например, таким как масштабируемость и простота сопровождения. При использовании данного метода можно выделить следующие недостатки: чаще всего оптимизируются не те параметры, которые должны быть в действительности, а также когда появляются новые требования от заказчика, могут возникнуть проблемы с изменением функциональности разрабатываемой информационной системы. Созданные таким образом информационные системы обычно представляют собой низкокачественные архитектурные решения, а данный метод считается консервативным. Его использование может быть оправдано в случае, когда необходимо создать системы с экстремальными характеристиками.

В основу архитектурного метода ставится создание фреймворков, которые могут быть легко адаптированы ко всем техническим требованиям всех потенциальных заказчиков. Отличительной чертой этого подхода является разбиение задачи проектирования на две отдельные подзадачи: проектирование и разработка многократно используемого фреймворка и создание конкретного программного продукта на его основе. При этом эти две задачи могут решаться разными специалистами. Использование архитектурного подхода позволяет оперативно изменять существующую и добавлять новую функциональность в проектируемую информационную систему.

Таблица 1. **Достоинства и недостатки методов к построению архитектуры ИС**

Метод	Достоинства	Недостатки
Календарный метод	Выполнение проекта в срок, поскольку график выполнения работ является приоритетным. Поэтапное выполнение работ.	Решения по проектированию принимаются исходя из локальных целей. Создание стабильной архитектуры не ставится в приоритет. Устаревший метод.
Метод, основанный на управлении требованиями	Отслеживание выполнения всех требований в плане реализации проекта. Особое внимание уделяется функциональным характеристикам системы.	Отсутствие стабильной разрабатываемой архитектуры. Сложность добавления новых требований к проекту. Недостаточная проработка нефункциональных характеристик. Неэффективен для долгосрочных проектов.
Метод, в основу которого положен процесс разработки документации	Подробно описанная документация для пользователя и заказчика. Использование в правительственных организациях и крупных компаниях.	Большие затраты ресурсов команды на разработку документации в ущерб качеству. Пользователь и заказчик чаще всего не используют созданную документацию.
Метод, основанный на управлении качеством	Создание систем с экстремальными характеристиками. Покрытие большей части кода тестами. Использование различных мер для отслеживания определенных параметров программного продукта.	Оптимизация не тех параметров, которые должны быть в действительности. Сложность изменения функциональности при появлении новых требований.
Архитектурный метод	Разбиение задачи на подзадачи. Создание фреймворков, который может легко адаптироваться под разные требования заказчиков. Оперативное добавление новой функциональности.	Выполнение работы разными специалистами.

В таблице 1 представлены достоинства и недостатки рассмотренных подходов к построению архитектуры информационных систем.

На основе представленных выше методов проектирования архитектуры информационных систем можно предположить, что для проектирования мобильного приложения лучше всего подойдет архитектурный метод, поскольку он актуален на данный момент и его использование упрощает работу разработчику, если подобный программный продукт уже был написан ранее. При проектировании десктопного приложения лучше использовать метод, основанный на управлении требованиями, поскольку настольные программы создаются для определенных заранее целей и выполняют определенный функционал, который практически всегда остается неизменным. Для разработки веб-сайта больше всего подойдет использование архитектурного метода, поскольку на сегодняшний день уже существует большое количество фреймворков, которые могут быть использованы для реализации поставленной задачи.

Литература:

1. Ardagna D., Francalanci C., Piuri V. Designing and rightsizing the information system architecture //Information Systems Frontiers.— 2004.— Т. 6.— № . 3.— С. 229–245.
2. Вакорин М. П. Архитектура предприятий и информационных систем: учебное пособие / М. П. Вакорин, Д. Н. Достовалов.— Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2022.— 62 с.
3. Рогозов Ю. И., Свиридов А. С., Кучеров С. А. Архитектура информационных систем: учебное пособие.— Ростов-на-Дону: Изд-во ЮФУ, 2014.— 117 с.
4. Бражнев С. Методы проектирования информационных систем / С. Бражнев.— Текст: электронный // Онлайн-дневник Сергея Бражнева: [сайт].— URL: https://brasmlibras.ru/metody-proektirovaniya-informacionnyh-sistem/ (дата обращения: 04.12.2022).
5. Галимянов А. Ф., Галимянов Ф. А. Архитектура информационных систем / А. Ф. Галимянов, Ф. А. Галимянов.— Казань: Казан. ун-т, 2019.— 117 с.

Исследование марковских моделей обслуживания

Оразов Мейлис Шамарович, преподаватель;
Аннамурадов Мерген Тореевич, преподаватель;
Вепаев Ширмухаммет Вепаевич, преподаватель
Институт телекоммуникаций и информатики Туркменистана (г. Ашхабад)

Ключевые слова: *модель процесса обслуживания, марковских моделей, теории массового обслуживания.*

Если рассмотреть моменты времени, когда в систему поступают требования, то множество этих моментов образует поток однородных событий или напрямую цельную меру (мерой любого интервала времени будет число требований, поступивших в систему за этот интервал). Случай, когда поток является определяющим, представляет ограниченный интерес. Важнее рассматривать случайные потоки однородных событий, то есть случайные цельные меры. Ниже мы остановимся на основных результатах, относящихся к потокам однородных событий; здесь же опишем простейшую модель потока (термин «простейший поток» введён А. Я. Хинчиным).

Среди всевозможных распределений длительности обслуживания требований выделяется экспоненциальное распределение; его отличительной особенностью является то, что длительность обслуживания не зависит от t при условии, что к этому моменту обслуживание не закончилось. При простейшем входящем потоке требований и быстро распределённой длительности обслуживания можно построить марковский процесс с ограниченным или числовым множеством состояний, представляющий статистическую модель процесса обслуживания; при этом основные показатели качества обслуживания оказываются функционалами построенного процесса. Указанное обстоятельство имеет место и в более общем случае, а именно, когда поток и обслуживание имеют марковский характер. Визуальный смысл этого понятия состоит в том, что вероятность поступления в систему или окончания обслуживания от t до t+ определяется лишь состоянием системы и не меняется при дополнительной информации о состоянии системы. Иными словами, состояние процесса, как функция времени, образует марковский процесс. Приведём пример марковской модели: процесса обслуживания, где поток требований в общем случае — не простейший, а длительность обслуживания — не экспоненциально-распределённая.

Условия эргодичности теории цепей Маркова в наиболее удобном виде для использования в теории массового обслуживания были выяснены Фостером. Ходжес и Розенблатт исследовали распределение времени возвращения при случайном блуждании. Предельная теорема о распределении времени пребывания в различных состояниях в случае однородного марковского процесса была представлена Сираждиновым.

Для исследования переходных процессов в системах массового обслуживания важно оценивать скорость сходимости переходных вероятностей цепи или процесса к предельным вероятностям.

В недавней работе Вир-Джонса доказана предельная теорема, которая может служить основанием для оценки в применении ко многим конкретным моделям, в том числе немарковским. Вир-Джонс показал, что в большинстве случаев имеет место быстрая сходимость вероятностей перехода цепи Маркова к пределам счётной $p_{ij}^{(n)}$. Причём, где константа p <1 не зависит от i и j. В большинстве задач теории массового обслуживания математическая модель может быть построена при помощи процесса рождения и гибели, то есть марковского (обычно однородного) процесса со счётным множеством состояний, когда в момент изменения состояния процесса с вероятностью 1 происходит переход в предыдущее или следующее состояние.

Классификация процессов рождения и гибели осуществлена в работе Карлина и Мак-Грегора. Пусть состояния процесса занумерованы 0, 1, 2,…; пусть далее λ_i — интенсивность перехода из состояния i в состояние i + 1, а μ_i — интенсивность перехода из i в i — 1. Тогда, как показали Карлин и Мак-Грегор, необходимым и достаточным для ошибочности процесса является выполнение следующих двух условий:

Важным методом в теории марковских моделей массового обслуживания является теория ветвления случайных процессов. Этот метод особенно важен для теории надежности, где с его помощью описываются отказы в сложном оборудовании (отказ одного элемента порождает отказы других элементов). Предельные теоремы для важных классов случайных процессов были найдены Б. А. Севастьяновым и В. П. Чистяковым.

Образование предельных теорем для процессов рождения и гибели основывается на различных аналитических предположениях относительно поведения λ_n и μ_n как функций n. Наиболее простая картина получается, когда эти функции линейны при n > 0. Обобщение на тот случай, когда имеется поглощающий экран при n = N, осуществлено в статье Саати. Отметим также интересную работу, посвящённую связи между цепями Маркова и процессами рождения и гибели. Перейдем к изложению результатов, касающихся конкретных моделей систем массового обслуживания.

Система с ожиданием. Предположим, что имеется n обслуживающих приборов, на которые поступают простейшие требования. В случае занятости всех приборов требования становятся в очередь с естественной дисциплиной и ожидают начала обслуживания. Длительность обслуживания распределена по экспоненциальному закону с одинаковыми параметрами для всех приборов. Для подобной системы основной интерес представляет нахождение распределения длины очереди в стационарном режиме, а также распределения длительности ожидания. Эти задачи решены А. Н. Колмогоровым в 1931 г.

А. Н. Колмогоров нашел необходимое и достаточное условие существования стационарного распределения рассматриваемых случайных процессов, которое заключается в следующем: среднее число требований, поступающих в систему в единицу времени, должно быть меньше производительности системы, то есть произведения числа приборов. Получено интегральное представление для вероятностей состояний системы (числа находящихся в ней требований) в нестационарном случае по среднему числу требований, которые один прибор может обслуживать в единицу времени. С этой точки зрения следует ряд полезных выводов об асимптотическом поведении указанных вероятностей. В работах Бейли и Лучака получены некоторые точные формулы для нестационарного случая в предположении, что имеется всего один обслуживающий прибор. В частности, исследовано распределение периода занятости прибора и сделан вывод о том, что интенсивность обслуживания и входящего потока может зависеть от времени. Ввиду сложности общего решения зависимости указанных параметров от времени, в некоторых работах ищутся нестационарные распределения для ряда частных случаев. Таким образом, Галлихер и Уилер рассчитали постоянный случай интенсивности обслуживания и входящего потока. Это характерно для ряда систем, в частности, аэродромов с чередующимся графиком работы.

Различают преимущества непрерывающие и прерывающие; во втором случае, в дополнение к сказанному выше, в случае, когда поступает преимущественное требование, обслуживание непреимущественных требований прерывается. Кроме того, различают прерывание с повторением и без повторения,— в зависимости от того, учитывается ли при возобновлении обслуживания время, ранее затраченное обслуживание требования. Поскольку длительность обслуживания распределена по экспоненциальному закону, последние две разновидности приводят к одной и той же статистической модели.

Системы с потерями (отказами). Марковскую модель системы массового обслуживания с потерями впервые исследовал Эрланг, который вывел знаменитые формулы для стационарных вероятностей состояний системы, носящие его имя. Рассмотрение систем с потерями особенно существенно для телефонии; этим объясняется большое число относящихся сюда теоретических и прикладных работ в этой области. Формулы Эрланга несколькими авторами обобщались на более сложные системы с потерями, чем рассмотренные Эрлангом. Таким образом, исследовались двухступенчатые и многоступенчатые системы, соответствующие сложным телефонным сетям. Отметим работу Г. П. Башарина, в которой формулы Эрланга обобщены на случай двухступенчатой системы. Подобные формулы решают задачу формально полностью; однако, в связи с тем, что реальные телефонные сети содержат очень большое число элементов, расчёт по точным формулам становиться весьма затруднительным. Это обстоятельство стимулировало развитие приближенных методов на пути применения предельных теорем теории вероятностей.

Литература:

1. Гурбангулы Бердымухамедов. Государственное регулирование социально-экономического развития Туркменистана: Учебное пособие для высших учебных заведений.— I том.— Ашхабад: Туркменская государственная издательская служба, 2010.
2. Гнеденко Б. В., Коваленко И. Н. Введение в теорию массового обслуживания.— Москва: Наука, 1966.— 432 с.
3. Рыков В. В. Управляемые системы массового обслуживания // Итоги науки и техн. Сер. Теор. вероятн. Мат. стат. Теор. кибернет.— 1975.— Т. 12.— С. 43–153.
4. Назаров А. А., Терпугов А. Ф. Теория массового обслуживания.— Томск: Изд-во НТЛ, 2010.— 238 с.
5. Боровков А. А. Вероятностные процессы в теории массового обслуживания.— Москва: Наука, 1971.— 368 с.
6. Башарин Г. П., Толмачев А. Л. Теория сетей массового обслуживания и ее приложения к анализу информационно-вычислительных систем // Итоги науки и техн. Сер. Теор. вероятн. Мат. стат. Теор. кибернет.— 1983.— Т 21.— С. 1–119.
7. Бочаров А. А., Печинкин А. В. Теория массового обслуживания: Учебник.— Москва: Изд-во РУДН, 1995.— 529 с.

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

К вопросу выбора расчетной модели гибридной ветроустановки

Бабахан Шохрух Абдилкасымулы, преподаватель
Международный казахско-турецкий университет имени Х. А. Ясави (г. Туркестан, Казахстан)

Абдрахманов Рустам Бахтиярович, ассоциированный профессор
Международный университет туризма и гостеприимства (г. Туркестан, Казахстан)

Мамаджанов Сардар Даниярулы, магистр
Международный казахско-турецкий университет имени Х. А. Ясави (г. Туркестан, Казахстан)

В работе рассматривается вопрос, связанный с моделированием работы гибридной ветровой энергетической установки (ВЭУ), с целью повышения эффективности работы этих энергетических установок. Сам процесс моделирования разделяется на две части: энергетическая модель и электрическая модель. В работе рассматривается энергетическая модель гибридной ВЭУ. Предложенный энергетический метод моделирования основывается на оценке диаметра ветроколеса, имеющего двойной энергетический коэффициент полезного действия. Такая оценка определяется связью ветровой энергии с выработкой электрической энергии генератором и индукционного тока, вырабатываемого катушкой. Выработка электрической энергии солнечными панелями, прикрепленными к мачте ВЭУ, увеличивает коэффициент полезного действия самой ВЭУ.

Ключевые слова: *моделирование, гибридная энергоустановка, генератор, солнечная панель, выработка, энергетическая модель, электрическая модель.*

Введение. Тенденции развития электроэнергии в мире связаны с увеличением не только масштабов производства электроэнергии на традиционных крупных электростанциях, но и доли распределенной генерации на основе возобновляемых источников энергии (ВИЭ) [1, 2]. С другой стороны, учитывая не только нехватку ископаемого топлива, но и проблемы энергосбережения постоянно развивающейся промышленности и технологий, приводящие к существенному увеличению расходов электроэнергии, предприятия вынуждены искать пути снижения энергопотребления, увеличивать энергоэффективность отдельных производств и повышать экологическую осведомленность. При этом возобновляемые источники энергии становятся более важными, чем когда-либо. Сегодня очень интенсивно развивается так называемая малая энергетика, или системы распределенной генерации, основанные на возобновляемых источниках энергии (ВИЭ) [3].

Системы распределенной генерации энергии (СРГЭ) — это гибридные системы энергоснабжения, объединенные из различных источников энергии, которые построены в непосредственной близости от потребителей и в максимально возможной степени учитывают их индивидуальные особенности с точки зрения мощности и профиля.

Этим и объясняется интенсивное развитие системы распределенной генерации энергии. Одним из основных устройств СРГЭ несомненно является ВЭУ. Поэтому в настоящее время с помощью ВЭУ можно внедрить энергетические решения для удаленных пунктов, вдали от основных распределительных линий и мест, где невозможно установить большие энергостанции из-за проблем с окружающей средой. Такое положение дел требует гибридизации используемых для энергостанции ВЭУ и оптимизации их конструкций. Все это связано с моделированием работы ВЭУ.

Целью работы является разработка математической модели работы гибридной энергетической ветровой установки.

Метод решения. Для достижения поставленной цели в первую очередь надо сконструировать гибридную ВЭУ, вырабатывающую электроэнергию. В работах [4, 5] предложена такая ВЭУ, у которой кроме магнитных лопастей на мачтах сконструированы солнечные фотопанели. Такая гибридная ВЭУ вырабатывает три типа тока: переменный ток i_1 из генератора, переменный индукционный ток i_2 и постоянный ток I из солнечной фотопанели (рис. 1). Преимуществом такой гибридной ВЭУ является эффективное использование ветровой энергии. Если подключить к аккумулятору балласт, то гибридная ВЭУ может работать в режиме когенерации.

Предлагаемая модель состоит из двух частей:

— энергетическая модель;

— электрическая модель.

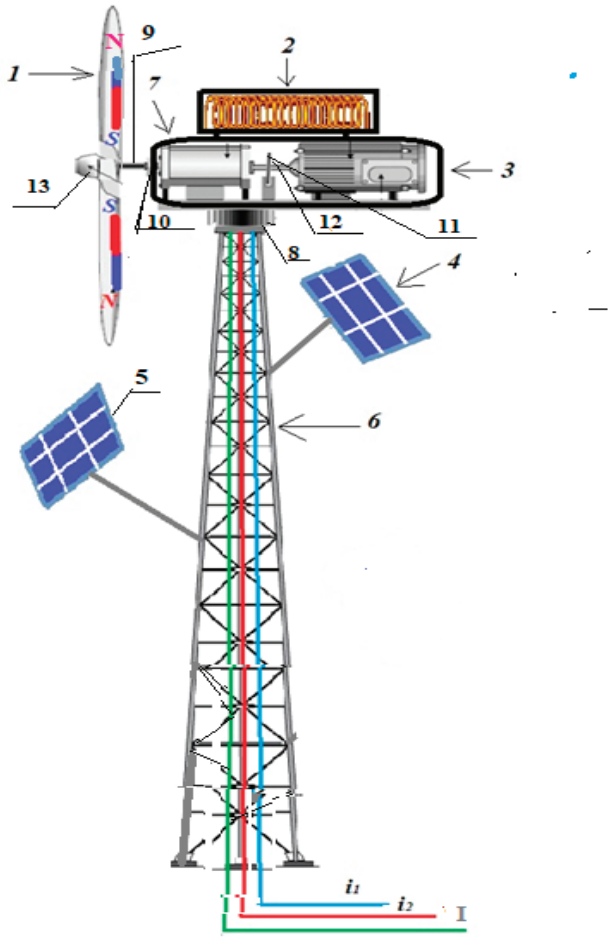


Рис. 1. **Гибридная ВЭУ: 1 — магнитная лопасть; 2 — индукционная катушка; 3 — генератор; 4–5 — солнечные фотопанели; 6 — мачта ВЭУ; 7 — коробка передач; 8 — подшипник рыскания; 9 — первичный вал; 10 — муфта; 11 — механический тормоз; 12 — вал генератора; 13 — крыльчатки; i1 — ток из генератора; i2 — ток из магнитной катушки; I — ток из солнечной фотопанели**

Энергетическая расчетная модель гибридной ВЭУ

Основой этой модели является определение формальной связи между энергией ветрового потока и выработкой электроэнергии генератором ВЭУ.

Модель расчета диаметра ветрогенератора

КПД (эффективность) ветроустановки — величина, показывающая, какую часть энергии ветра использует установка.

Например, если энергия ветра изначально была 100%, а ветроустановка использовала только 40%, потери в генераторе составили 15% (т.е. КДП генератора составило 85%), потери в электронном регуляторе на тепло составили еще 15% (т.е. 85%), далее потери в проводах 5% и в инверторе 15%, то общий КПД системы можно найти, перемножив все КПД всех приборов, участвующих в преобразовании энергии ветра в электрическую.

При определении потребной мощности воздушного потока ($P_{вп}$) для ветрогенератора (ВГ) определенной мощности ($W_н$) необходимо учитывать коэффициенты полезного действия ветроколеса ($\Omega_{вк}$), ветрогенератора ($\Omega_{вг}$), магнитной катушки ($\gamma_{мл}$) и трансмиссии (редуктора) ($\Omega_р$):

$$P_{вп} = \frac{P_н}{\Omega_{вк} * \Omega_{вг} * \Omega_р * \gamma_{мл}} \quad (1)$$

С другой стороны, при известной скорости, мощность воздушного потока определяется зависимостью:

$$P_{вп} = \frac{\mu * W_{рп}}{102} \quad (2)$$

где: $\mu = \frac{\rho_в * \vartheta_в^2}{2}$ — давление потока (скоростной напор);

$\rho_{вз}$ = 0,125 кг*с2/м3 — плотность воздуха;

$W_{рп} = \vartheta_в * S_{вп}$— секундный расход потока(м3/с);

$\rho_в = \frac{\pi * D_о^2}{4}$—площадь воздушного потока, ограниченная окружностью диаметром $D_о$.

Тогда мощность воздушного потока, ограниченная окружностью диаметром $D_о$, определяется зависимостью:

$$P_{вп} = \frac{\frac{\rho_в * \vartheta_в^2}{2} * \vartheta_в * \frac{\pi * D_о^2}{4}}{102} = 0{,}000481 * \vartheta_в^3 * D_o^2;$$

$$P_{вп} = 0{,}481 * 10^{-3} * \vartheta_в^3 * D_о^2 [кВт] \quad (3)$$

Приравняв правые стороны уравнений (1) и (3), можно определить потребный диаметр воздушного потока:

$$\text{Из: } P_{вп} = \frac{\boldsymbol{P}_н}{\Omega_{вк} * \Omega_{вг} * \Omega_р * \gamma_{мл}} = 0{,}481 * 10^{-3} * \vartheta_в^3 * D_о^2 \quad (4)$$

Уравнение (4) будет энергетической моделью гибридной ВЭУ (рис. 1). С помощью этой модели далее можно определить диаметр ветроколеса (ВК) следующим образом:

$$D_о = D_{вк} = \sqrt{\frac{\boldsymbol{P}_н}{0{,}481 * 10^{-3} * \Omega_{вк} * \Omega_{вг} * \Omega_р * \gamma_{мл} * \vartheta_в^3}} \quad (5)$$

Примеры расчетов диаметра ВК при различных мощностях ветрогенераторов и скоростях воздушного потока приведены в таблице 1. Показаны результаты эксперимента. Здесь не учтена выработка электроэнергии солнечных фотопанелей.

Таблица 1. **Экспериментальные данные по расчету диаметра ВК**

№	$\vartheta_в$	$P_{вг}$	$D_{вк}$	$P_{вг}$	$D_{вк}$	$P_{вг}$	$D_{вк}$	$P_{вг}$	$D_{вк}$
	м/с	кВт	м	кВт	м	кВт	М	кВт	м
1	6	2	7,34	5	11,6	10	16,4	20	23,22
2	7	2	5,8	5	9,2	10	13	20	18,42
3	8	2	4,7	5	7,5	10	10,6	20	15
4	9	2	4	5	6,3	10	8,9	20	12,6
5	10	2	3,4	5	5,4	10	7,6	20	10,8

Модель расчета частоты вращения

Одной из главных задач при проектировании ВК является выбор быстроходности, которая имеет следующую зависимость от оборотов, диаметра и скорости потока:

$$Z_{вк} = \frac{w * R_л}{\vartheta_в} = \frac{2 * \pi * \nu_{вк} * R_л}{60 * \vartheta_в} = 0{,}05236 \frac{\nu_{вк} * D_{вк}}{\vartheta_в} \quad (6)$$

где: $\nu_{вк}$ — частота вращения ВК (об/мин);

$R_л$ — радиус лопасти ВК;

Скорость вращения ВК определяется из отношения окружной скорости конца лопасти к скорости ветра.

На основе экспериментальных данных ветроколес при различных $\nu_{вк}$, $D_{вк}$, $\vartheta_в$ получено, что максимальное значение КПД ВК ($\eta_{вк.max}$) достигается при значениях $Z_{вк}$ = (4…6) при количестве лопастей $n_л$ = 3 штуки.

Для ВК с быстроходностью $Z_{вк}$ = 5 частоту вращения ВК можно определить зависимостью:

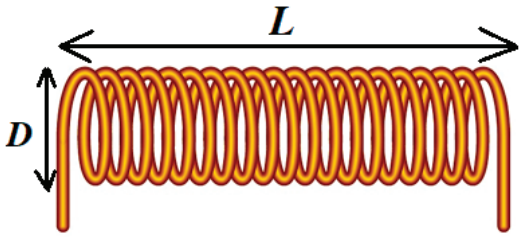
$$\nu_{вк} = \frac{Z_{вк} * \vartheta_в}{0{,}05236 * D_{вк}} \approx 19{,}1 \frac{Z_{вк} * \vartheta_в}{D_{вк}} \approx 95{,}5 \frac{\vartheta_в}{D_{вк}} \left[\frac{об}{мин}\right] \quad (7)$$

Примеры расчета $\nu_{вк}$ для различных значений $P_н$ и $\vartheta_в$представлены в таблице 2.

Таблица 2

$P_н$	$\vartheta_в$	$D_{вк}$	$\nu_{вк}$	$P_н$	$\vartheta_в$	$D_{вк}$	$\nu_{вк}$	$P_н$	$\vartheta_в$	$D_{вк}$	$\nu_{вк}$
кВт	м/с	м	об/мин	кВт	м/с	м	об/мин	кВт	м/с	м	об/мин
2	6	7,3	78	5	6	11,6	49,4	10	6	16,4	35
2	7	5,8	115,3	5	7	9,2	72,7	10	7	13	51,4
2	8	4,7	160	5	8	7,54	101	10	8	10,66	71,7

Модель расчета индукционного тока



1. Выбираем катушку с магнитной лопастью с этими характеристиками:

$l_{кат} = 10 * 10^{-2}$м

$D_{кат} = 5 * 10^{-2}$ м

$D_{пров} = 9 * 10^{-4}$ м

$R_{пров} = 4{,}5 * 10^{-4}$м

$D_{вк} = 16 * 10^{-2}$м

где $D_{вк}$— диаметр ветроколеса

2. По заданным характеристикам находим количество витков катушки:

$$\omega = \frac{l_{кат}}{D_{пров}} = \frac{10*10^{-2}}{9*10^{-4}} = 1.11 * 10^2 = 111 \text{ витков} \quad (8)$$

3. Находим сопротивление провода, намотанного на катушку:

$$R = \rho\frac{l_{пров}}{S} = 1{,}68 * 10^{-8} * \frac{17{,}4}{63{,}5*10^{-8}} = 0.46 \text{ [Ом]} \quad (9)$$

$$l_{1-вит} = \pi * D_{кат} = 3{,}14 * 5 * 10^{-2} = 15{,}7 * 10^{-2} \text{ м} \quad (10)$$

$$l_{пров} = \omega * L_{1-вит} = 111 * 15{,}7 * 10^{-2} = 17{,}4 \text{ м} \quad (11)$$

где ρ — удельное сопротивление меди: $\rho = 1{,}68 * 10^{-8}$, $l_{провод}$ — длина провода, S — площадь сечения провода

4. Находим электромагнитный поток Ф, возникающий при вращении магнитных лопастей:

$$\phi = \rho_{вз} * \frac{P_{вп}}{2} \text{ [Вб]} \quad (12)$$

здесь: $\rho_{вз} = 0{,}125$ кг $* \frac{с2}{м3}$— плотность воздуха;

5. $P_{вп}$ определяется из формулы (3):

$$P_{вп} = 0{,}481 * 10^{-3} * \vartheta_в^3 * D_{вк}^2 = 0{,}015 \text{ [кВт]} \quad (13)$$

скорость ветра: $\vartheta_в = 5$м/с

Диаметр ветроколеса: $D = 16 * 10^{-2}$м

6. Поставив все на свои места, получим:

$$\phi = \rho_{вз} * \frac{P_{вп}}{2} = 0{,}125 * \frac{0{,}015}{2} = 0{,}00093 \text{ [Вб]} \quad (15)$$

7. Находим ЭДС индукции катушки:

$$\varepsilon = N\frac{d\phi}{dt} = 111 * \frac{0{,}00093}{1} = 0{,}10\ [\text{В}] \quad (16)$$

8. С ЭДС индукции находим ток в проводе катушек:

$$I = \frac{\varepsilon}{R} = \frac{0{,}10}{0.46} = 0{,}22\ [\text{А}] \quad (17)$$

Мы находили ток на катушке, когда магнитная лопасть вращалась со скоростью 5 м/с, выбирая размер ветроколеса и катушку.

9. Находим электрическую мощность индукционной катушки:

$$P_{\text{кат}} = I * U = 0{,}22 * 0{,}10 = 0{,}022\ [\text{Вт}]$$

10. Далее находим электрическую мощность, вырабатываемую индукционной катушкой за 1 час:

$$P = P_{\text{кат}} * t = 0{,}0022 * 3600 \approx 80\ [\text{Вт} * \text{час}]$$

P будет дополнительной электрической мощностью гибридной ВЭУ.

Ток, выработанный солнечными панелями, прикрепленными на мачтах гибридной ветроэнергетической установки (рис. 1), рассчитывается по алгоритмической модели, описанной в работе [6].

Выводы. Гибридизация ВУЭ дает нам возможность повышать эффективность использования энергии ветрового потока. С другой стороны, эффективность ветрогенераторов определяется не только выработанной электрической энергией, но еще и простотой обслуживания самой установки. Надо отметить, что усложнение конструкции ВЭУ повышает себестоимость выработанной электрической энергии. В свою очередь это понижает эффективность работы ВЭУ. Приведенные энергетические расчетные модели дают нам возможность оптимизировать конструкции ВЭУ и оценить эффективность работы этой конструкции. Прикрепление солнечных фотопанелей на мачты ВЭУ не только увеличивает выработку электрической энергии установкой, но и может решить вопрос, связанный с использованием площади, выделенной для эксплуатации ВЭУ.

Литература:

1. Арифжанов А. Ш., Захидов Р. А. Схемотехнические решения подключения автономных источников энергетики на базе возобновляемых источников энергии в общую распределительную сеть.— Ташкент, журнал «Проблемы информатики и энергетики». № 6, 2017. С. 47–58.
2. Рустамов Н. Т., Бабахан Ш. А., Кибишов А. Т., Орысбаев С. А. Гибридизация ветровых энергетических установок. Киев, научный журнал «Архивариус». № 9(54), 2020. С. 20–24.
3. Чиндяскин В. И., Гринько Д. В. Выбор оптимального решения для применения комбинированных установок на основе возобновляемых источников энергии // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2014, № 1(45). С. 40–43.
4. Рустамов Н. Т. О создании гибридных энергетических систем, использующих возобновляемые источники энергии (ВИЭ) // Вестник Национальной инженерной академии Республики Казахстан.— 2014.— № 4 (54).— С. 114–116.— ISSN1606–146X.
5. Бабахан Ш., Рустамов Н. Т. Повышение эффективности ветроустановок.— Ташкент, журнал «Проблемы информатики и энергетики». № 4, 2020. С. 59–65.
6. Рустамов Н. Т., Бабахан Ш. А., Орысбаев С. А. Одностадийное электроснабжение на базе ВЭУ. Екатеринбург. Международный научно-исследовательский журнал, 2020, № 12 (102). С. 71–75, часть 1.

Энергоэффективные системы электроснабжения электроприводов газопроводов

Баширова Альмира Филаритовна, студент магистратуры
Уфимский государственный нефтяной технический университет

В данной статье рассмотрены вопросы модернизации систем автономного энергоснабжения газопроводов. Проведен анализ использования альтернативных источников электроэнергии на основе ветроустановок. Приведен ряд примеров внедрения новых комбинированных систем автономного электроснабжения с использованием возобновляемых источников энергии в магистральных газопроводах Российской Федерации.

Ключевые слова: *ветроустановка, энергоэффективность, синхронный генератор.*

Географическое положение Российской Федерации обуславливает наличие больших территорий с низкой плотностью населения, что предполагает необходимость их автономного электроснабжения. В качестве автономных источников энергии

(АИЭ) здесь используются, в основном, дизельные электростанции и котельные на угле, мазуте или другом импортном топливе. Однако сегодня эти средства становятся все более убыточными и неблагоприятными для окружающей среды [1].

С другой стороны, в энергетике нашей страны и во всем мире имеется большой опыт создания и использования современных возобновляемых источников энергии (ВИЭ) в качестве альтернативы или в сочетании с гидроуглеродными [2].

Инновационные исследования по совершенствованию возобновляемых и комбинированных источников энергии в настоящее время не утратили своей актуальности. Более того, новая аппаратная база электромеханики, силовой электроники и микропроцессорной техники дополнительно стимулирует разработчиков к созданию высокотехнологичных, энергоэффективных, надежных и быстро окупаемых блоков и систем. Это особенно актуально для систем электроснабжения (ПЭС) маршрутных потребителей газотранспортных систем России, где высоки требования к надежности ПЭС, экологичности и обеспечению энергоэффективности.

Несмотря на большую историю проектирования и наличие государственных нормативных документов, недостаточно внимания уделяется исследованиям по повышению энергоэффективности, стабильности, экологической совместимости и надежности их работы.

Недавно утвержденные [1,2] нормативные акты Российской Федерации стимулируют поиск инновационных энергосберегающих технологий для объектов и потребителей различных отраслей промышленности (сельскохозяйственной, промышленной, газотранспортной и пр.).

В настоящее время доля ВИЭ в России составляет 0,6–0,8% от объема внутреннего энергопотребления, в то время как в промышленно развитых странах она достигает 5–30%. В то же время годовой ветроэнергетический потенциал России при скорости ветра 5–7 м/с в 2000 раз превышает ее сегодняшний объем производства. В отдельных районах, где трудно решить проблемы с электроснабжением: Крайний Север, побережья океанов, отдаленные районы и т.д. и эти регионы характеризуются низкой плотностью энергетической нагрузки, большим количеством мелких и распределенных потребителей (включая объекты газодобычи и транспорта), подключение которых к центральным сетям невыгодно, применение АИЭ является разумным, позволяя экономить топливо и улучшать экологические условия.

В настоящее время совершенствование набирает обороты, делая упор на экологичность и быструю окупаемость. Кроме того, ожидаемое повышение цен на природный газ является фактором в пользу развития генерирующих мощностей на основе АИЭ. В этих условиях целесообразность использования природного газа в качестве топлива существенно снижается даже для объектов газотранспортных предприятий.

Основными линейными потребителями (АРС) электроэнергии являются [3]:

— устройства электрохимической защиты,
— станции, управляемые линейной телемеханикой,
— радиорелейное оборудование связи,
— станции учета газа,
— газораспределительные станции (пункты),
— установка восстановления газа,
— дом оператора, дом работника трубопровода,
— вертолетные площадки и другие.

Формирование структуры современных дуговых ПЭС определяется их специфическими особенностями, при этом решающими являются значительная протяженность газопроводов и удаленность объектов от внешних источников питания и центральных сетей, а также небольшие потребности линейных потребителей в электроэнергии (2–40 кВт).

Надежность ПСС линейных потребителей является основным фактором, обеспечивающим стабильное и безаварийное состояние газотранспортных систем.

На сегодняшний день комбинированные ПС представляют собой наиболее предпочтительный вариант для линейных потребителей, поскольку они обладают достаточной надежностью и гибкостью, обеспечивая работу всех установок независимо от наличия топливного газа и сохраняя оптимальную мощность питания.

Независимое (автономное) электроснабжение с автономным источником питания, основанным на топливном газе, требует существенно меньших капитальных затрат, но имеет прямую зависимость от наличия топливного газа и необходимости контролировать состояние оборудования и режимы работы, автономные источники в настоящее время имеют высокую стоимость.

Наибольшее влияние на процесс выработки электроэнергии оказывают значения статических параметров, имеющих метеорологическую (климатическую) и технологическую природу: значение линейной скорости ветра; плотность ветрового воздуха, в зависимости от текущих значений атмосферного давления, и температуры воздуха; потребляемая мощность, включая электрическую и тепловую мощность потребителей.

Литература:

1. Пужайло А. Ф. Энергосбережение и автоматизация электрооборудования компрессорных станций: моногр. / А. Ф. Пужайло и др.— Н. Новгород: Вектор ТиС, 2010.— 560 с.
2. Пужайло А. Ф. Энергосбережение и автоматизация электрооборудования компрессорных станций: моног. / А. Ф. Пужайло и др.— Н. Новгород: Вектор ТиС, 2011.— Т. 2.— 664 с.
3. Серебряков, А. В. Мониторинг электромеханической части ветроэнергетических установок / А. В. Серебряков // Главный энергетик.— 2013.— № 2.— С. 32–37

Анализ источников угроз безопасности объектам высшей категории

Клементьев Егор Геннадьевич, адъюнкт;
Воротынцев Максим Дмитриевич, курсант;
Слюсаренко Дмитрий Андреевич, курсант
Военная академия РВСН имени Петра Великого, филиал в г. Серпухове Московской области

Обеспечение безопасности на объектах Вооруженных сил Российской Федерации, в том числе на объектах специального обеспечения, относящихся к ядерно-оружейному комплексу России, является одной из важнейших задач обеспечения национальной безопасности Российской Федерации.

Нестабильная политическая обстановка в мире, провоцирует рост числа недружественных государств, также растет количество террористических организаций и группировок, о чем подробно рассказывается в [1]. Очевидно, что в связи с этим повышается вероятность проведения различного рода провокаций или специальных операций, в том числе, в отношении объектов специального обеспечения, способных дестабилизировать обстановку внутри государства.

В общем смысле под безопасностью понимается состояние защищенности личности, общества, государства и среды жизнедеятельности от различных видов/типов угроз или опасностей [2].

Под угрозой безопасности объекта будем понимать потенциальную возможность нанесения объекту определенного вида ущерба.

В качестве основных угроз охраняемым объектам рассматриваются провокационные действия в отношении предметов охраны, персонала, а также элементов охраны. Помимо этого, стоит отметить угрозы информационной безопасности объекта, которые характеризуются дистанционным воздействием и способны выводить из строя систему охраны, в результате чего резко снижается уровень безопасности охраняемого объекта [3].

Основой определения угрозы для конкретного объекта является выявление потенциальных нарушителей, прогнозирование их возможностей, намерений и тактики действий [4]. При этом рекомендуется исходить из того, что нарушитель может использовать все доступные ему способы действий, в частности, комбинированную тактику, с целью повысить свои шансы на достижение цели.

Более полный перечень возможных угроз представлен на рисунке 1.

Угрозы и вероятные способы их осуществления определяются моделью нарушителя и характером провокации.

Возможности нарушителя по достижению цели описываются его характеристиками (параметрами). Модель нарушителя представляет собой:

— набор его характеристик (параметров);

— описание значений, которые эти характеристики принимают.

Основным требованием к модели нарушителя является адекватное отражение реальных условий функционирования объекта с точки зрения возможных провокационных действий в отношении него.

Под нарушителем, как правило, понимается лицо или группа лиц, совершившие или пытающиеся совершить несанкционированные действия в отношении охраняемого объекта, а также лица, оказывающие содействие в этом.

Для описания моделей нарушителей в качестве критериев классификации рассмотрим некоторые из них:

1. Степень принадлежности вероятного нарушителя к объекту;
2. Тактика действий возможного нарушителя;
3. Уровень осведомленности нарушителя об охраняемом объекте;

Рис. 1. **Основные угрозы охраняемым объектам**

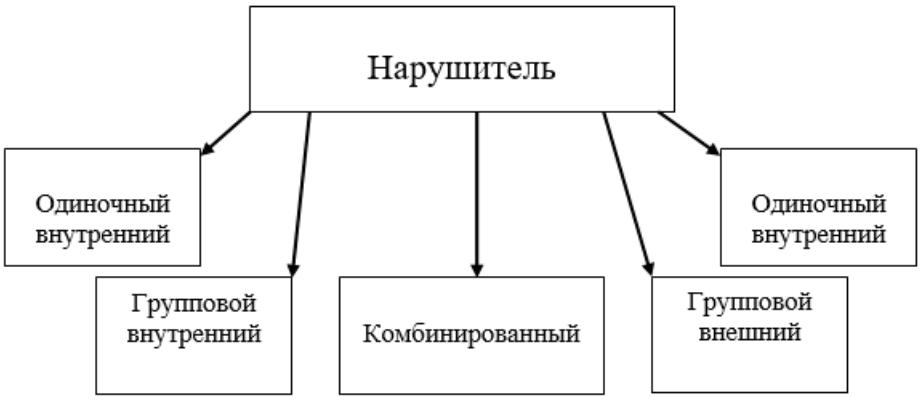


Рис. 2. **Возможные источники угроз**

4. Степень и качество технической оснащенности вероятного нарушителя.

Соответственно источники угроз могут быть разделены на внешние, внутренние и комбинированные, которые рассмотрены на рисунке 2.

Внешний нарушитель имеет намного больше сложностей в проникновении на объект, плохо ориентируется на объекте и легко заметен. Это способствует его обнаружению. Усложняют проблему обеспечения безопасности объекта те факты, что внешний нарушитель проявляется внезапно, зачастую неизвестен заранее и может быть вооружен. В общем смысле, внешние угрозы исходят от лиц, не имеющих права доступа на территорию объекта, действуют из-за его периметра. Группы или одиночные нарушителя могут применять различную тактику действий, от скрытого проникновения до силовой операции.

Внутренние угрозы исходят от сотрудников организации и других лиц, допущенных на охраняемую территорию. Он хорошо ориентируется на объекте и может иметь необходимые права доступа в защищаемые зоны. Это существенно затрудняет противодействие его замыслам. Положительным моментом является то, что он известен как сотрудник объекта. Внутренний нарушитель действует максимально скрытно.

Комбинированные угрозы исходя одновременно от внешних и внутренних нарушителей, действующие совместно (в сговоре).

Решение проблемы нейтрализации угрозы, появляющейся от действий внутреннего нарушителя в сговоре с внешним, усложняется из-за совокупности тех отрицательных качеств, которые присущи внутреннему и внешнему нарушителю [5].

От нарушителей можно ожидать использования любых тактических методов, повышающих вероятность достижения ими цели. К ним, например, можно отнести применение силы (открытое нападение) или дезинформацию (обман), т.е. любую тактику, дающую им определенные преимущества.

По уровню осведомленности предполагается, что внешний, хорошо подготовленный нарушитель, будет обладать высоким уровнем информированности. Также очевидно, что случайный нарушитель (охотник, грибник) имеет низкий осведомленности об особенностях охраняемого объекта.

Для внутреннего нарушителя характерно хорошее знание объекта, его уязвимых мест, он может владеть навыками работы с системами сигнализации. Внутренний нарушитель может быть хорошо осведомлен о системе охраны и ее возможностях, регламентах обслуживания. У него имеется возможность постепенно и скрытно готовить акцию, используя имеющиеся полномочия.

Возможные уровни осведомленности показаны на рисунке 4.

Также необходимо обратить внимание, на техническую оснащенность вероятного нарушителя, так как в последнее время наблюдается тенденция ее совершенствования.

На основе изложенных критериев выделяют четыре категории нарушителя:

— нарушитель первой категории — специально подготовленный по широкой программе, имеющий достаточный опыт нарушитель-профессионал с враждебными намерениями, об-

Рис. 3. **Возможные тактики действий нарушителя**

Рис. 4. **Уровни осведомленности об организации охраны**

Рис. 5. **Оснащенность вероятного нарушителя**

ладающий специальными знаниями и средствами для преодоления различных систем защиты объектов;

— нарушитель второй категории — непрофессиональный нарушитель с враждебными намерениями, действующий под руководством другого субъекта, имеющий определенную подготовку для проникновения на конкретный объект;

— нарушитель третьей категории — нарушитель без враждебных намерений, совершающий нарушение безопасности объекта из любопытства или из каких-то иных личных намерений;

— нарушитель четвертой категории — нарушитель без враждебных намерений, случайно нарушающий безопасность объекта.

Очевидно, что наиболее опасными являются нарушители первой категории, которые способны, с относительно высокой вероятностью преодолеть систему охраны, и провести провокационные действия в отношении предметов охраны или персонала. К сожалению, современные средства охраны не в полной мере удовлетворяют предъявляемым требованиям и не всегда способны противостоять опытному, высоко информированному и хорошо подготовленному нарушителю. На сегодняшний день требуется решение сложных не формализуемых задач распознавания образов нарушителя (одиночный, групповой, вооруженный и т.д.), обнаружения и компенсации ложных срабатываний, в том числе и от специально организованных помех. Предполагается, что требуемые характеристики могут быть достигнуты при разработке интеллектуальных систем охраны на основе нейросетевых технологий.

Литература:

1. Защита критически важных объектов инфраструктур от террористических атак: Сборник передового опыта — ИДКТК и КТУ ООН, 2018.— 150с.
2. Гончаров А. М., Рябов С. В., Искусственный интеллект как основное направление развития роботехнических комплексов // Военная мысль. 2021. № 6. С. 65–71;
3. Гриненко В. А., Общий подход к описанию параметров модели нарушителя // Спецтехника и связь. 2011. № 1. С. 22–26;
4. Об утверждении Правил физической защиты ядерных материалов, ядерных установок и пунктов хранения ядерных материалов. Постановление Правительства РФ от 19 июля 2007 г. № 456
5. Бондарев П. В. Физическая защита ядерных объектов: учебное пособие для ВУЗов / П. В. Бондарев, А. В. Измайлов, А. И. Толстой; под ред. Н. С. Погожина.— М.: МИФИ, 2008.— 584 с.

Обоснование организации активного мониторинга при охране объектов высшей категории

Клементьев Егор Геннадьевич, адъюнкт;
Слюсаренко Дмитрий Андреевич, курсант;
Воротынцев Максим Дмитриевич, курсант
Военная академия РВСН имени Петра Великого, филиал в г. Серпухове Московской области

Обеспечение безопасности на объектах Вооруженных сил Российской Федерации, в том числе на объектах высшей категории (ОВК), относящихся к ядерно-оружейному комплексу России, является одной из важнейших задач обеспечения национальной безопасности Российской Федерации.

С точки зрения безопасности, ОВК имеют определенную специфику, обусловленную, прежде всего, наличием специальных боеприпасов (СБП), а также ядерных энергетических установок. (ЯЭУ)

Под ОВК понимается некоторый объект, нарушение или прекращение функционирования которого может привести к потере управления экономикой Российской Федерации, ее необратимому негативному изменению (разрушению) либо существенному снижению безопасности населения. [1]. К ОВК относятся организации оборонно-промышленного, атомного, энергопромышленного, ядерно-оружейного комплекса, а также объекты специального обеспечения.

Среди таких объектов стоит выделить две основные категории:

1) большеразмерные объекты;
2) малоразмерные объекты.

В настоящее время наблюдается тенденция стремительного совершенствования методов и способов преодоления системы охраны объектов, помимо этого растет уровень технической оснащенности вероятного нарушителя. Этим тенденциям необходимо противопоставить современную систему охраны, способную с высокой достоверностью и минимальными затратами времени определять класс нарушения, при необходимости, осуществить задержку и нейтрализацию возможных объектов вторжения, а также снизить вероятность их проникновения на охраняемую территорию.

Применительно к большеразмерным объектам, очевидно, что в виду их протяженности (размер 10–12 кв. км), проблема недостатка времени

на организацию ответных действий по перехвату, блокированию и (или) нейтрализации (уничтожении) не стоит так остро. Увы, это нельзя сказать про малоразмерные объекты, так как их размеры на порядок меньше, чем у большеразмерных (1–2 кв. км). Для данной категории объектов, характерны совмещенные периметры технической территории и локальной зоны, что, естественно, влияет на организацию ее охраны. Также очевидно, что, в виду малых размеров, время, необходимое вероятному нарушителю для преодоления нескольких рубежей и эшелонов защиты будет небольшим. Следовательно, при организации охраны малоразмерных объектов имеет место быть проблема нехватки времени на организацию ответных действий, которые в соответствии с рис. 1 включают обнаружение (оценка ситуации), блокировка и нейтрализация нарушителя.

Необходимо сказать, что своевременность предоставления данных о нарушении целостности периметра охраняемого объекта определяется начальным моментом их формирования, затратами времени на их получение, предварительную обработку, передачу по каналам связи, представление и восприятие лицом, принимающим решение либо исполнителем [2].

При рассмотрении зависимость времени выполнения задачи нарушителей от требований к системе охраны стоит сказать, что все время

Рис. 1 **Зависимость времени выполнения задачи нарушителей от требований к системе защиты**

в совокупности, необходимое нарушителям для достижения их цели, обозначается как «время достижения цели». Продолжительность этого времени зависит от эффективности задержки, обеспечиваемой системой охраны, а также системой физической защиты охраняемого объекта. Нарушители могут начать достижение своей цели несколько ранее подачи первого сигнала тревоги, в момент, обозначенный на рис. 1 *T*0.

Время достижения цели нарушителями изображается прерывистой линией до момента *T*0 (момент «тревожного срабатывания»), так как перед обнаружением функция задержки не играет роли. После передачи первого сигнала тревоги полученная информация должна быть зарегистрирована и оценена с определением действительности сигнала тревоги. Время окончания оценки действительности сигнала тревоги обозначено на рисунке/диаграмме как момент *Ta*: в этот момент информация о местонахождении нарушителей должна быть передана подразделениям, осуществляющие ответные действия. При рассмотрении действий подразделений охраны в случае проникновения нарушителя на охраняемую территорию, выделим строго формализованные по времени действия (объявление тревоги, экипировка, выдвижение к месту нарушения, пресечение действий и др.). Момент, в который силы ответного действия перехватывают и нейтрализуют нарушителей, обозначен *Ti*, а момент достижения нарушителями их цели *Tc*. Очевидно, что для того чтобы система охраны могла выполнить свою функцию, момент *Ti* должен наступить раньше момента *Tc*. Очевидно также, что обнаружение (т.е. передача первого сигнала тревоги) должно произойти как можно раньше, и момент *T*0 (а также моменты *Ta* и *Ti*) должен находиться в точке, расположенной как можно ближе к началу оси отсчета времени [3].

Применительно, к ОВК, предлагается использовать прилегающую к объекту территорию в качестве некого превентивного (упреждающего) рубежа. При организации его мониторинга появляется возможность, заблаговременно, на подходах к охраняемому объекту фиксировать факты проникновения различных посторонних лиц и средств, не имеющих санкций на проход. Предполагается, что это поспособствует увеличению времени на организацию силами охраны ответных действий, так как применительно к временной диаграмме, это позволит перенести *T*0 (момент «тревожного» срабатывания) на более ранний момент, следовательно, повысит вероятность пресечения противоправных действий в отношении охраняемого объекта.

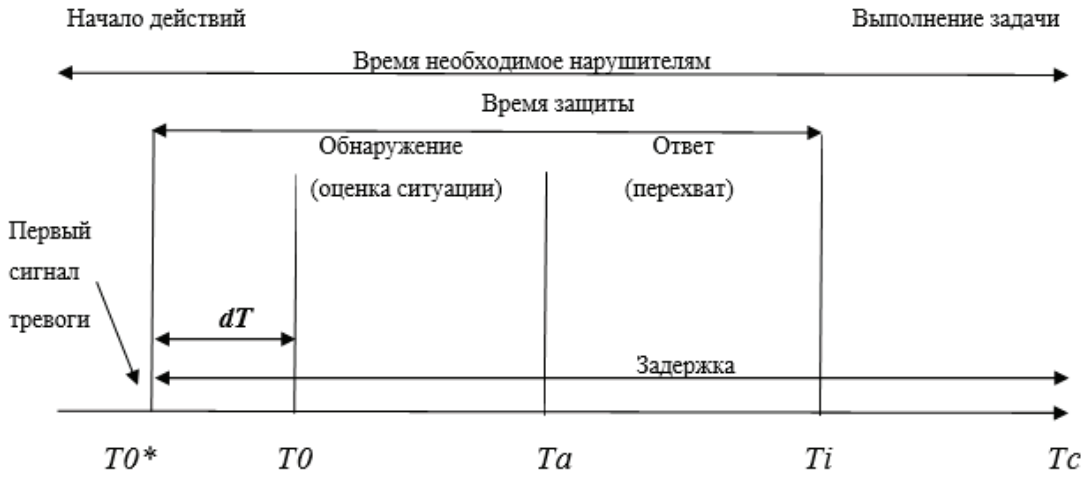


Рис. 2. **Зависимость времени выполнения задачи нарушителей от требований к системе защиты с дополнительным контролем**

Также, организацию контроля прилегающей к охраняемому объекту территории стоит рассматривать, как дополнительную возможность получения разнообразной информацию о вероятном объекте вторжения, что позволит силам охраны упростить процедуру принятия решения. Мониторинг превентивного рубежа с целью получения данных о текущих действиях нарушителя, его местонахождении и намерениях можно осуществлять, например, с помощью подвижных платформ, эффективность которых определяется возможностями целевой нагрузки и бортовых комплексов [2]. В качестве примера, можно представить беспилотный летательный аппарат (БПЛА), который в соответствии с предназначением и условиями применения, могут быть оснащены различным навесным оборудованием (тепловизор, камера видеонаблюдения, металлодетектор и другие) одновременно, а, следовательно, фиксировать разнообразные характеристики вероятного объекта вторжения. Также, очевидным преимуществом БПЛА является его мобильность, что тоже способствует увеличению количества возможной, получаемой от него информации, которую можно успешно использовать для определения класса нарушения. Одним из недостатков таких комплексов, является низкий уровень маскировки, в связи, с чем имеется реальная возможность вывести его из строя.

Таким образом, организация контроля превентивного рубежа позволяет перенести *T*0 на некоторую величину *dT* (Рис. 2) (момент «тревожного» срабатывания) на более ранний момент (*T0**), что поспособствует увеличению времени на организацию силами охраны ответных действий, что видно на Рис. 2. Также, она открывает дополнительную возможность получения разнообразной информацию о вероятном объекте вторжения, что позволит силам охраны определить его класс и при необходимости организовать ответные действия.

Литература:

1. Федеральный закон от 21.12.1994 № 68-ФЗ «О защите населения и территории от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера» (в ред. от 11.06.2021);
2. Первунинских В. А., Волчихин В. И., Мордашкин В. К. Основные положения концепции совершенствования автоматизированных систем физической защиты // Современные охранные технологии и средства обеспечения комплексной безопасности объектов — 2020: Материалы XIII Всероссийской научно-технической конференции. Пенза-Заречный.— С. 30–36;
3. Бондарев П. В. Физическая защита ядерных объектов: учебное пособие для ВУЗов / П. В. Бондарев, А. В. Измайлов, А. И. Толстой; под ред. Н. С. Погожина.— М.: МИФИ, 2008.— 584 с.

Перспективы использования жмыха рапса в майонезных соусах

Клюшина Ольга Андреевна, студент магистратуры;
Николаева Юлия Владимировна, кандидат технических наук, доцент;
Тарасова Вероника Владимировна, кандидат технических наук, доцент
Российский биотехнологический университет (РОСБИОТЕХ) (г. Москва)

Ключевые слова: *жмых рапса, эмульсионный соус, майонезный соус, белок шротов рапса, эмульсия.*

Среди тенденций современного этапа развития пищевой промышленности можно выделить обогащение пищевых продуктов эссенциальными аминокислотами, применение вторичного сырья и многие другие. При переработке масличного сырья остаются отходы, содержащие значительное количество белка и микронутриентов. Задача внедрения в пищевые технологии таких вторичных ресурсов позволяет решить большой перечень вопросов — от ресурсосбережения до конструирования специализированных и обогащенных продуктов для различных групп населения.

В настоящее время растет площадь посевных площадей под такую масличную культуру как рапс, которая при возделывании обладает рядом преимуществ — возможность произрастать в зонах рискованного земледелия, в умеренном климате, давать урожаи при коротком вегетационном периоде и обладать холодоустойчивостью.

Вторичным продуктом переработки масло добывания из рапса является жмых, содержащий примерно 8–10% жира с высоким содержанием линоленовой и линолевой кислот [1, 2].

Помимо жиров, жмых содержит большое количество полноценного белка, а также богат витаминами Е, группы В, также минеральными веществами [3, 4].

Жмых содержит витамины, мг/кг: В1–1,7–10,2; В2–3–6,8; В3–8,3–14,9; В4–1300–6700; В5–25–220; В6–3,5–18; D — 2,5–9,5; Е — 3–2 [2].

Из минеральных веществ он содержит калий (9,5–17,4 г/кг) и фосфор (6,6–12,9 г/кг), кальций (2,7–5,9 г/кг). Энергетическая ценность жмыха зависит от содержания в них оболочек семян, клетчатка которых трудно переваривается.

Традиционно жмых широко используется в комбикормах в рационах животных всех видов. Однако в последнее время производители продуктов питания стали рассматривать жмых как источник белка, витаминов, минеральных веществ.

Известно, что по биологической полноценности белки жмыхов масличных культур значительно превосходят белки зерна злаковых. При исследованиях было обнаружено, что белки жмыха некоторых масличных культур по качеству приближаются к белкам животного происхождения. Следует учитывать, что оптимальная перевариваемость белка, качество которого считается хорошим, составляет 75–90% [5, 6].

Обеспеченность кормового белка шрота рапса по большинству незаменимых аминокислот значительно лучше, чем у белка шрота подсолнечника. По содержанию метионина и фенилаланина рапс и подсолнечник сравнительно равноценны и лишь по триптофану рапс уступает ему [11,12].

Сравнение содержания незаменимых аминокислот в белке шротов рапса, сои и подсолнечника представлено в табл. 1.

Жмыхи различаются также по содержанию микроэлементов. Более низкое содержание железа установлено в подсолнечном жмыхе (84,9 мг/кг), а в рапсовом и сурепном жмыхах его больше на 56,1–69,0%, льняном и рыжиковом соответственно в 2,2–3,9 раза [11,12, 13].

Установлено, что в шроте рапса почти в 2 раза больше содержится кальция, фосфора, магния и серы, чем в соевом, но мало калия. По микроэлементам (марганец, цинк и селен) рапсовый шрот также превосходит соевый, несколько уступающий по содержанию меди [11,12, 13].

Учитывая все вышеперечисленное, обогащение пищевых продуктов жмыхом рапса является перспективной задачей. Одним из таких продуктов является майонезный соус — популярная приправа в рационе населения России.

Введение жмыха рапса в такой продукт требует предварительной его подготовки, поскольку жмых при введении в состав эмульсии препятствует ее образованию и стабильности.

В качестве базовой рецептуры была выбрана рецептура майонезного соуса «Салатный», поскольку он относится к низ-

Таблица 1. **Содержание незаменимых аминокислот в белке шротов рапса, сои и подсолнечника, г/100 г сырого протеина [11,12].**

Аминокислота	Стандарт ФАО/ВОЗ	Шрот		
		рапс	соя	подсолнечник
Валин	4,2	5,3	4,8	4,8
Фенилаланин	2,8	4,1	4,8	4,2
Лейцин	4,8	7,2	7,6	6,2
Изолейцин	4,2	4,1	4,6	3,6
Треонин	2,8	4,4	3,9	3,5
Триптофан	1,4	1,2	1,3	2,0
Метионин	2,2	1,8	1,4	2,0
Лизин	4,2	6,0	6,2	3,4

кожирным соусам, при этом его консистенция соответствует высокожирным соусам.

Исследование способа внесения жмыха рапса в состав эмульсионного соуса описано ниже.

На первом этапе исследования жмых рапса добавляли в состав соуса с жировой, а также с водной фазой. Жмых рапса вносили в количестве 2% к массе продукта.

По результатам исследований при добавлении измельченного жмыха рапса в состав рецептуры эмульсионного соуса наблюдалось отсутствие однородности эмульсии и ее расслоение. В полученном продукте наблюдались комки жмыха. Ввиду полученных результатов этот способ внесения жмыха в состав эмульсионного соуса в дальнейшем не использовался.

Далее выбирали способ обработки жмыха рапса для внесения в состав эмульсии. Вначале исследование проводили с помощью Гомогенизатора DY89-II. Данной устройство предназначено для гомогенизации образцов при проведении различных анализов и исследований в микробиологии, вирусологии, генной инженерии, выделении органелл клеток, клеточных мембран и т.д. Гомогенизатор обеспечивает разрушение мембран клеток исследуемого материала. Принцип измельчения соответствует гомогенизаторам Поттера-Эльвегейма и Даунса. Жмых рапса смешивали с 10% рецептурного количества воды или масла, в зависимости от способа внесения жмыха рапса с водной или жировой фазой, и гомогенизировали на скорости 2000 об/мин в течение 10 мин. В результате получали мелкодисперсную суспензию жмыха рапса в жировой или водной фазе соответственно.

Полученную суспензию вносили с рецептурным количеством воды или масла при получении майонезной эмульсии. В результате образованная суспензия набухала при внесении в состав соуса. В полученном продукте наблюдались также комки жмыха. Данный способ внесения жмыха в состав эмульсионного соуса в дальнейшем не использовался.

На следующем этапе исследований был выбран ферментативный способ обработки жмыха рапса для внесения в состав эмульсии.

Технологический процесс обработки жмыха рапса включает следующие стадии:

— подготовка сырья к производству;

— проведение ферментативного гидролиза с помощью набора ферментов: Эндо-1,4-β-ксиланаза, Эндо-1,3(4)-β-глюканаза, Эндо-1,4-β-глюканаза (целлюлаза), 6-фитаза;

— диспергирование;

— сушка;

— измельчение;

— просеивание;

— получение обработанного жмыха рапса.

Добавленный набор ферментов воздействует на компоненты периферических слоев семенной оболочки жмыха рапса, осуществляет мягкий гидролиз гемицеллюлоз и изменяет структуру целлюлозы, которая переходит из кристаллического состояния в аморфное, при этом способствует более быстрому движению влаги за счет диффузионного переноса.

Разрыхляется структура, образуются микротрещины, что подтверждается увеличением общей деформации сжатия на 40%.

В результате проведенных исследований при внесении ферментированного жмыха рапса в состав майонезного соуса была получена гомогенная устойчивую эмульсия. На основании чего делаем вывод, что обработанной ферментным препаратом жмых рапса — перспективное сырье при введении его в рецептуру майонеза и майонезных соусов.

Литература:

1. Пат. 2134991 Российская Федерация МПКА23J1/14 Способ получения белка из растительного белка [Текст] / Коновалов А. И., Офицеров Е. Н., Соснина Н. А., Шекуров В. Н., Миронов В. Ф., Карлин В. В., Лапин А. А., Минзанова С. Т., Карасева А. Н., Бережной А. Н., Мутрисков А. Я.; заявитель и патентообладатель: Институт органической и физической химии им.А. Е. Арбузова Казанского научного центра РАН, Научно-производственное предприятие «ЭТТА» — № 97119239/13, заявл.18.11.1997; опубл.27.08.1999.

2. Пат. 2192148 Российская Федерация, МПК7 А 23 L 1/325, 1/30,1/314,1/317,1/212. Наполнитель для мясных, рыбных или овощных фаршей, а также блюд и полуфабрикатов из них [Текст] / Шамкова Н. Т., Зайко Г. М.; заявитель и патентообладатель Кубанский гос. технолог. университет.— № 2000121282/13; заявл.09.08.2000; опубл.10.11.2002.—7с.
3. Пат. 2195129 Российская Федерация МПКА23J3/16, A23J1/14, A23L1/20 Способ производства концентрата белкового растительного из соевого сырья [Текст]/ Крючин С. В., Нартов Г. А., Пепельницина О. В.; заявитель и патентообладатель: ООО «Кропоткинские фермерские крестьянские хозяйства АККОР-АГРО»-№ 2001113550/13; заявл.16.05.2001, опубл.27.12.2002.
4. Пат. 2198570 Российская Федерация, МПК7 А 23 L 1/325, 1/29,1/212. Способ производства рыбных котлет [Текст]/ Касьянов Г. И., Квасенков О. И., Студенцова Н. А., Иванова Е. Е., Шаманова Т. С.; заявитель и патентообладатель Краснодарский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства.— № 2001103374/13; заявл. 07.02.2001; опубл.20.02.2003.— 4с.
5. Пат.2232Российская Федерация МПК A23J1/14, C11B1/10 Способ получения альбуминно-глобулинового белка «Линумина» из жмыха семян льна [Текст]/ Стеблинин А. Н., Григорьева А. Л., Миневич И. Э., Зелинский А. М., Акаро А. И., Исакова А. В., Зубанов В. В.; заявитель и патентообладатель: Общество с ограниченной ответственностью «Научно-внедренческое товарищество содействия полезности научных разработок »Внедрение», Всероссийский научно-исследовательский, проектно-технологический институт механизации льноводства — № 2002129154/13; заявл.31.10.2002; опубл.20.07.2004.
6. Пат. 2255612 Российская Федерация, МПК7 А 23 L 1/325, 1/30. Способ приготовления комбинированной рыбной массы [Текст]/ Ольховая Л. П., Петрова Л. Д., Богданов В. Д.; заявитель и патентообладатель Тихоокеанский гос.эконом. университет.-№ 2002123864/13; заявл.06.09.2002; опубл.10.08.2004.—6 с.
7. Пат. 2278554 Российская Федерация, МПК А 23 L 1/325. Способ приготовления комбинированного рыбного фарша [Текст] / Доценко С. М., Скрипко О. В., Стаценко Е. С.; заявитель и патентообладатель Всерос. Научно-исследовательский ин-т сои.-№ 2004118123/13; заявл.15.06.2004; опубл.10.01.2006.— 4с.
8. Пат.2286065 Российская Федерация МПК A23J1/14, A23J3/14, A23J3/30, A23J3/34 Способ получения биомодифицированного рапсового белкового продукта [Текст]/Лобанов В.Г., Минакова А. Д., Шульвинская И. В., Щербаков В. Г., Щербин В. В.; заявитель и патентообладатель: Кубанский государственный технологический университет« (ГОУВПО »КубГТУ») — № 2004138387/13, заявл. 27.12.2004, опубл.27.10.2006.
9. Пат. 2287304 Российская Федерация, МПК А 23 L 1/325, 1/20. Способ производства пищевого продукта [Текст]/ Горбатовский А. А., Шлейкин А. Г., Ишевский А. Л., Лучков Д. В..; заявитель и патентообладатель Санкт-Петербургский гос. Университет низкотемпературных и пищевых технологий».-№ 2005111453/13; заявл.18.04.2005; опубл.20.11.2006, Бюл.№ 32.— 3 с.
10. Проскурня, М. А. Биологические свойства пищевых волокон, полученных из жмыхов масличных культур сибирской коллекции [Текст]/ М. А. Проскурня, Л. В. Бурлакова, И. А. Лошкомойншов // Аграрный вестникУрала.— 2008.— № 4.— С. 48–50.
11. Рапс, сурепица / А. А. Гольцов, А. М. Ковальчук, В. Ф. Абрамов [и др.].— Москва: Колос, 1983.— 192 с.
12. Рекомендации по использованию рапсовых кормов в животноводстве и птицеводстве. / В. В. Карпачев, И. В. Артемов, А. С. Слукин [и др.] — Липецк, 2009.— 46 с.
13. Адаптивное кормопроизводство: проблемы и решения /под ред. А. С. Шпакова.— Москва: ФГНУ «Росинформагротех», 2002.— 524 с.

Применение оптических преобразователей для газоанализаторов с комбинированным принципом работы при бурении скважин

Косенков Александр Денисович, студент
Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе (г. Москва)

В процессе бурения скважин могут возникать различного рода аварии. Предметом данного исследования стала проблема непрерывного контроля взрывоопасных газов и паров, а именно использования газоанализаторов. Необходимо разобраться с аналогичными разработками и методиками посредством сравнительного анализа, изучить принцип работы и технологию, определить преимущества.

Ключевые слова: *газоанализатор, бурение, станция геолого-технологического исследования, газовоздушная среда, хроматограф.*

Какие существуют проблемы анализа газовоздушной среды при бурении скважин?

Для начала стоит отметить, что станция ГТИ (станция геолого-технологического исследования) должна располагаться от устья скважины на расстоянии не ближе, чем величина высоты вышки с добавлением ещё десяти метров. Таким образом, промежуток времени от отбора пробы до начала анализа составляет несколько минут (2–3 минуты при наличии в станции ГТИ высокопроизводительного насоса).

Были выделены организационно-технические проблемы службы ГТИ:

1. Большое расстояние от устья скважины до станции ГТИ

2. Газовоздушная смесь транспортируется в станцию ГТИ по ГВЛ. Время от отбора пробы до начала анализа составляет несколько минут

3. Оборудование станции ГТИ требует периодической профилактики и технического обслуживания

Также несмотря на то, что современные газовые хроматографы станций ГТИ обеспечивают высокую точность измерений, их принцип действия основан на последовательном разделении многокомпонентной газовой смеси на индивидуальные составляющие [2].

Решение — применение оптических инфракрасных газоанализаторов.

Данный принцип измерения основан на известном факте о том, что многие газы поглощают инфракрасные лучи и каждый из этих газов имеет определенный спектр поглощения. Сенсор состоит из источника ИК-света и датчика, между которыми установлены оптический фильтр и измерительная ячейка. Поступая в измерительную ячейку, газ поглощает некоторое количество инфракрасного света, а датчик при этом фиксирует снижение интенсивности поступающего ИК-света и на базе известной зависимости (калибровочной кривой) генерирует выходной сигнал [2]. Схема оптического инфракрасного газоанализатора представлена на рисунке № 1.

Большая часть горючих газов, выделяющихся при бурении скважин на нефть и газ, являются углеводородами. Углеводороды поглощают излучение в определённом диапазоне длин волн, приблизительно от 3,3 до 3,5 мкм. При этом азот и кислород, составляющие основу окружающего нас воздуха, излучение с данными длинами волн не поглощают. Поэтому именно эта длина волны используется в оптических инфракрасных газоанализаторах углеводородных газов. Кристалл измерительного детектора принимает только излучение с длиной волны 3,4 мкм, а опорный детектор 4,0 мкм. Углеводородные газы не поглощают излучение с длиной волны 4,0 мкм, поэтому опорный детектор обеспечивает нечувствительность газоанализатора к загрязнению оптики и старению излучателя, позволяет генерировать сигнал необходимости проведения технического обслуживания.

Преимущества инфракрасных газоанализаторов:

Нечувствительность к полимеризирующимся и коррозийным веществам и отравителям катализа — является одним из важнейших преимуществ. Также, возможность обнаружения газов в бескислородной атмосфере и в атмосфере с низким содержанием кислорода и нечувствительность к водороду и дисульфиду углерода делает данный прибор более универсальным в использовании. А повышенная отказоустойчивость, нечувствительность к скорости потока газа и долговременная стабильность показаний позволяет проводить измерения там, где ранее это было затруднительно. Также, газоанализатор представляет собой небольшой прибор, вес которого составляет всего несколько килограммов [3]. Газоанализатор не требует специального постоянного обслуживания. Он требует лишь периодического контроля за состояниями систем. Всё это становится возможным благодаря прогрессивной электронике. В то же время, задача может быть упрощена с помощью ручного управляющего модуля [3]. Датчики ПДК (газоанализаторы) вредных веществ следует устанавливать в рабочей зоне на открытых площадках объектов бурения, добычи, технологических установок промысловой подготовки и транспорта нефти и газа [1]. Измерительную

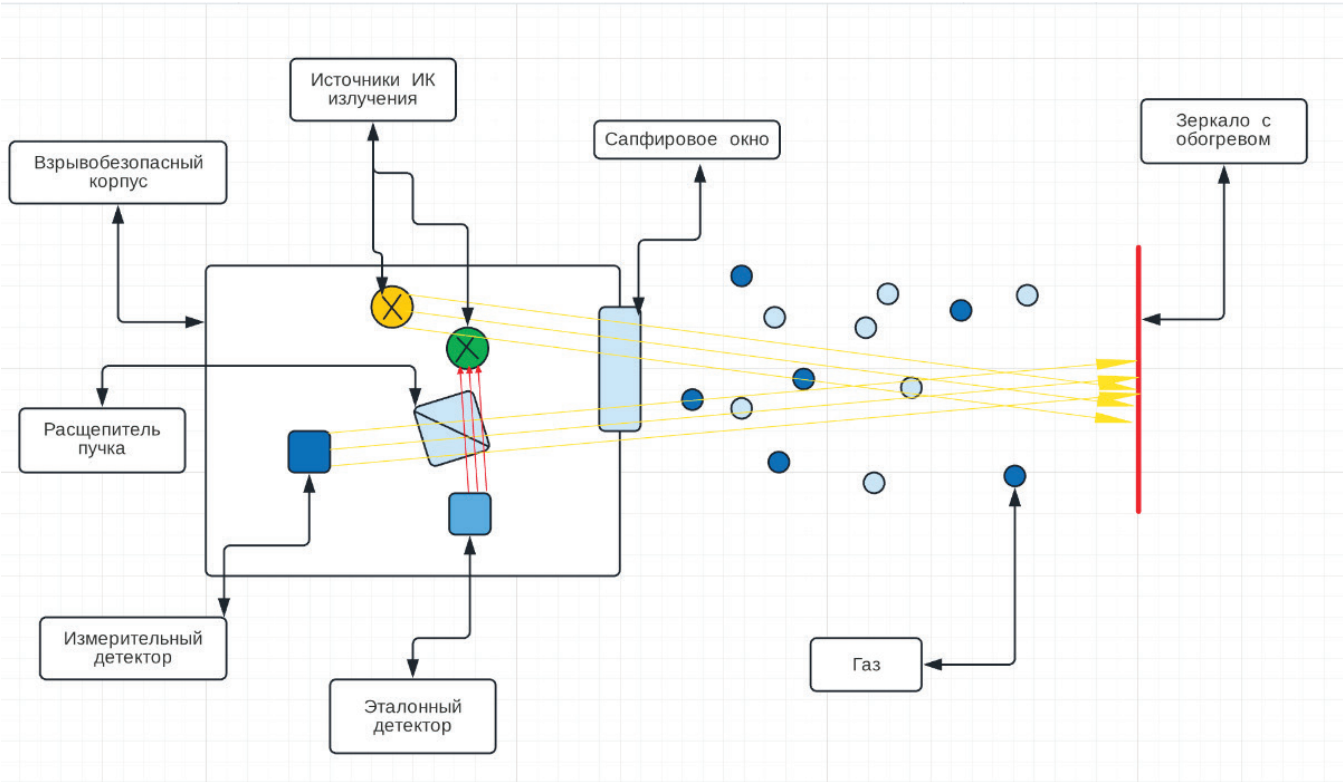


Рис. 1. **Схема оптического инфракрасного газоанализатора**

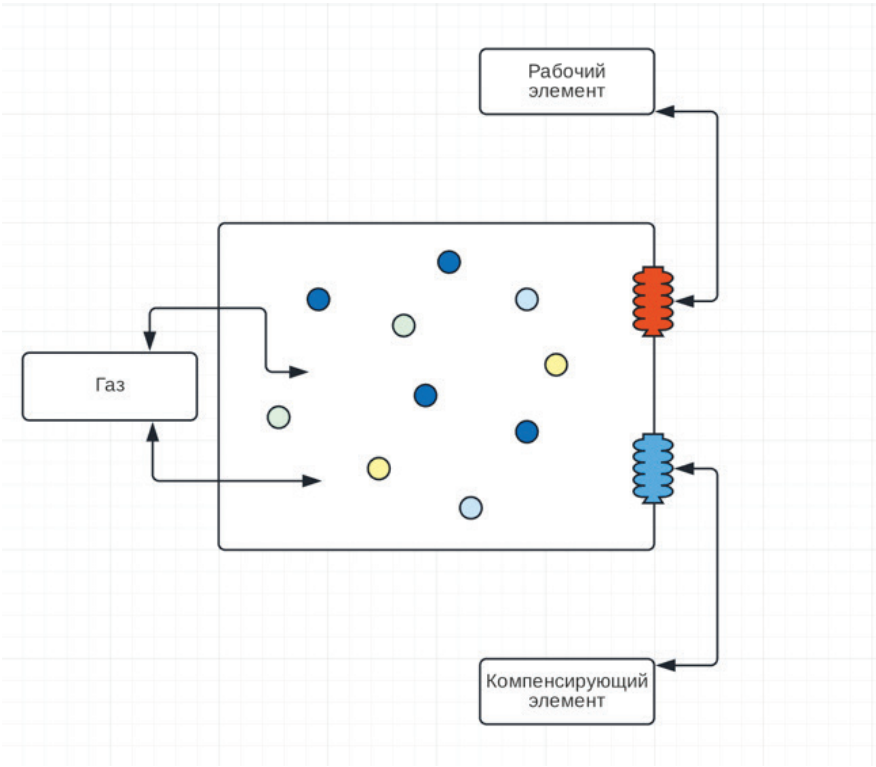


Рис. 2. **Принцип работы термокаталитического газоанализатора**

головку следует устанавливать в надлежащем месте, которое обеспечивает максимальную защиту. Вокруг газоизмерительной головки должна быть обеспечена свободная циркуляция воздуха.

Большой проблемой инфракрасного газоанализатора является то, что он не имеет возможности детектировать газы, которые не поглощают ИК-излучения. Таковыми являются, например, водород, кислород, азот, хлор и одноатомные газы. Чтобы найти решение этой проблемы, можно обратить внимание на принцип работы термокаталитического газоанализатора [2]. Обратимся к рисунку № 2.

Он основан на вычислении количества тепла, выделяемого при сгорании горючего газа или паров в катализаторе. Датчик состоит из двух чувствительных элементов — рабочего и компенсирующего. Рабочий элемент представляет собой спираль из драгоценного металла (как правило, платины) и катализатора, чувствительного к горючим газам. Воздушная смесь, содержащая горючий газ, вступает в реакцию с катализатором и приводит к изменению электрического сопротивления спирали в почти линейной зависимости от концентрации газа [2]. Внедрив данную систему в оптический детектор, мы получим универсальный газоанализатор, способный детектировать разного рода газы с одинаковой эффективностью.

Также существенным недостатком оптического газоанализатора является температурный режим. Необходимо подобрать такой материал корпуса, который позволит использовать детектор в самых суровых условиях эксплуатации [3]. В состав стали должен входить, например, молибден, который способен защитить от разрушения в морской воде и парах уксусной кислоты. Также, необходимо присутствие сплава железа и хрома, который образует на поверхности стали защитный слой, устойчивый к механическим и химическим воздействиям. Данным условиям подходит сталь марки 316 L. Эта сталь устойчива к коррозии в агрессивных средах, а также к большинству внешних воздействий.

Результаты данного исследования могут быть использованы непосредственно на практике в ближайшее время, начав обеспечивать беспрерывный контроль, так как чем быстрее и точнее измеряется концентрация газа, тем быстрее могут быть приняты меры, обеспечивающие безопасность объекта.

Литература:

1. Махмутов, Ш. Я. Применение газочувствительных датчиков при бурении нефтегазовых скважин: научная статья по теме / Ш. Я. Махмутов, А. В. Соколов.— Москва: Москва, 2007.— 32 с.— ISSN: 2072–4799
2. Латышенко, К. П. Технические измерения и приборы в 2 т. Том 1 в 2 кн. Книга 2: учебник для академического бакалавриата / К. П. Латышенко.— 2-е изд., испр. и доп.— Москва: Издательство Юрайт, 2019.— 259 с.— (Университеты России).— ISBN978–5–534–04193–4
3. Хаматдинова, А. В. Приборный контроль состояния газовоздушной среды на предприятиях нефтепереработки: журнал «Технологии техносферной безопасности», выпуск № 4 / А. В. Хаматдинова, О. В. Смородова.— Москва, 2015.— 7 с.

Пожарная безопасность на установках комплексной подготовки газа

Олещук Сергей Олегович, студент;
Нурдинова Мария Михайловна, студент
Тюменский индустриальный университет

Добыча газа в России играет существенную роль в экономике страны, оказывая положительное влияние на валовый продукт и налоговые поступления. Поэтому необходимо развивать и совершенствовать данную отрасль без какого-либо вредного воздействия на человека и окружающую среду.

Ключевые слова: *установка комплексной подготовки газа, авария, пожарная опасность, взрывоопасная смесь.*

Fire safety on installations complex gas preparation

Oleshchuk Sergey Olegovich, student;
Nurdinova Mariya Mikhaylovna, student
Tyumen Industrial University

Gas production in Russia plays a significant role in the country's economy, having a positive impact on the gross product and tax revenues. Therefore, it is necessary to develop and improve this industry without any harmful effects on humans and the environment.

Keywords: *complex gas treatment plant, accident, fire hazard, explosive mixture.*

Опасность возникновения пожара и аварийных ситуаций при реализации работ с газом высока, при этом опасна большая скорость распространения пожара. Даже скопление небольшого количества пожаровзрывоопасных веществ на небольшой площади может способствовать развитию крупного пожара и возможности взрыва с катастрофическими последствиями. При возникновении таких нежелательных ситуаций происходит загрязнение окружающей среды, значительный экономический ущерб, к потерям человеческих жизней [2].

На высокую пожарную опасность газовых предприятий оказывают влияние обстоятельства, приведенные на рисунке 1.

Учитывая вышеуказанные обстоятельства, проблема обеспечения пожарной безопасности на установках комплексной подготовки газа является актуальной темой на сегодняшний день.

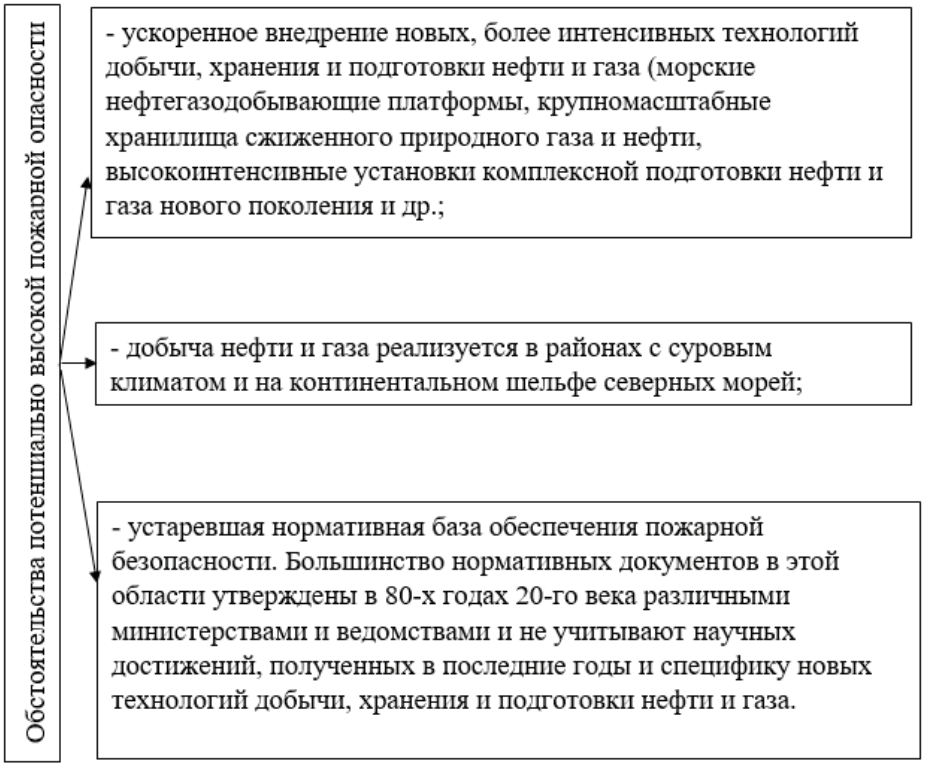


Рис. 1. **Обстоятельства потенциально высокой пожарной опасности**

В работах многих исследователей таких как: И. М. Абдурагимова, Б. Ч. Реутта, А. Ф. Шароварникова, И. И. Петрова, В. И. Блинова, А. Н. Баратова, И. А. Болодьяна, В. П. Сучкова, Ю. Н. Шебеко, В. П. Назарова, А. Н. Елохина, А. Н. Черноплекова, Р. М. Тагиева, Н. М. Бурдакова и других исследователей приведены достижения научных исследований в области пожарной безопасности, но многие крупные задачи в этой области остались нерешенными. Одной из таких задач является проблема обеспечения пожарной безопасности на установках комплексной подготовки газа.

На установках происходит разделение добытых веществ из недр, эмульсия которых состоит из суспензии капелек, разделение их на две различные фазы происходит при нагревании. Так как такой метод является экономически выгодным. При нагревании жидкости и создании условий оседания происходит процесс сепарации [3].

При анализе и обобщении собранных статистических данных при прохождении практики были выделены пожароопасные аварийные ситуации, представленные на рисунке 2.

Расчеты поражающих факторов при аварийных пожарных ситуациях позволяют выявлять зависимости интенсивного теплового излучения от расстояния (от центра огненного шара до точки воздействия), приведены на рисунке 3 [5].

При обеспечении пожарной безопасности на установках подготовки газа соблюдаются основные принципы, представленные в таблице 1 [4].

На рисунке 4 приведены системы, которыми должна обеспечиваться пожарная безопасность на установках подготовки газа, в соответствии с действующим законодательством [1].

Анализ собранных данных при прохождении практики позволил сделать вывод, что основное поражающее действие на

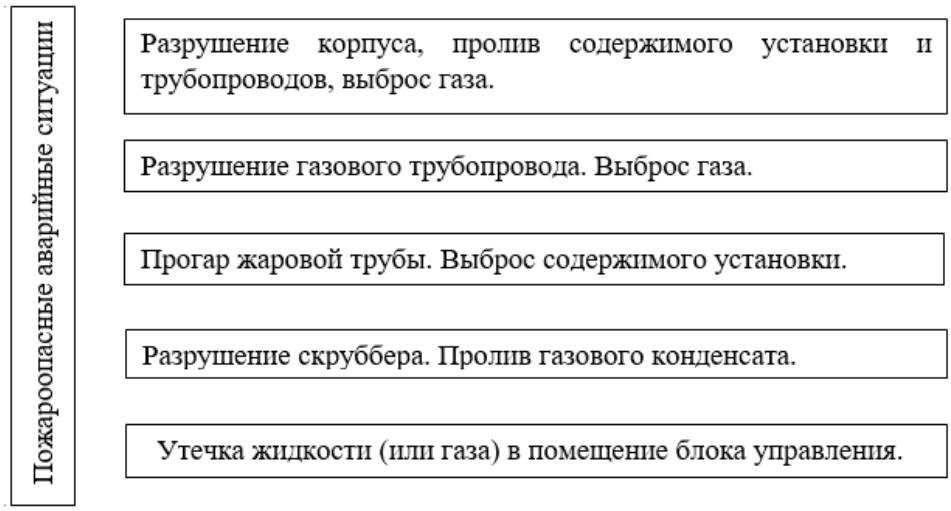


Рис. 2. **Пожароопасные аварийные ситуации**

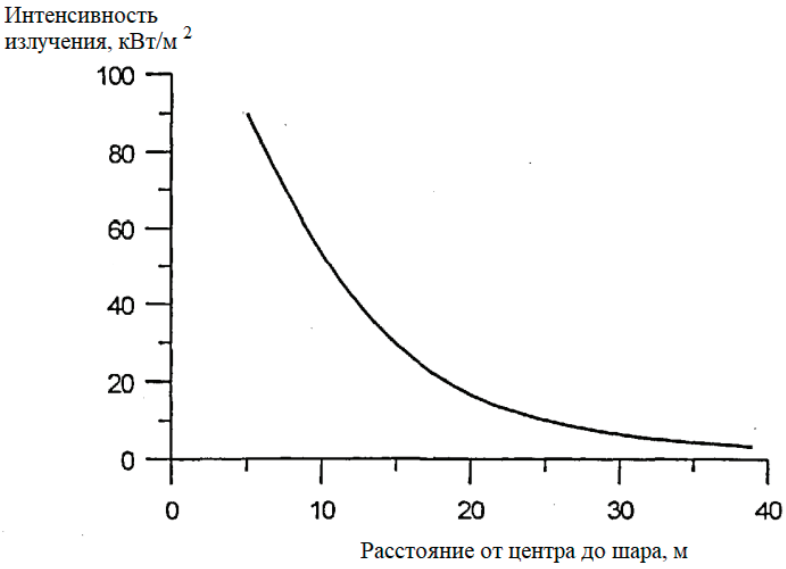


Рис. 3. **Зависимость интенсивного теплового излучения от расстояния**

Таблица 1. **Основные принципы обеспечения пожарной безопасности**

№ п/п	Основные принципы
1	обеспечение пожарной безопасности технологического процесса;
2	использование современных технических решений, систем предупреждения пожара, противопожарной защиты, а также проведение организационно-технических противопожарных мероприятий;
3	выполнение требований действующих нормативных документов, направленных на обеспечение пожарной безопасности объектов нефтегазового комплекса и использование накопленного опыта по обеспечению пожарной безопасности объектов подобного назначения.

Рис. 4. **Системы обеспечения пожарной безопасности**

человека при аварийной ситуации оказывает тепловое излучение.

Кроме того, опасными факторами на установке являются вредные и токсичные продукты (метан, азот, конденсат, водометанольная смесь, масла, используемые для смазки деталей).

При работе с токсичными веществами, в условиях вредных параметрах воздушной среды, высокой температурой воздуха и влажностью, необходимо соблюдать законодательные требования по обеспечению работников средствами индивидуальной защиты.

Литература:

1. Федеральный закон от 21.07.1997 N116-ФЗ
2. О промышленной безопасности опасных производственных объектов (с изменениями на 11 июня 2021 года) (редакция, действующая с 1 июля 2021 года) [Электронный ресурс] / Консультант плюс,— ЗАО «Консультант Плюс», Дата обращения 20.08.2022
3. Безносиков А. Ф. Разработка и эксплуатация газовых и газоконденсатных месторождений: учеб. пособие / А. Ф. Безносиков, М. И. Забоева, И. А. Синцов, Д. А. Остапчук.— Тюмень: Изд-во «Тюменский индустриальный университет», 2016.— С. 5–7.
4. Мурин В. И. Технология переработки природного газа и конденсата. Справочник. ч. 1/ В. И. Мурин — М.: ООО «Недра-Бизнесцентр», 2002.— 517 с.
5. Тараканов Г. В. Основы технологии переработки природного газа и конденсата: учебное пособие / Г. В. Тараканов, А. К. Мановян; под ред. Г. В. Тараканова; Астраханский. Государственный технический университет.— Изд. 2-е, перераб. и доп.— Астрахань: Изд-во АГТУ, 2010.— 192 с
6. Сафонов В. С. Теория и практика анализа риска в газовой промышленности / В. С. Сафонов, Г. Э. Одишария, А. А. Швыряев.— М.: РАО «Газпром», 1996 г.— 208 с

Соблюдение пожарной безопасности на установках комплексной подготовки газа

Олещук Сергей Олегович, студент;
Нурдинова Мария Михайловна, студент
Тюменский индустриальный университет

Газовая отрасль играет огромную роль в формировании экономики России, являясь при этом опасным производством, поэтому возникает необходимость в усовершенствовании ее развития. При добыче, хранении, подготовке газа есть риск аварийных ситу-

аций с возникновением пожаров и значительной скорости их распространения, возможны и взрывы с серьезными последствиями не только по отношению к природной среде, но и по отношению к работающим на установках.

Ключевые слова: *установка комплексной подготовки газа, авария, пожарная опасность, взрывоопасная смесь.*

Compliance with fire safety at installations complex gas preparation

Oleshchuk Sergey Olegovich, student;
Nurdinova Mariya Mikhaylovna, student
Tyumen Industrial University

The gas industry plays a huge role in shaping the Russian economy, being at the same time a dangerous industry, so there is a need to improve its development. During the extraction, storage, preparation of gas, there is a risk of emergencies with the occurrence of fires and a significant speed of their spread; explosions are also possible with serious consequences not only in relation to the natural environment, but also in relation to those working at the installations.

Keywords: *complex gas treatment plant, accident, fire hazard, explosive mixture.*

Установка комплексной подготовки газа является объектом, на котором в любой момент может возникнуть экстренная ситуация — пожар [1]. Высокая пожароопасность при подготовке газа может быть обусловлена следующим:

— разработкой и внедрением новых технологий;
— суровыми климатическими условия;
— устаревшей нормативной базой.

Оценивается угроза пожара на данном объекте наличием материалов и элементов, которые могут разрушаться при пожарах, а также сооружениями в которых происходит их хранение и переработка.

Пожарная опасность на установке комплексной подготовки газа характеризуется веществами, параметрами, оборудованием, работающим под давлением. На рисунке 1 приведены причины возникновения пожаров на установках.

При пожаре могут возникнуть такие ситуации как задымление, высокая температура горения. Пожар допускается тушить тонкой струей воды. При пожаре могут происходить обрушение сооружения, поэтому необходимо на начальной стадии пожара охладить металлические системы сооружения.

Во избежание пожаров на объекте необходимо неукоснительно соблюдать требования пожарной безопасности — своевременно проводить осмотр и ремонт оборудования, совершенствовать устаревшее оборудование с использованием нанотехнологий.

В соответствии с федеральным законом от 21.07.1997 N116-ФЗ «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» (с изменениями на 11 июня 2021 года), установка комплексной подготовки газа (УКПГ) является опасным производственным объектом [1].

Основные процессы, которые проводятся на УКПГ это очистка и осушка газа, при проведении которых возникает угроза возникновения пожара. Пожарные ситуации могут проходить по сценарию, представленному на рисунке 2 [2].

Утечка газа происходит в виде струи, при этом жидкая фаза является наиболее опасной, так как под высоким давление происходит распыление и испарение газа. На первом этапе аварийной ситуации происходит скопление газа в месте его утечки, потом происходит распространение по всему помещению, образуя зону загазованности. При этом происходит разрушение герметизации сооружения и выбрасывается большой объём газовой смесив воздушную среду.

При присутствии источника воспламенения газовое облако приводит к взрыву и пожару, поэтому на УКПГ обязательно имеются системы обеспечения пожарной безопасности, комплекс которой представлен на рисунке 3.

Система предотвращения пожара на УКПГ предусматривает исключение и предотвращение возникновения пожарной ситуации. На УКПГ используется ряд методов, которые позволяют исключить образование и возгорание горючих смесей, одним из которых является система пожарной безопасности. Система пожарной безопасности состоит из элементов, представленных на рисунке 4.

Оповещение людей о загазованности происходит с помощью сигнализаторов загазованности звуковыми и световыми эффектами, которые начинают действовать при превы-

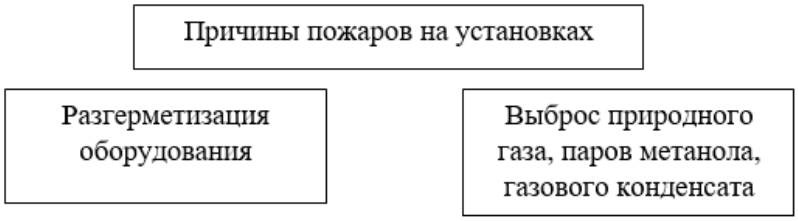


Рис. 1. **Причины пожаров на УКПГ**

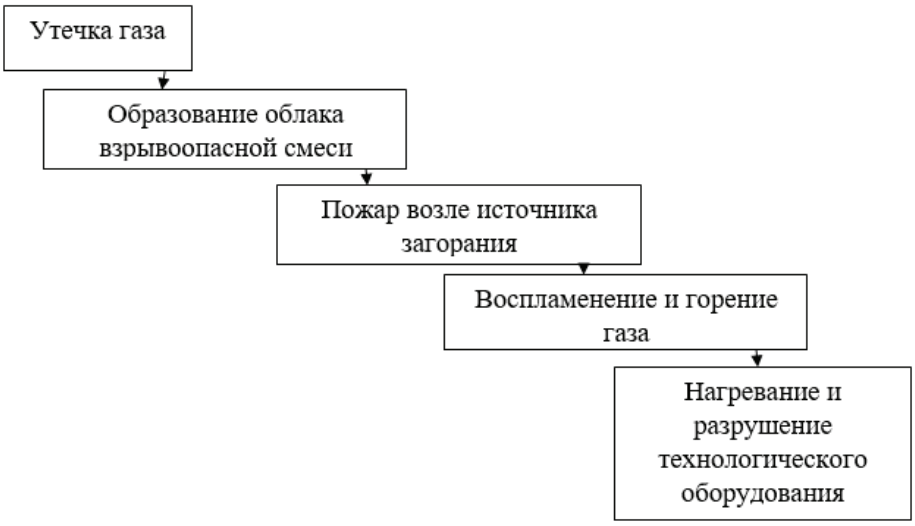


Рис. 2. **Сценарий пожара**

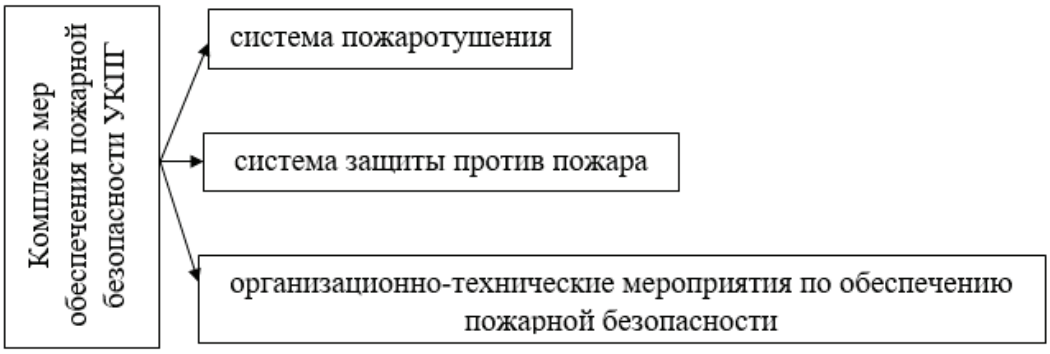


Рис. 3. **Комплекс мер обеспечения пожарной безопасности на УКПГ**

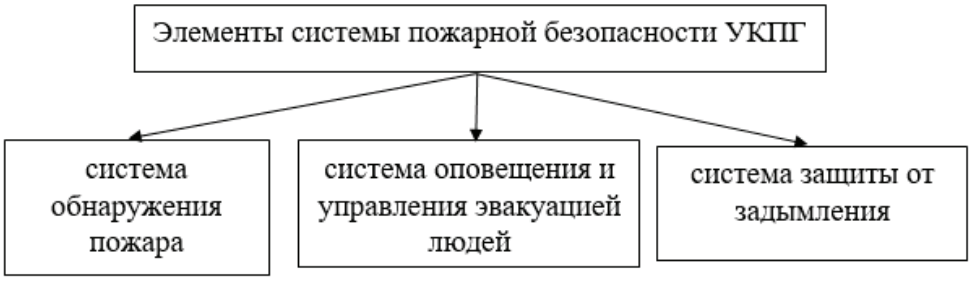


Рис. 4. **Элементы пожарной безопасности УКПГ**

шении предельно допустимой концентрации загазованности объекта.

Чтобы исключить выпадение конденсата из систем используют дренажные емкости, которыми оснащена УКПГ [3].

В комплекс организационно-технического сопровождения работы УКПГ включает в себя мероприятия, приведенные на рисунке 5.

На УКПГ обязательно разрабатывается план ликвидации аварийных ситуаций (ПЛА), который содержит указания для деятельности при возникновении аварийной ситуации должностных лиц и ответственных за пожарную безопасность на объекте. Первоочередным действиям в случае пожара на УКПГ является эвакуация людей, обеспечение персонала средствами индивидуальной защиты, затем локализация и ликвидация аварии.

УКПГ представлена комплексом оборудования и техники, которое регулярно обслуживается и на которых обязательным правилом является соблюдение техники безопасности [4].

На рисунке 6 представлены наиболее опасные конструкционные элементы, работа которых осуществляется под давлением в диапазоне 8–6 МПа.

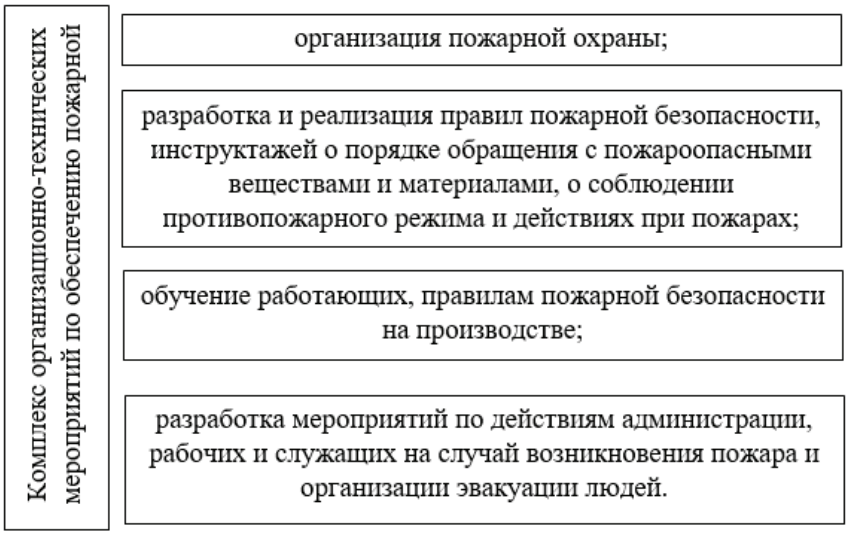


Рис. 5. **Комплекс организационно-технических мероприятий на УКПГ**

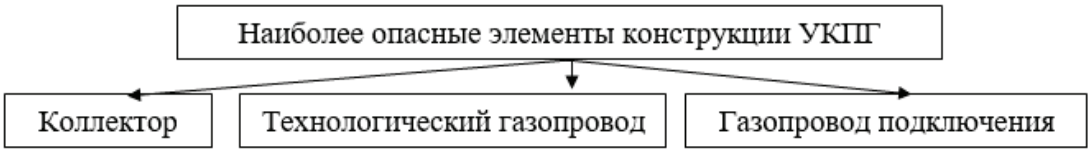


Рис. 6. **Наиболее опасные элементы конструкции УКПГ**

В случае аварийной ситуации газ вырвется с большой скоростью и под высоким давлением.

Для недопущения аварийных ситуаций на УКПГ проводят анализ, рисков возникновения аварий, проводят идентификацию, оценку последствий аварийной ситуации.

Для предотвращения аварий на УКПГ используют методы прогнозирования и предупреждения, такие мероприятия необходимы на каждом опасном объекте, так как размер нанесенного ущерба после аварийной ситуации может быть огромным и невосполнимым.

При возникновении аварийной ситуации на УКПГ основными угрозами могут быть случаи, представленные на рисунке 7.

Для недопущения аварийной ситуации проводят анализ риска аварийной ситуации, для этого на первом этапе планирования составляют подробное описание объекта, выявляют основные сложности на объекте, определяют основные задачи для дальнейшего анализа.

Кроме того, на первом этапе проводят обоснование выбранных методов для анализа рисков [5].

При обнаружении опасности устанавливают источник аварии и определяют методы ликвидации и локализации стихийного бедствия.

Проведя идентификацию, обозначают вероятность угрозы, списки аварийных ситуаций, прогнозируют вероятность неблагоприятных ситуаций, указывают факторы риска. Затем выбирают ряд действий, которые помогут повысить безопасность объекта.

Следующим этапом является оценка рисков, чтобы провести оценку необходимо учесть ряд факторов, влияющих на развитие событий.

После определения рисков составляю рекомендации, необходимые для снижения вероятности возникновения аварии.

Метод оценки рисков проводят расчетным путем.

Для сокращения возникновения аварийных ситуаций на УКПГ рекомендуется:

— обеспечить безопасность оборудования от механического повреждения;

— использовать герметичную запорную арматуру;

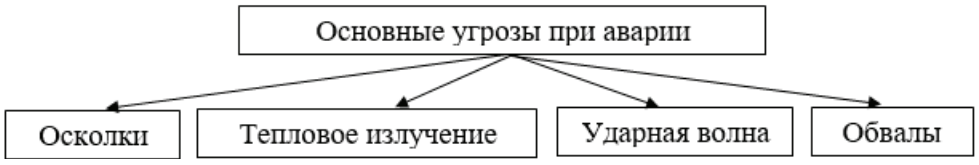


Рис. 7. **Основные угрозы при аварийной ситуации**

— неукоснительно выполнять научно-технический регламент;

— применять современную антикоррозийную защиту оборудования;

— использовать безопасные соединения (по типу «шип-паз», сварные соединения);

— применять конструктивные материалы с учетом климатических условий.

Литература:

1. Федеральный закон от 21.07.1997 N116-ФЗ
2. О промышленной безопасности опасных производственных объектов (с изменениями на 11 июня 2021 года) (редакция, действующая с 1 июля 2021 года) [Электронный ресурс] / Консультант плюс,— ЗАО «Консультант Плюс», Дата обращения 20.08.2022
3. Безносиков А. Ф. Разработка и эксплуатация газовых и газоконденсатных месторождений: учеб. пособие / А. Ф. Безносиков, М. И. Забоева, И. А. Синцов, Д. А. Остапчук.— Тюмень: Изд-во «Тюменский индустриальный университет», 2016.— С. 5–7.
4. Мурин В. И. Технология переработки природного газа и конденсата. Справочник. ч. 1/ В. И. Мурин — М.: ООО «Недра-Бизнесцентр», 2002.— 517 с.
5. Тараканов Г. В. Основы технологии переработки природного газа и конденсата: учебное пособие / Г. В. Тараканов, А. К. Мановян; под ред. Г. В. Тараканова; Астраханский. Государственный технический университет.— Изд. 2-е, перераб. и доп.— Астрахань: Изд-во АГТУ, 2010.— 192 с
6. Сафонов В. С. Теория и практика анализа риска в газовой промышленности / В. С. Сафонов, Г. Э. Одишария, А. А. Швыряев.— М.: РАО «Газпром», 1996 г.— 208 с

Оценка риска пожаров и взрывов на установке комплексной подготовки газов

Олещук Сергей Олегович, студент;
Нурдинова Мария Михайловна, студент
Тюменский индустриальный университет

Опасными производственными объектами являются газо- и нефтеперерабатывающие предприятия. На таких объектах приобретаются, перерабатываются, применяются грузы, которые в любой момент могут привести к аварийной ситуации. Во избежание аварий необходимо проводить расчеты и оценки всевозможных рисков.

Ключевые слова: *риски, аварийные ситуации, пожар, газ, газовый конденсат.*

Assessment of the risk of fires and explosions at the installation of complex preparation of gases

Oleshchuk Sergey Olegovich, student;
Nurdinova Mariya Mikhaylovna, student
Tyumen Industrial University

Hazardous production facilities are gas and oil processing enterprises. At such facilities, goods are purchased, processed, and used, which can lead to an emergency situation at any time. In order to avoid accidents, it is necessary to carry out calculations and assessments of all possible risks.

Keywords: *risks, emergencies, fire, gas, gas condensate.*

Аварии, которые происходят на предприятиях нефти и газа приводят к губительным последствиям, наносят не только огромный вред экономики страны, но и окружающей среде и приводят к гибели людей.

Чтобы быть готовыми к разным ситуациям, складывающимся на таких предприятиях необходимо оценивать последствия губительных мероприятий, проводить расчет поражающих зон, ущербов [1].

На установке комплексной подготовки газов, которая тоже относится к опасному производству, можно обозначить наиболее существенные причины возникновения аварий (рисунок 1)

Почти 80% аварий происходит по вине работника, так как не соблюдают технику и норму безопасности, персонал некачественно выполняет работы [6].

Исходя из этого, человеческий фактор является главным фактором в создании аварийных ситуаций.

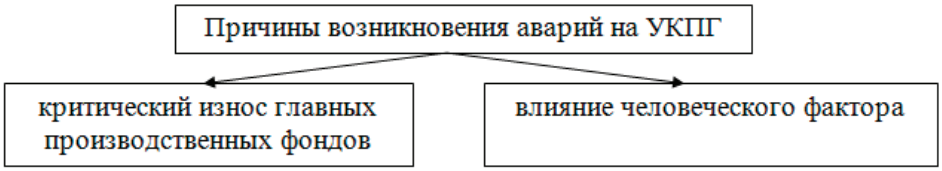


Рис. 1. **Основные причины возникновения аварий**

На установке находится технологическое оборудование, с помощью которого собирают и обрабатывают природный газ и конденсат.

На рисунке 2 приведен состав товарной продукции, выпускаемой на установке.

Главным показателем качественного продукта УКПГ является октановое число, поставляемый продукт потребителям варьируется по типам: для промышленных предприятий поставляется продукт, в котором учитываются запах, коэффициент теплоты сгорания и число Воббе [3].

Газовый конденсат, поставляемый потребителям, делят на две фракции: нестабильную и стабильную.

В технологическом процессе сырье проходит несколько этапов до готового продукта (рисунок 3) [4].

Установка комплексной подготовки газа включает в себя позиции, представленные на рисунке 4.

В таблице 1 приведено количество оборудования, которое установлено на УКПГ [5].

Каждый из указанных объектов является потенциальным носителем аварийных ситуаций.

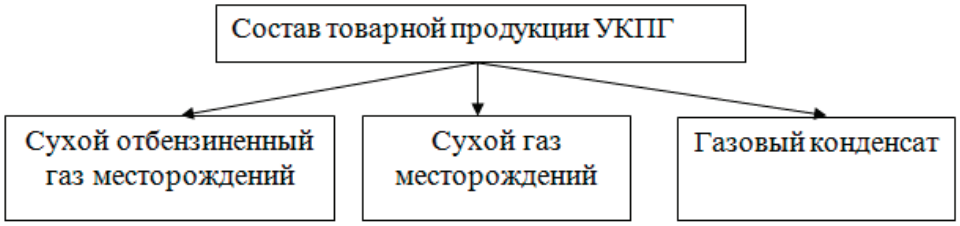


Рис. 2. **Состав товарной продукции УКПГ**

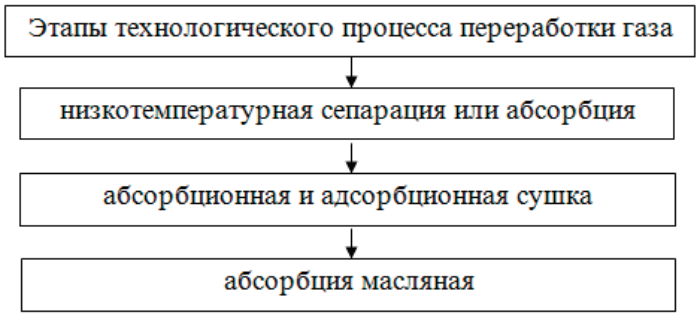


Рис. 3

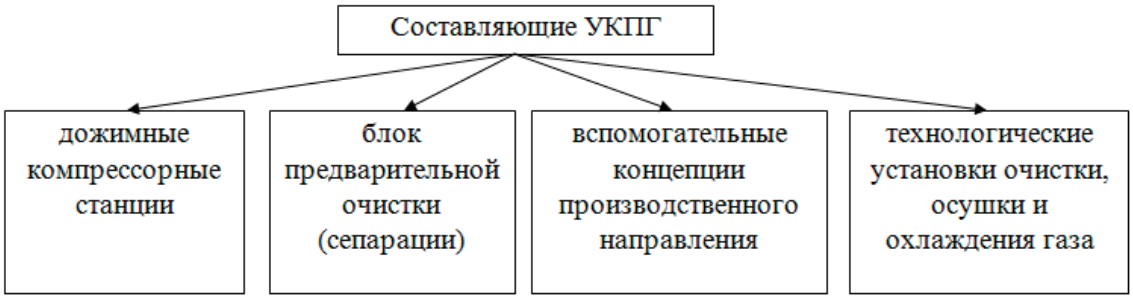


Рис. 4. **Составляющие УКПГ**

Таблица 1. **Оборудование УКПГ**

Наименование опасной составляющей производственного объекта	Количество оборудования
Газопроводы неочищенного газа	3
Газопроводы очищенного газа, надземные	3
Газопроводы очищенного газа, подземные	3
Трубопроводы ТДА	4
ТДА	2
Теплообменники	5
Крановые узлы, тройники	4
Горизонтальные фильтры-грязеуловители с трубопроводной обвязкой	2
Вертикальные фильтры-грязеуловители с трубопроводной обвязкой	2
Сепараторы	2
Резервуары-сборники продукта	6
Узел регулирования давления	4
Узлы запорной арматуры	6

Для предотвращения и оценки последствий возможных потерь необходимо проводить расчет рисков, оценивать возможные ситуации.

Для примера проведем расчет интенсивности теплового излучения и времени существования «Огненного шара» [2].

Интенсивность теплового излучения «огненного шара производится по формуле 1, обозначается q, измеряется кВт/м2.

$$q = E_f * F_q * \tau \quad (1)$$

В таблице 2 приведены пояснения для каждого элемента формулы 1.

Среднеповерхностная плотность теплового излучения пламени находится по экспериментальным данным, но можно принимать как 450 кВТ/м².

Угловой коэффициент облученности рассчитываем по формуле 2.

$$F_q = \frac{\frac{H}{D_S}+0.5}{4[\left(\frac{H}{D_S}+0.5\right)^2+\left(\frac{r}{D_S}\right)^2]^{1.5}} \quad (2)$$

В таблице 3 приводятся пояснения к формуле 2.

Рассчитывается эффективный- диаметр «огненного шара» в метрах по формуле 3.

$$D_s = 5.33m^{0.327} \quad (3)$$

Таблица 2. **Расшифровка элементов формулы 1**

Обозначение	Пояснение
E_f	Среднеповерхностная плотность излучения пламени, кВТ/м^2
F_q	Угловой коэффициент облученности.
τ	Коэффициент пропускания атмосферы.

Таблица 3. **Расшифровка элементов формулы 2**

Обозначение	Пояснение
H	Высота центра «огненного шара», м
D_s	Эффективный диаметр «огненного шара», м
r	Расстояние от облучаемого объекта до точки на поверхности земли непосредственно под центром «огненного шара», м

В формуле 3, m обозначает массу горючего вещества в килограммах. Высота определяется в ходе эксперимента, но можно принимать ее равной $\frac{D_s}{2}$

Время существования «огненного шара» считаем по формуле 4.

$$t_s = 0.92m^{0.303} \quad (4)$$

Далее рассчитываем коэффициент пропускания атмосферы по формуле 5.

$$\tau = \exp[-7.0 * 10^{-4}\left(\sqrt{r^2 + H^2} - \frac{D_s}{2}\right] \quad (5)$$

Далее определяем диаметр «огненного шара»

$$D_s = 5{,}33 * m^{0{,}327} = 5{,}33 * 5600^{0{,}327} = 89{,}6 \text{ м}$$

Принимаем высоту за 44,8 м и рассчитываем угловой коэффициент облученности:

$$F_q = \frac{\frac{H}{D_s} + 0{,}5}{4\left[(\frac{H}{D_s} + 0{,}5)^2 + (\frac{r}{D_s})^2\right]^{1{,}5}} = \frac{\frac{44{,}8}{89{,}6} + 0{,}5}{4\left[(\frac{44{,}8}{89{,}6} + 0{,}5)^2 + (\frac{50}{89{,}6})^2\right]^{1{,}5}} = \frac{1}{4(1 + 0{,}31)^{1{,}5}} = 0{,}17\ \frac{\text{кВт}}{\text{м}^2}$$

Далее рассчитываем коэффициент пропускания атмосферы:

$$\tau = \exp\left[-7 * 10^{-4}\left(\sqrt[2]{r^2 + H^2} - \frac{D_s}{2}\right)\right] = exp\left[-7 * 10^{-4}\left(\sqrt[2]{50^2 + 44{,}8^2} - \frac{89{,}6}{2}\right)\right] = 0{,}98$$

Учитывая, что среднеповерхностная плотность излучения пламени равна 450 кВт/м2 рассчитываем интенсивность теплового излучения q.

$$q = E_f * F_q * \tau = 450\frac{\text{кВт}}{\text{м}^2} * 0{,}17 * 0{,}98 = 74{,}97\ \frac{\text{кВт}}{\text{м}^2}$$

Время существования «огненного шара» будет равно:

$$t_s = 0.92m^{0.303} = 0.92 * 5600^{0.303} = 12.6 \text{ с}$$

Далее находится интенсивность излучения «огненного шара»:

$$Q = q * t_s = 74.97 * 12.6 = 944.6\ \frac{\text{кВт} * \text{с}}{\text{м}^2}$$

По результатам полученных данных делаем вывод, что при такой интенсивности излучения и времени существования «огненного шара» персонал получит смертельные дозы облучения.

Проводить такие расчеты необходимо для предупреждения аварийных ситуаций и в случае их возникновения предусмотреть соответствующие меры по ликвидации аварии.

Литература:

1. Федеральный закон от 21.07.1997 N116-ФЗ
2. О промышленной безопасности опасных производственных объектов (с изменениями на 11 июня 2021 года) (редакция, действующая с 1 июля 2021 года) [Электронный ресурс] / Консультант плюс,— ЗАО «Консультант Плюс», Дата обращения 20.08.2022
3. Пермяков В. Н. Анализ риска аварий на опасных производственных объектах хранения нефти и нефтепродуктов / учебное пособие / В. Н. Пермяков, Ю. В. Сивков, В. Л. Мартынович, Л. Б. Хайруллина.— Тюмень: ФГБОУ ВО ГАУ Северного Зауралья, 2022.— 120 с.

4. Безносиков А. Ф. Разработка и эксплуатация газовых и газоконденсатных месторождений: учеб. пособие / А. Ф. Безносиков, М. И. Забоева, И. А. Синцов, Д. А. Остапчук.— Тюмень: Изд-во «Тюменский индустриальный университет», 2016.— С. 5–7.
5. Мурин В. И. Технология переработки природного газа и конденсата. Справочник. ч. 1/ В. И. Мурин — М.: ООО «Недра-Бизнесцентр», 2002.— 517 с.
6. Тараканов Г. В. Основы технологии переработки природного газа и конденсата: учебное пособие / Г. В. Тараканов, А. К. Мановян; под ред. Г. В. Тараканова; Астраханский. Государственный технический университет.— Изд. 2-е, перераб. и доп.— Астрахань: Изд-во АГТУ, 2010.— 192 с
7. Сафонов В. С. Теория и практика анализа риска в газовой промышленности / В. С. Сафонов, Г. Э. Одишария, А. А. Швыряев.— М.: РАО «Газпром», 1996 г.— 208 с

Идентификация потенциально опасных производственных факторов на установке комплексной подготовки газа

Олещук Сергей Олегович, студент;
Нурдинова Мария Михайловна, студент
Тюменский индустриальный университет

Сопоставляя или устанавливая совпадения присутствующих производственных факторов на рабочем месте в процессе трудовой деятельности и тех факторов, которые предусмотрены трудовым законодательством Российской Федерации, производится идентификация потенциально вредных или опасных производственных факторов.

Ключевые слова: *опасные, вредные факторы, установка комплексной подготовки газа, идентификация.*

Identification of potentially hazardous production factors at the complex gas treatment plant

Oleshchuk Sergey Olegovich, student;
Nurdinova Mariya Mikhaylovna, student
Tyumen Industrial University

Comparing or establishing coincidences of the present production factors at the workplace in the course of work and those factors that are provided for by the labor legislation of the Russian Federation is called identification of potentially harmful or dangerous production factors.

Keywords: *dangerous, harmful factors, installation of complex gas treatment, identification.*

Для проведения идентификации вредных или опасных факторов существует специальная методика, с помощью которой на предприятиях проводится специальная оценка труда. Идентификацию проводит эксперт предприятия, который проводит специальную оценку.

Полученные результаты утверждает комиссия по спецоценке, которая формируется в соответствии с законодательством [1], для этого учитывают позиции, приведенные на рисунке 1.

Идентификация проводится для всех рабочих мест на опасном предприятии для выявления угрожающих факторов здоровью работников, поломке оборудования, разрушению зданий, потенциально опасных [2]. На рисунке 2 приведены рабочие места, которые обязательно подлежат идентификации.

Подведя итоги проведения идентификации, комиссия может принять решение что условия допустимые, если факторы на рабочем месте не идентифицированы или же принять решение о проведении дополнительных исследований и измерений для выявления опасностей.

Отчет после проведения идентификации должен включать в себя обозначенные вероятные угрозы, списки аварийных ситуаций, условия при которых появляются вредные моменты, факторы рисков.

После составления отчета выбирают действия, которые помогут установить основные критерии и повысят безопасность труда.

Далее оценивают риски, то есть определяют, как часто происходит события, наносящие вред здоровью работника и к каким последствия это, приведет [2].

Для оценки риска необходимо учесть многие факторы, такие как постоянное использование инструмента, основное оборудование, которое устарело, человеческий фактор и другие.

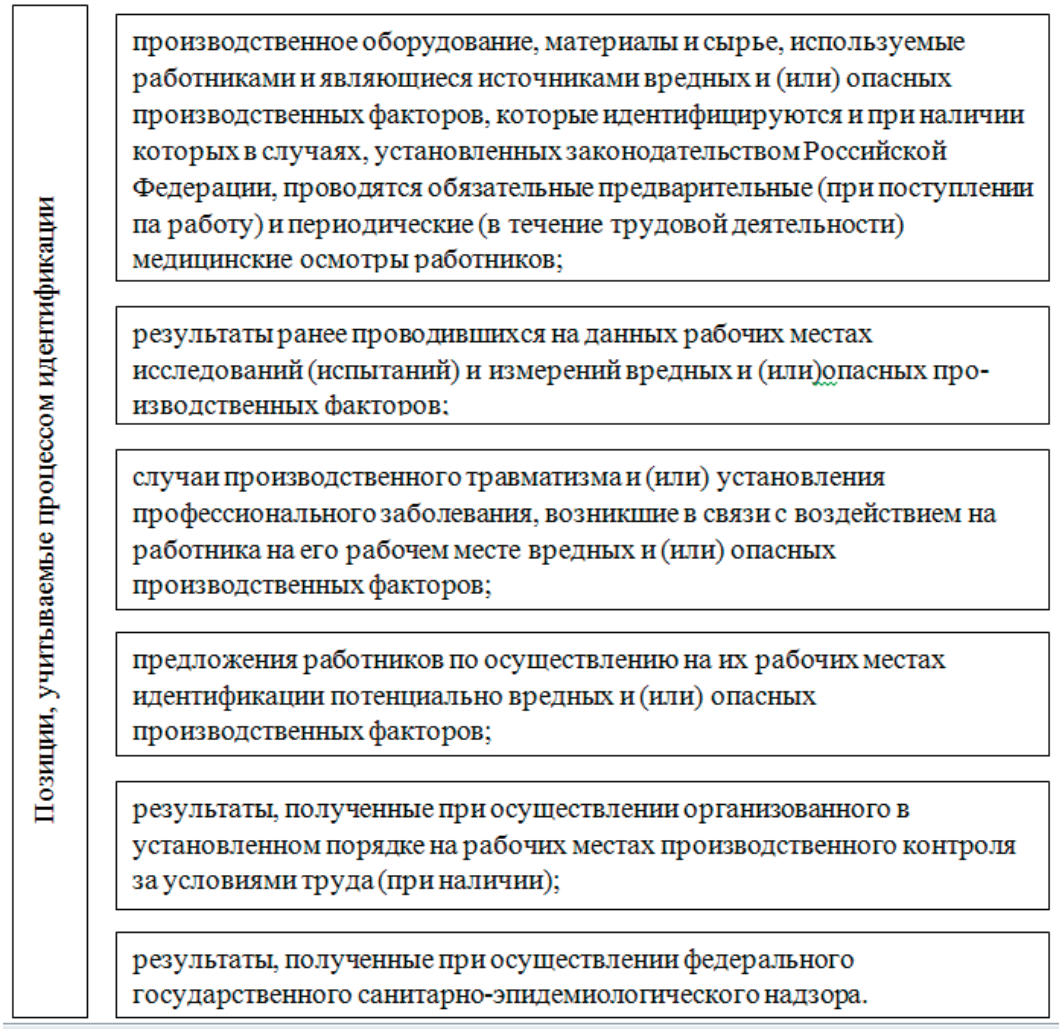


Рис. 1. **Позиции, учитываемые при проведении идентификации**

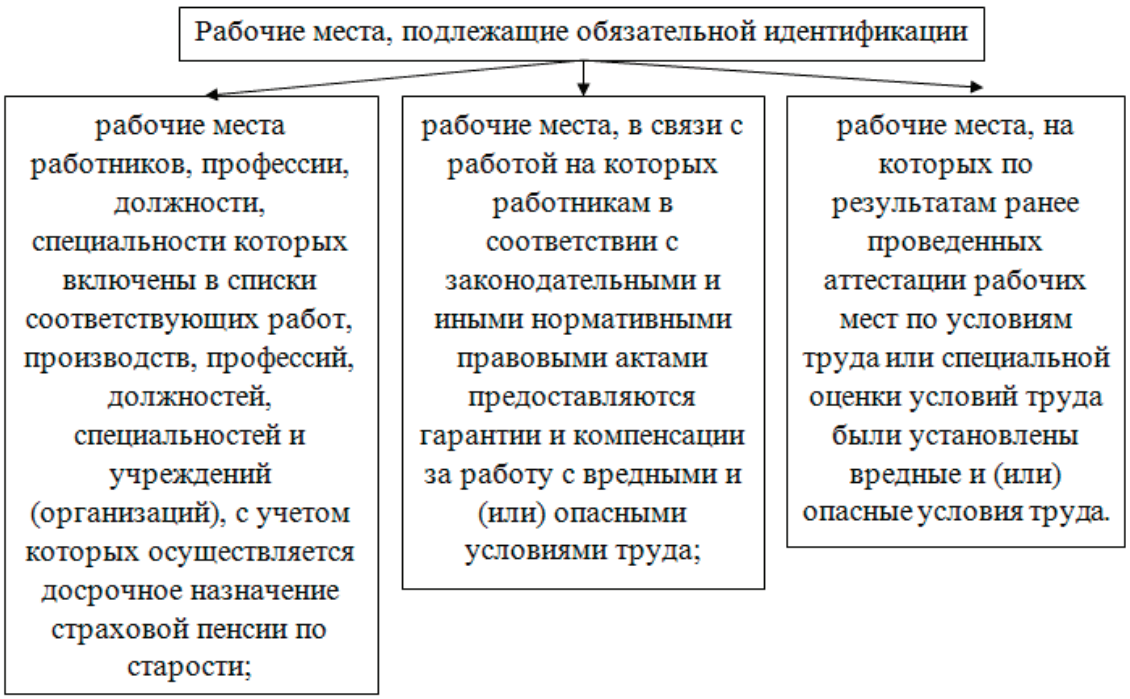


Рис. 2. **Рабочие места, подлежащие обязательной идентификации**

После определения характеристик рисков создаются рекомендации для снижения аварийных ситуаций и их последствий.

Также такая информация необходима в случае возникновения аварии, если данных окажется недостаточно, то проводят эксперименты.

Самые большие аварийные ситуации возникают и происходят внезапно и случайно, поэтому проследить картину возникновения такой аварии нет возможности. Для более четкого понимания строят деревья вероятных событий и дерево отказов, что способствует определению состава операций, по причине которых произошла авария [3].

Для расчетов рисков, возможно, использовать численный метод, при котором используют многие показатели опасностей.

Установка комплексной подготовки газа является опасной зоной, на которой располагаются емкости с горючими жидкостями, которые могут привести к аварийным ситуациям, а именно вызвать пожары, взрывы. Именно на таких установках есть риск возникновения чрезвычайных ситуаций, из-за которых могут погибнуть работники [4].

Для предотвращения чрезвычайных ситуаций необходимо принимать меры, которые позволят снизить риски, рисунок 3.

Для зоны, на которой располагается установка необходимо так же внедрить мероприятия по уменьшению пожарного риска. Для уменьшения пожарных рисков необходимо [5]:

— обеспечить безопасность оборудования и движущихся механизмов;

— запорную арматуру использовать только с соответствующими классами герметичности;

— выполнять технические регламенты;

— применять антикоррозионные защиты;

Необходимо так же применять способы, которые уменьшат вероятность гибели работников, рисунок 4.

Рассмотренные мероприятий позволят сократить число аварийных ситуаций, снизить риски чрезвычайных ситуаций, сократить или вовсе избежать гибели персонала.

Рис. 3. **Мероприятия по снижению рисков чрезвычайных ситуаций**

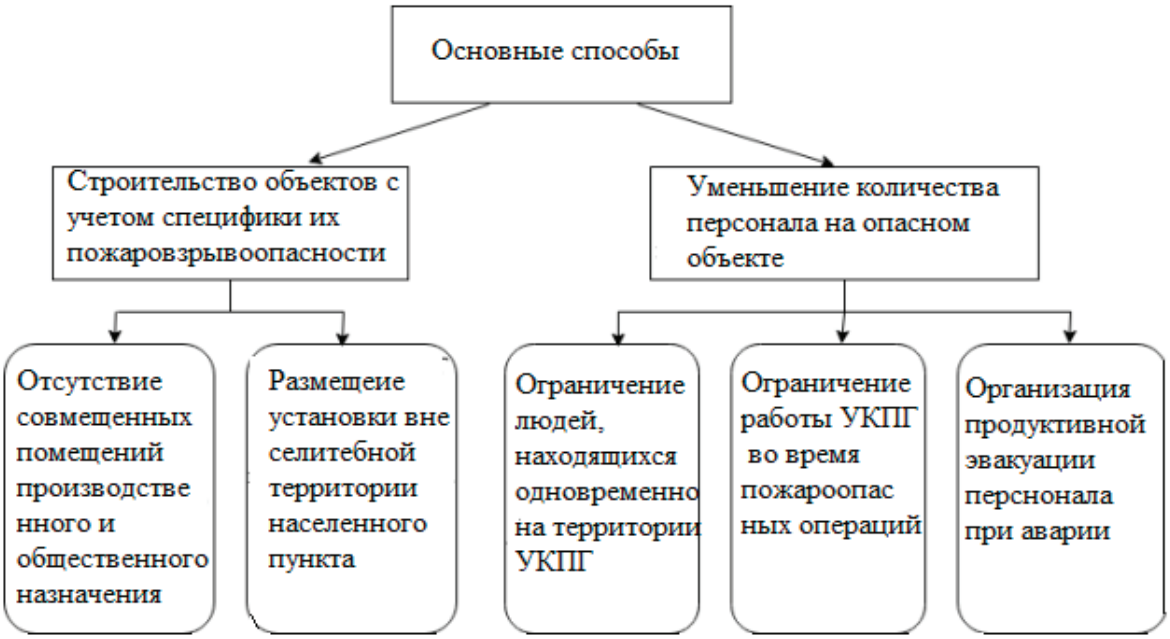


Рис. 4. **Способы уменьшения рисков гибели персонала**

Литература:

1. Федеральный закон от 21.07.1997 N116-ФЗ
2. О промышленной безопасности опасных производственных объектов (с изменениями на 11 июня 2021 года) (редакция, действующая с 1 июля 2021 года) [Электронный ресурс] / Консультант плюс,— ЗАО «Консультант Плюс», Дата обращения 20.08.2022
3. Пермяков В. Н. Анализ риска аварий на опасных производственных объектах хранения нефти и нефтепродуктов / учебное пособие / В. Н. Пермяков, Ю. В. Сивков, В. Л. Мартынович, Л. Б. Хайруллина.— Тюмень: ФГБОУ ВО ГАУ Северного Зауралья, 2022.— 120 с.
4. Безносиков А. Ф. Разработка и эксплуатация газовых и газоконденсатных месторождений: учеб. пособие / А. Ф. Безносиков, М. И. Забоева, И. А. Синцов, Д. А. Остапчук.— Тюмень: Изд-во «Тюменский индустриальный университет», 2016.— С. 5–7.
5. Мурин В. И. Технология переработки природного газа и конденсата. Справочник. ч. 1/ В. И. Мурин — М.: ООО «Недра-Бизнесцентр», 2002.— 517 с.
6. Тараканов Г. В. Основы технологии переработки природного газа и конденсата: учебное пособие / Г. В. Тараканов, А. К. Мановян; под ред. Г. В. Тараканова; Астраханский. Государственный технический университет.— Изд. 2-е, перераб. и доп.— Астрахань: Изд-во АГТУ, 2010

Современные методы измерения высокоинтенсивных тепловых потоков

Чечельницкий Виктор Валерьевич, студент магистратуры
Санкт-Петербургский университет Государственной противопожарной службы МЧС России

В статье рассмотрены физико-химические процессы и явления при горении; дана характеристика тепловых высокоинтенсивных потоков при пожарах; обоснованы современные методы измерения высокоинтенсивных тепловых потоков; описан датчик с водяным охлаждением для измерения теплового потока.

Ключевые слова: *тепловой поток, пожарная безопасность, развитие пожара, противопожарная защита, пожарный риск.*

Горение — сложный физико-химический процесс, при котором горючее вещество под воздействием высокой температуры превращается в продукты горения, реагируя с окислителем, в результате чего выделяется тепло и свет.

По этому характеру процесс горения можно отличить от других явлений. Например, даже если тепло и свет выделяются в результате сгорания электрической лампы, это нельзя отнести к процессу ее горения. Это потому, что здесь нет химического

процесса, при котором горючее вещество вступает в реакцию с окислителем.

Кроме простых веществ, в кислороде также горят многие сложные вещества. Некоторые химические реакции протекают очень быстро. Такие реакции называются реакциями, протекающими через взрыв, или взрывами. Например, реакция взаимодействия кислорода с водородом дает взрыв. Реакция горения происходит не только в кислороде, но и в других газах.

Процесс горения в воздухе происходит значительно медленнее, чем при сгорании в чистом кислороде. Причина в том, что содержание кислорода в воздухе низкое (21 процент) и наличие азота (79 процентов) в качестве разбавителя кислорода в воздухе. По этой причине скорость процесса горения также снижается по мере уменьшения количества кислорода в среде сгорания [1].

В большинстве случаев процесс горения гомогенный. К неоднородному горению можно отнести сжигание антрацита (рис. 1), кокса, а в случае пожара — сжигание твердых углеродных отходов, оставшихся от разложения твердых горючих материалов, особенно древесины.

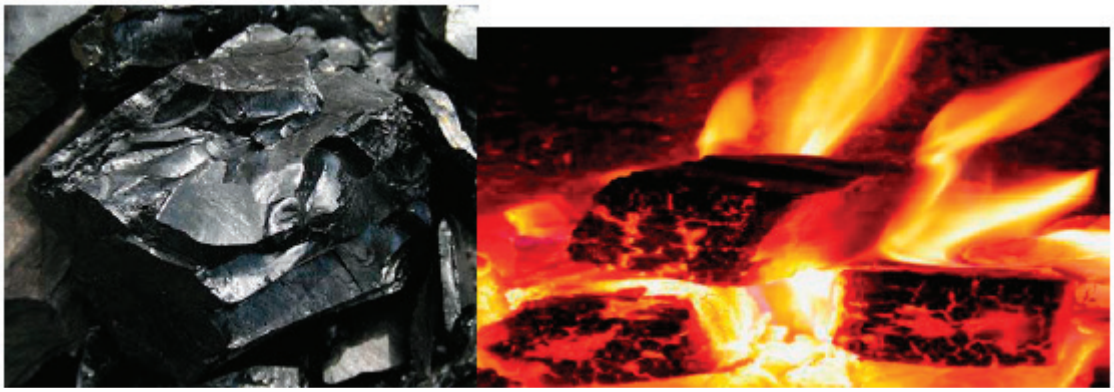


Рис. 1 **Антрацит и его горение**

Это связано с тем, что при таких условиях продукты пиролиза горят, а процесс горения происходит непосредственно на поверхности твердого вещества.

Как указывают Крутолапов А. С. и Чешко И. Д. [5], при тушении пожарные могут подвергаться воздействию опасных тепловых потоков значениями от 20 кВт/м² и выше. Следует отметить, что при крупных пожарах в зонах, близких к очагу горения, температура окружающей среды может увеличиваться до 100–150°С.

В моделях и конструкциях методов определения плотности высокоинтенсивных тепловых потоков ключевым элементом является приемник или, так называемый, датчик теплового потока (ДТП).

В литературе отсутствует единая классификация ДТП и универсальная конструкция для измерения тепловых потоков в нефтехимии и металлургии, энергетики и процессах горения, авиационной и космической техники.

Обоснованный выбор ДТП можно сделать после анализа характеристик реальных источников теплового потока и технических требований, обеспечивающие минимальные погрешности измерения.

Ошибки измерения можно учесть экспериментально, расчетным методом и расчетно-экспериментальным методом.

В теории представлено большое количество описание различных методов измерения и датчиков тепловых потоков. Впервые подробный обзор методов измерения тепловых потоков был приведен в монографии О. А. Геращенко [2]. Калориметрический, жидкостно-энтальпийный, резистивный, электрометрический и метод вспомогательной стенки — наиболее распространенные методы измерения.

Калориметрический метод часто применяется при изучении лучистых тепловых потоков. Метод заключается в измерении теплоты, за определенное время аккумулированной на одной из поверхностей исследуемого объекта. Для проведения таких измерений применяются калориметры с постоянной температурой (внутри имеет место фазовый переход), и калориметры переменной температуры с изотермической оболочкой. К числу первых относятся калориметры с испаряющейся жидкостью и ледяные калориметры.

Жидкостно-энтальпийный метод. В основе метода лежит следующее физическое явление: воздействие теплового потока на омывающую изучаемую поверхность жидкость приводит к изменению ее энтальпии. Метод удобен для проведения измерений на стенках каналов или труб.

Электрометрический метод применяется, когда поверхностная плотность теплового потока создается электрическим обогревом. При прямом обогреве стенки канала с движущейся внутри канала жидкостью.

Резистивный метод базируется на изменении электросопротивления термочувствительного элемента при воздействии на него теплового потока. Метод нашел широкое применение в болометрах — приборах, предназначенных для исследования лучистого теплопереноса.

Термоэлектрические методы имеют различное конструктивное оформление. В методе толстостенной трубы вблизи внутренней и наружной поверхности стенки трубы размещаются термопары. С помощью термопар находят распределение температуры по длине трубы и определяют величины поверхностной плотности теплового потока, которые пропорциональны перепадам температур в стенке и ее теплопроводности.

Метод вспомогательной стенки основан на размещение на поверхности исследуемого тела специальных приборов — датчиков теплового потока (ДТП или тепломеров). При этом датчик располагают таким образом, чтобы вектор теплового потока был перпендикулярен рабочей поверхности датчика.

Как указывают Еналеев Р. Ш., Красина И. В., Гасилов В. С., Тучкова О. А. и Хайруллина Л. И., конструкции и методы условно принято разделять на две группы: калориметрические и радиометрические. В калориметрических методах экспериментально измеряемая температура фактически фиксирует приращение энтальпии датчика в процессе нагрева [4]. Таким образом, калориметрия пригодна для измерения интегрального потока или средней облученности, но не дает информации о распределении ее во времени и пространстве. В радиометрических методах конструкция датчика и метод измерения позволяют по экспериментальным измерениям определять динамику изменения плотности теплового потока.

При калориметрических измерениях должны выполняться два условия: наличие малых приращений температуры (потеря тепла на конвекцию излучение пренебрежимо малы); контактирующая поверхность диска должна быть мала по отношению к массе приемника. Оба условия удовлетворяются при увеличении толщины диска. Однако при этом уменьшается чувствительность.

Развитие современной промышленности неразрывно связано с обеспечением прочности и огнестойкости эксплуатируемых конструкций. В связи с этим, исследование изменения характеристик различных материалов и конструкций в ответ на высокоинтенсивное воздействие тепловых потоков играет важную роль при проектировании и строительстве, а также при анализе и прогнозировании возможных последствий аварий, сопровождающихся высокоэнергетическим воздействием на окружающую среду.

По нашему мнению, оптимальным является SBG01 измеритель теплового потока. Датчик теплового потока с водяным охлаждением.

Стандарты ISO называют его измерителем теплового потока. Представленный в 2008 году SBG01 быстро стал предпочтительным датчиком для огневых испытаний. SBG01 главным образом применяется для того, чтобы испытать реакцию к огню и огнестойкость. Он также используется в качестве калибровочного эталона для испытательного оборудования, например, при испытаниях на воспламеняемость и дымовую камеру. SBG01 соответствует требованиям наиболее распространенных стандартных методов испытаний ASTM и ISO.

Рис. 2. **SBG01 — это датчик с водяным охлаждением, который измеряет тепловой поток**

Литература:

1. Бабраускас В. Справочник по зажиганию: принципы и приложения к технике пожарной безопасности, расследованию пожаров, управлению рисками и криминалистике.— Issaquah: Fire Science Publishers, 2003.— viii, 1116 с.
2. Геращенко О. А. Теоретические и прикладные вопросы теплометрии: дис. … д-ра техн. наук: 01.04.14 / Геращенко Олег Аркадьевич.— К.: ИТТФ АН УССР, 1969.— 170 с.
3. Декуша Л. В. Средства теплометрии на базе термоэлектрических преобразователей теплового потока: дис. докт. техн. наук: 05.11.04 / Декуша Леонид Васильевич. Львов, 2016.— 495 с
4. Еналеев Р. Ш., Красина И. В., Гасилов В. С., Тучкова О. А., Хайруллина Л. И. Измерение высокоинтенсивных тепловых потоков // Вестник Казанского технологического университета. 2013. № 15. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/izmerenie-vysokointensivnyh-teplovyh-potokov (дата обращения: 05.012.2022).
5. Крутолапов А. С., Чешко И. Д. Огнепреграждающие сеточные экраны для защиты технологического оборудования нефтегазопроводов// Вестник Санкт-Петербургского университета государственной противопожарной службы МЧС России.— 2014.— № 1.— С. 67–72.
6. Радиометр для измерения плотности высокоинтенсивных тепловых потоков и метод его калибровки / А. В. Шарков, В. А. Кораблев, А. С. Некрасов, Д. А. Минкин, С. В. Фадеева // С.- Петербургский государственный университет информа-

ционных технологий, механики и оптики, С.-Петербург, Россия [Электронный ресурс] https://naukarus.com/ (Дата обращения 05.012.2022).

7. Siegfried H., Karol B (2017). The effect of the heat flux on the self-ignition of oriented strand board, slovak university of technology in bratislava

АРХИТЕКТУРА, ДИЗАЙН И СТРОИТЕЛЬСТВО

Ways to improve the energy efficiency of ventilation systems

Ongarova Ingkar Dauletkyzy, student master's degree
Satbayev University (Almaty, Kazakhstan)

The article presents the search for possible solutions to save and improve energy consumption. Energy efficiency of buildings through the use of energy-efficient systems of ventilation. Overview and analysis of various energy-efficient ventilation systems. Advantages and disadvantages.

Keywords: *energy efficiency, energy saving, energy efficiency indicators, energy saving in buildings, ventilation systems, recuperation.*

Способы повышения энергоэффективности вентиляционных систем

Онгарова Инкар Даулеткызы, студент магистратуры
Казахский национальный исследовательский технический университет имени К. И. Сатпаева (Satbayev University) (г. Алматы, Казахстан)

В статье представлен поиск возможных решений по экономии и повышению энергопотребления. Энергоэффективность зданий за счет использования энергоэффективных систем вентиляции. Обзор и анализ различных энергоэффективных систем вентиляции. Преимущества и недостатки.

Ключевые слова: *энергоэффективность, энергосбережение, показатели энергоэффективности, энергосбережение в зданиях, вентиляционные системы, рекуперация.*

One of the main factors that can create favorable conditions for people's life and work is effective ventilation of the room. The main and very important design features to ensure the standardized operation of the ventilation system of buildings. Ventilation is a kind of complex schemes that include various elements, such as with air injection device, muffler, air ducts, grilles, etc.

Usually when designing ventilation the default settings are provided in the simplest way, providing the following specified conditions designers make appropriate design and planning decisions for buildings and try to reduce system performance by introducing technological processes with minimal harmful emissions, equip shelters for dangerous dumping sites [1].

Energy efficiency of housing construction includes a number of measures, to reduce the consumption of thermal energy by buildings necessary to maintain in the complex of necessary parameters of proper technological economy and microclimate justification of current activities and safety [2].

Everything seems simple: the less heat a building loses, the less energy it needs to compensate for heat loss. Therefore, at first glance, the simplest and most reasonable way to save energy for heating is to increase the heat-protective properties of the enclosing structure [4]. The desire to build buildings with low temperatures this has led to increased requirements for the thermal protection properties of enclosing structures (in Europe the 70s of the last century in Russia since the 2000s). About the requirements for walls and coatings the heat transfer resistance increased from 150–200% to a window by 20–30%, while for requirements the reduction of energy consumption for ventilation was ignored [2]. Is required an important parameter is the air exchange in the room, which provides an optimal level of microclimate in the room. During ventilation, internal impurities, bacteria, excess moisture are removed. In addition, an optimal ratio of oxygen and carbon dioxide concentration is maintained [3]. As in winter, in summer energy is also spent on cooling and heating well-ventilated air. When compiling an energy passport, the cost of ventilation in modern buildings is estimated as follows: 40–50% of all heating costs [2]. And no matter how insulated the building is, you can save on ventilation. This cannot be achieved without the introduction of special engineering measures. And vice versa, the more important heat savings, more energy is spent on maintaining the necessary parameters of the microclimate [5,9–10,12–13].

Next, there are two main ways to improve the energy efficiency of residential buildings. With the help of different ventilation systems are considered:

1. **Application of supply and exhaust ventilation systems with recuperation**

It is these systems that are often considered as an energy-saving method, in which the air coming out of the building is used for pre-

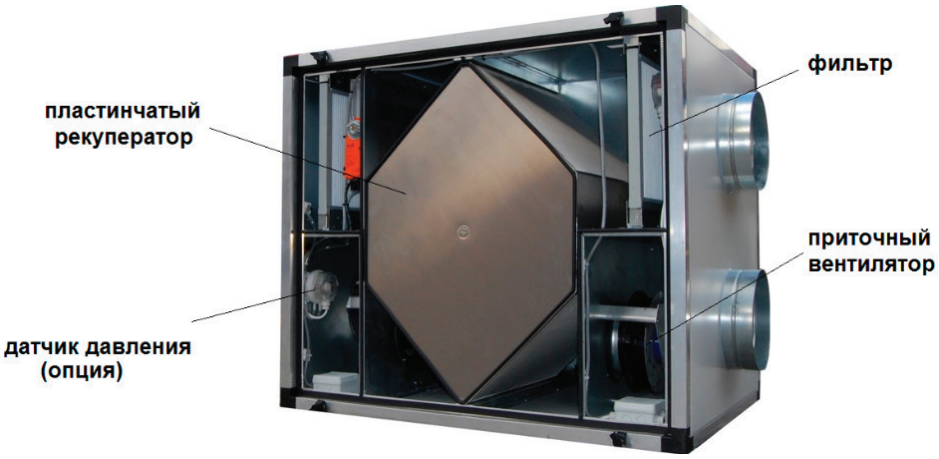


Рис. 1. **Приточная установка с рекуперацией [6]**

cooling in the hot season and heating the supply air in cold periods with a reduction in energy costs for heating the supply air. [4] Plate, rotary and other recuperators are used for recuperation.

Plate pickers. The incoming and outgoing air passes from both sides of the row of plates. Here, the contact of supply and exhaust air is practically excluded. Such recuperators should be equipped with condensate outlets, as it is possible that it will form on the plates. Condensation can lead to the formation of ice, so a defrosting system is needed. Heat recovery can be controlled by a bypass valve that regulates the flow of air passing through the heat exchanger. The plate heat exchanger has no moving parts [5].

Rotary recuperators. In them there is a complete exchange of temperatures of both air flows. Heat exchange is carried out through a constantly rotating rotor between the sample and the feed channels. Such recuperators have a significant drawback, which is that odors and pollutants released by people, furniture, building materials can pass from exhaust air to supply air. The correct arrangement of the fans eliminates this disadvantage. The level of heat recovery is regulated by the speed of rotation of the rotor. Rotary recuperators have moving parts [5].

Indoor retrievers. The curtain will divide the room into 2 parts. The exhaled air heats part of the chamber, then the flap changes the direction of the air flow so that the supply air is heated by the heated walls of the chamber. The disadvantage is that pollution and odors contained in the exhaust air can be transmitted to the power source.

Recuperator with intermediate coolant. They are usually used in systems where mixing of air flows is unacceptable, as well as in cases of large distances between supply and exhaust installations.

The heat carrier receives heat from the exhaust air through a heat exchanger installed in the exhaust part and transfers it to the supply air through a heat exchanger installed in the supply part of the installation, which performs the function of a starting heater. Depending on the climate, water or a non-freezing liquid is used as an intermediate refrigerant, most often distilled water contains a 40% solution of ethylene glycol.

Heat pipe. This recuperator consists of a closed system of filled freon tubes, which evaporates due to the heat generated by the exhaust air. Freon is supplied by a heat exchanger (condenser) located in the supply part of the installation and condensate, which provides heating with supply air.

2. **Adaptive ventilation system with variables air flow**

The system ensures the maintenance of the set air parameters in the following service areas. Various microclimate requirements at a relatively affordable price fan power consumption. Energy efficiency is achieved due to the principle by which such systems work, namely ventilation, when and where they are needed [6,17].

The elements of the ventilation system work according to the needs of each room, the number of people and the type of activity. There are three main types of adaptive systems: motion sensors that can be adjusted manually, as well as sensors that register changes in humidity and carbon dioxide concentration.

The room always contains a certain amount of internal pollutants, the presence of which is associated with human activity, metabolism. They are also distinguished by building materials, household items [7].

Ventilation systems with humidity sensors are best suited for residential buildings. Humidity is also a relative indicator of the level of pollution in the room. The amount of moisture directly depends on human activity. A family of four people in the form of steam releases about 10–15 liters of moisture per day (bathing, washing, cooking, breathing and physical activity activity). This moisture must be removed from the room. Otherwise, it will condense Mold will develop on the walls, behind cabinets and in the corners of the room. [8]

Components that react depending on the increase/decrease in humidity and the ventilation system. There is the ability of some materials to expand with an increase in air humidity and shrink with a decrease in air humidity. The airflow is adjusted according to the humidity inside the larger the room, the wider the shutters that control the amount of incoming airb the room is open. The humidity sensor is completely isolated from the supply air and records. Only the internal humidity changes. Moisture sensitivity technology is used power supply, exhaust grille of the room, which shows the level of humidity conditions internal pollution (living room, bedroom, kitchen, bathroom)

Living room with a great need when using adaptive ventilation systems. An empty room receives more air flow than [9].

Ventilation systems with motion sensors are often used in public places. For example, they are convenient for fitness clubs.

An economically viable way to increase energy efficiency is to use a set of measures such as increasing the thermal protection of

enclosed structures, the introduction of engineering and construction measures, and modern energy-saving methods and technologies [10–11]. Already, many facilities do not meet the recently adopted thermal engineering requirements. There will be more within 5,10 years. We need to find new ways to increase

Energy efficiency, construction and construction implement advanced technology [9, 11–13]. It is necessary to take into account the already known structural, optical, thermophysical and acoustic deficiencies. In the future, they will have to adapt to different needs human life support [12–13].

References:

1. Karadzhi, V.G., Moskovko Yu. G. Some features of effective use of ventilation and heating equipment. Manual — M., 2004
2. Gorshkov A. S. Energy efficiency in construction: issues of rationing and actions to reduce energy consumption of buildings // Civil Engineer magazine. 2010. No. 1. pp. 9–13.
3. Gubernsky Yu.D., Shilkrot E. O. How much air does a person need for comfort // AVOK: Ventilation, heating, air conditioning, heat supply and construction thermophysics. 2008. No. 4. pp. 4–12.
4. Averyanova O. V. Economic efficiency of energy-saving measures // Engineering magazine. 2011. No. 5. pp. 53–59
5. Tauroginsky V. I. Experience in the construction of energy-saving buildings in Belarus // Energy saving. 2008. No. 1. pp. 74–78.
6. https://ruclimat.ru/about/kondicionirovanie_i_ventilyaciya/pritochnaya_ustanovka_s_rekuperaciey_obespechit_svejest_i_chistotu_vozduha_v_pomeshchenii_/
7. Pavlenko, V. A. The display of electricity consumption SFP for estimating the costs of the ventilation and air conditioning system / V. A. Pavlenko // Safety and energy saving.— 2010.—№ 3 (33).— P-19–21.
8. Gorshkov A. S., Popov D. Yu., Glumov A. V. Design of a ventilated facade of increased reliability // Civil Engineering magazine. 2010. No. 8. pp. 5–8.
9. Knatko M. V., Efimenko M. N., Gorshkov A. S. On the issue of durability and energy efficiency of modern enclosing wall structures of residential, administrative and industrial buildings // Civil Engineering magazine. 2008. No. 2. pp. 50–53.
10. Nemova D. V. Hinged ventilated facades: overview of important issues // magazine. 2010. No. 5. pp. 7–11.
11. Protasevich A. M., Krutilin A. B. Categorization of ventilated front systems. Impact of heat-conducting accessions on their thermal protection characteristics // Civil Engineering magazine. 2011. No. 8. pp. 57–62.
12. Vatin N. I., Nemova D. V. NVF: the main problems and their solutions // The world of construction and real estate. 2010. No. 36. pp. 2–4.

Значение цвета в дизайне брендов мировых компаний

Хитёва Дарья Павловна, студент
Научный руководитель: Нейман Светлана Юльевна, кандидат филологических наук, доцент
Омский государственный технический университет

В представленной работе исследуется значение цвета в рекламе нескольких всемирно известных брендов с учётом влияния цвета и связанных с ним ассоциаций на восприятие продукции и бренда компании.

Ключевые слова: *цвет, бренд, реклама, логотип, компания, ассоциация.*

Введение. Каждый день как на улицах города, так и в мире интернета нас встречает реклама. Любой бренд заявляет о себе с помощью цепляющей формы логотипа, названия или же цвета. На данный момент сложно представить себе жизнь без устоявшихся годами цветовых ассоциаций мировых брендов, поскольку реклама нацелена на попытку повлиять на человека, заставить купить продукт данной компании среди других конкурентов. И именно цвет — это первое, на что обращает своё внимание человек, а значит он является одним из главных двигателей бренда. По мнению Уильяма Бернбаха, владельца одного из рекламных агентств США: «Advertising is fundamentally persuasion and persuasion happens to be not a science, but an art» (Реклама — не точная наука. Это внушение. А внушение — это искусство.— Перевод автора статьи) [7].

Цель: исследовать значение цвета как важного элемента рекламного ряда мировых компаний и проследить взаимосвязь цветовых ассоциаций человека с логотипом бренда известных компаний.

Задачи:

1. Изучить значение цвета, его ассоциативный и психологический характер.
2. Определить значение цвета в логотипе рекламы компании.
3. Проследить ассоциативную связь цвета с брендом компании.

Обсуждение. Прежде всего представим рабочие определения основных понятий статьи. Цвет — это особенность восприятия глазом разных волн света. Каждая волна соответствует спектру, а он в свою очередь, носитель информации [10]. Цвет — как символ. Информация о предметах или явлениях, которые

имеют определенный тон, объединяются в образ, из которого складывается символ [10]. Бренд — знак, символ, слова или их сочетание, помогающие потребителям отличить товары или услуги одной компании от другой. Бренд воспринимается как широко известная торговая марка или компания, занимающая в сознании и психологии потребительских сегментов особое место из массы себе подобных [11]. Итак, цвет является неотъемлемой частью бренда, и способен повлиять на сознание человека. На аспекты значения цвета могут влиять несколько факторов:

1. Окружающая среда. Ассоциации с внешними факторами, например, красный цвет огня, зелёный цвет травы, голубой — неба.

2. Социально-культурный контекст. В каждом регионе и стране цвет может иметь разное значение. Например, белый цвет в Америке символизирует чистоту, мир, невинность, а в Китае — подлость, опасность, более того, это цвет траура. Именно по этой причине важно учитывать эти параметры при создании рекламы.

3. Ассоциативный аспект. В данном случае играет роль личная ассоциация каждого человека на фоне происходящих событий в его жизни. Например, пожар может вызвать негативные эмоции по отношению к красному цвету. Более детально аспекты значения цвета в рекламе и примеры рекламных логотипов представлены в таблице 1.

В качестве примеров приведём анализ выбора цвета логотипов некоторых всемирно известных американских и одной русской компании:

1. Логотип BP, одной из крупнейших нефтяных компаний в мире. В логотипе этого бренда заложена их основная идея —

Таблица 1. **Учёт цветовых ассоциаций при создании логотипов компаний**

Цвет	Значение	Примеры логотипов
Красный	Символ огня, страсти, любви, агрессии, азарта, движения. На рекламу с использованием этого цвета чаще обращают внимание, поскольку он может вызвать разные эмоции, как положительные, так и негативные. Красный цвет используется в знаках дорожного движения, в спортивных гонках и в рекламе быстрого питания, потому что он вызывает много внимания и эмоций [4]. Если красный более тёмного оттенка, то он вызывает эмоции благородства, страсти и используется, например, в рекламе духов.	McDonald's, Coca-Cola, Red Bull.
Оранжевый	Символизирует радость, приток энергии, позитива, тепла. Этот цвет получен смешением двух цветов: красного и жёлтого, и поэтому обладает двумя качествами этих цветов. Он также придает чувство энергии и движения, создает чувство тепла, добра и радости. Оранжевый цвет используется часто в период распродаж, поскольку нацелен на широкую аудиторию [4], помимо этого, распространяется в рекламе соков, медикаментов и спортивных товаров.	Fanta
Желтый	Это цвет энергии, тепла, добра, солнца [9]. Считается, что именно этот цвет наиболее долго сохраняется памяти людей и меньше режет глаз, несмотря на свою яркость. Благодаря ассоциации с солнцем, вызывает только положительные эмоции. Используется в рекламе детских товаров, прокате автомобилей и туристических агентствах	Hertz.
Зеленый	Символ спокойствия, гармонии, расслабления. Также, как и жёлтый имеет прямую ассоциацию с природой, поэтому используется в рекламе экологичных продуктов. Этот цвет успокаивает и имеет целительные свойства.	Один из крупнейших банков США — TDbank использует в своем логотипе зелёный, так как это изначально цвет денег, а также создающий впечатление спокойствия за свои финансы.
Синий	Этот цвет вызывает чувство стабильности, доверия, спокойствия. Благодаря своей характеристике используется в авиационных и страховых компаниях [4].	Delta AirLines, United Airlines, Continental Airlines и AIG (American International group), MetLife.
Голубой	Ассоциируется с небом, морем, чистотой и свежестью. Используется в рекламных компаниях сладостей, молочной продукции, воды.	OREO, Oral B
Розовый	Символ влюблённости, женственности, заботы, сладости, романтики [4]. Этот цвет притупляет все яркие эмоции и оставляет только пассивные. Часто используется в рекламных компаниях косметики, конфет, одежды для новорождённых, игрушек для детей. К примеру, детские таблетки от головной боли Panado имеют этот цвет.	Barbie, Baskin Robbins

Цвет	Значение	Примеры логотипов
Фиолетовый	Цвет люкса, королевской роскоши [9]. Этот цвет образован красным и синим, и включает в себя их качества, а также придает рекламной компании таинственность и загадочность. Например, в рекламе духов, косметики, одежды и в творческих интеграциях.	Yahoo, Fedex
Коричневый	Означает стабильность, твёрдость, решимость, спокойствие и удобство. Природная ассоциация также может означать экологичность компании, например, бумажные пакеты. Используется в рекламе шоколада, кофе, алкоголя, поскольку имеет прямую ассоциацию. Интересно, что в США в течение бурных 1980-х годов офисные служащие носили костюмы серого, синего и чёрного цветов, а в спокойные 90-е — одежду коричневых тонов [4].	M&M, Hershey`s
Белый	С этим цветом привыкли ассоциировать чистоту и свободу. Используется в рекламе чистящих средств и химчисток [4]. Помимо этого, белый цвет ассоциируется с медицинскими учреждениями, поэтому присутствует в рекламе стоматологической клиники Family Dentistry&Dentures.	Tide, DryClean USA
Черный	Цвет люкса, элегантности, стабильности. Большинство компаний люкс сегмента использует этот цвет благодаря его практичности и глубине. Однако, этот цвет может ассоциироваться с тьмой, смертью, трауром [5].	Apple, Chanel, Nike

«Beyond petroleum» («Вне нефти»), содержащей мысль о альтернативной энергетике. Именно по этой причине доминирующий цвет логотипа — зелёный, который, как было сказано ранее, акцентирует идею экологичности проекта. Зелёный цвет получается путем смешения двух цветов: жёлтого и синего, в логотипе присутствует жёлтый рядом с более светлым зелёным, создавая иллюзию градиента. Однако жёлтый цвет также символизирует Бога солнца Гелиоса. Эту ассоциацию подчеркивает и форма логотипа, символизируя все формы энергии [7]: «The BP brand represents both what we do and what we aspire to do as an organization» (Бренд BP представляет то, что мы делаем, а также и то, что мы стремимся сделать как организация.— *Перевод автора статьи*) [15]. «Our logo was launched in 2000 and was designed as a dramatic break with tradition. Two decades later, it is still unlike any other energy identity and symbolises a number of things — not least our greatest source of energy: the sun itself» (Наш логотип был запущен в 2000 году и был разработан как резкий разрыв с традициями. Два десятилетия спустя он все ещё не похож на любую другую энергетическую символику и олицетворяет ряд вещей — не в последнюю очередь наш самый большой источник энергии, то есть само солнце.— *Перевод автора статьи*) [15].

2. Логотип Pepsi, американской корпорации, основная деятельность которой — производство продуктов питания. Логотип компании часто менялся, но несмотря на это остаётся всегда узнаваемым, благодаря комбинации трёх цветов. Одна из причин значения красного, белого и синего цвета вместе — это патриотизм, эти цвета имеет американский флаг. Однако, красный добавляет энергию и динамику логотипу, он сразу бросается в глаза, а синий символизирует стабильность и надежность компании [2].

3. Логотип MasterCard, технологической компанией в мировой платёжной индустрии. В основе дизайна логотипа лежит комбинация красного и жёлтого, а внутри путём наложения кругов получается оранжевый. Красный цвет символизирует мужество, азарт, радость, а жёлтый цвет говорит о тепле, счастье и процветании, подчёркивая, что путь к богатству лежит не только через деньги, но и через MasterCard. В итоге получается достаточно лаконичный дизайн с понятной айдентикой [1].

4. Логотип Baskin Robbins, компании по производству мороженого. Цветовая палитра логотипа имеет ненасыщенные цвета — это связано с тем, что мороженое создается на основе молока, а, как известно, белый цвет вызывает ассоциацию с молочной продукцией. Помимо этого, розовый символизирует сладости, романтику, влюблённость, а голубой говорит о лёгкости. Эти цвета усиливают положительные эмоции. Стоит отметить, что элементы букв BR (первые буквы фамилий 2 братьев владельцев) выделены розовым цветом, где спрятана цифра 31 — это означает разные вкусы на каждый день месяца. Итак, цвет не только оказывает психологическое влияние, но и является подсказкой в спрятанной цифре.

5. Логотип Ozon, крупного российского интернет-магазина. Цветами фирменного стиля Озона стали синий и малиновый, что добавило динамики и энергичности логотипу. Бренд теперь заявляет о себе, как о современной, развивающейся и смелой компании. «Мы не боимся выйти за рамки привычного, разрушаем стереотипы, создаём новые продукты и пользовательский опыт»,— говорят в компании [3]. Синий цвет символизирует стабильность и прочность интернет-магазина, малиновый на контрасте усиливает эффект яркости и современности.

Выводы:

1. Грамотный брендинг учитывает особенности восприятия и цветовые ассоциации, свойственные человеку, при разработке рекламных принципов компании. Таким образом, психология цвета в маркетинге — серьёзное междисциплинарное направление, которое также важно и для будущего дизайнера.

2. Значение цвета в логотипе должно не только поддерживать бренд компании, отвечать ожиданиям потребителя, но и ассоциативно и эмоционально запоминаться. Цвет часто первым оказывает психологический аспект на мышление человека и «оседает» в его сознании.

3. Логотипы успешных мировых компаний используют различные цветовые схемы для передачи основной идеи

бренда, цвет и дизайн играют ведущую в создании такого концепта логотипа, который обеспечит с одной стороны понимание, а с другой — узнаваемость у потребителя.

4. Мировой опыт в области психологии цвета в маркетинге, на практике применяющийся в создании дизайна брендов и ребрендинге компаний, осваивается Россией. Айдентику Ozon и Lamoda сделали в России, как и фирменный стиль сети магазинов «Перекрёсток». Российское агентство BBDO произвело ребрендинг ОАО «РЖД» в 2007 году, а ранее участвовало в ребрендинге компании «Билайн». Логотип бренда Carlo Pazalini нарисовало российское рекламное агентство.

Литература:

1. Известные логотипы — 100 самых популярных лого в истории [Электронный ресурс].— URL: https://logotip.online/blog/izvestnye-logotipy/ (дата обращения 03.12.2022).
2. История логотипа Пепси: развитие и эволюция бренда [Электронный ресурс].— URL: https://turbologo.ru/blog/pepsi-logo/ (дата обращения 03.12.2022).
3. Онлайн-шокинг: Ozon проводит ребрендинг [Электронный ресурс].— URL: https://www.sostav.ru/publication/internet-kompaniya-ozon-provodit-rebrending-36488.html (дата обращения 03.12.2022).
4. Психология цвета в американской компании [Электронный ресурс].— URL: https://www.myuniversity.ru/Масс-медиа_и_реклама/Психология_цвета_в_американской_рекламе/27090_1173032_страница1.html (дата обращения 03.12.2022).
5. Психология цвета в маркетинге и брендинге [Электронный ресурс].— URL: https://dzen.ru/media/id/5e8abba26d650372234085f8/psihologiia-cveta-v-marketinge-i-brendinge-5e8d77e26fbb7e67a1d901ca (дата обращения 03.12.2022).
6. Психология цвета: Как Apple, Guinness и другие компании используют оттенки в брендинге. [Электронный ресурс].— URL: https://vc.ru/marketing/8875-brands-colors (дата обращения 03.12.2022).
7. Уильям Бернбах — Топ 10 цитат/лучшие цитаты и афоризмы [Электронный ресурс].— URL: https://theocrat.ru/autor/Уильям+Бернбах/ (дата обращения 03.12.2022).
8. Уроки брендинга от BP: как улучшить имидж компании, сменив айдентику. [Электронный ресурс].— URL: https://www.logaster.ru/blog/bp-logo/ (дата обращения 03.12.2022).
9. Цвет и эволюция знаменитых логотипов [Электронный ресурс].— URL: https://lpgenerator.ru/blog/2014/06/06/cvet-i-evolyuciya-znamenityh-logotipov/ (дата обращения 03.12.2022).
10. Что такое цвет? / LOOKCOLOR [Электронный ресурс].— URL: https://lookcolor.ru/teoriya-cveta/chto-takoe-cvet/ (дата обращения 03.12.2022).
11. Экономическая энциклопедия [Электронный ресурс].— URL: https://vocable.ru/termin/brend.html (дата обращения 03.12.2022).
12. Color Meanings in Business Branding. [Электронный ресурс].— URL: https://www.color-meanings.com/color-meanings-in-business/ (дата обращения 03.12.2022).
13. Color Psychology: How Big Brands Use Colors in Advertising and Marketing. [Электронный ресурс].— URL: https://www.shutterstock.com/blog/color-psychology-brands (дата обращения 03.12.2022).
14. How Psychology of Color Affects Your Marketing and Branding. [Электронный ресурс].— URL: https://seopressor.com/blog/psychology-of-color-in-marketing/ (дата обращения 03.12.2022).
15. The BP brand| Who we are| Home [Электронный ресурс].— URL: https://www.bp.com/en/global/corporate/who-we-are/our-brands/the-bp-brand.html (дата обращения 03.12.2022).

Информационное моделирование на стадии эксплуатации здания

Черникова Арина Алексеевна, студент магистратуры
Донской государственный технический университет (г. Ростов-на-Дону)

В данной статье рассмотрены BIM-технологии как способ проведения обследования здания путем вноса в программу данных, позволяющих спрогнозировать возможные проблемы и дающих возможность их решения.

***Ключевые слова**: BIM, информационная модель, моделирование, объект, проектирование, эксплуатация, BIM-технологии, проект, здание, процесс.*

Активное использование в проектировании информационных моделей началось относительно недавно. Так, в нашей стране первые BIM-проекты появились порядка 10 лет назад. Однако в последнее время разработка проектов с использованием систем цифрового моделирования постепенно увеличивается. Этому поспособствовало принятое в 2018 году поручение президента «О модернизации строительной отрасли и повышении качества строительства» [1], а также практический опыт, который доказывает удобство информационного моделирования, его многофункциональность.

Информационное моделирование зданий, иначе BIM — это процесс создания модели здания и его инженерных систем, который заключается в сборе и комплексной обработке архитектурной, конструкторской, технологической, экономической и многой другой информации об объекте, в результате которого создается информационно насыщенный единый трехмерный объект.

При необходимости, все нужные в дальнейшей работе чертежи, схемы, разрезы, узлы и экспликации генерируются из построенной BIM-модели автоматически, что является преимуществом систем автоматизированного проектирования. Также, если одним из участников процесса вносятся изменения в модель, то они автоматически обновляются во всех ее представлениях [2].

BIM-технологии охватывают все этапы жизненного цикла здания, начиная от идеи и заканчивая демонтажем и сносом объекта. На протяжении всего существования сооружения, в его информационную модель вносятся различные данные, которые необходимы для прогнозирования дальнейшего состояния здания, тем самым развивая и совершенствуя его.

Выделяют следующие стадии жизненного цикла здания:

1) Предпроектная подготовка;
2) Проектная подготовка;
3) Строительство;
4) Эксплуатация.

На стадии предпроектной подготовки происходит моделирование существующей ситуации, анализируется строительная площадка, разрабатываются различные варианты архитектурно-градостроительных концепций, определяются технико-экономические показатели объемно-планировочных решений и начинается визуализация проекта.

Проектная подготовка включает в себя формирование и выпуск чертежей и спецификаций, оцениваются технические решения, происходит проверка на пространственные пересечения между запроектированными элементами, рассчитывается сметная стоимость строительства, производятся инженерно-технические расчеты, а также продолжается непосредственная визуализация объекта.

На этапе строительства визуализируется процесс строительства, на участке застройки производятся геодезические работы, производится контроль качества строительства, формируется исполнительная документация, происходит контроль соблюдения норм охраны труда и промышленной безопасности на строительной площадке, а также выполняется цифровое производство строительных конструкций и изделий.

Стадия эксплуатации включает в себя составление плана проведения технического обслуживания здания и ремонта, происходит контроль эксплуатационных характеристик объекта, управление объектом недвижимости, а также моделирование чрезвычайных ситуаций.

После того, как здание введено в эксплуатацию, для его качественного и комфортного функционирования, а также для предотвращения преждевременного «старения», проводятся различные обследования. Они подразделяются на визуальные, инструментальные и инструментально-технические [3].

Визуальное обследование проводится экспертами, путем визуальной оценки конструкций по внешним признакам.

Инструментальное обследование проводится при помощи специального оборудования, позволяющего определить состояние обследуемой конструкции и ее износ.

Инструментально-техническое обследование объединяет в себе вышеперечисленные методы и дополняет их использованием специального программного обеспечения, которое путем анализа внесенных данных, позволяет решить ряд задач.

Для упрощения всего вышеперечисленного, на сегодняшний день существуют BIM-технологии. Данные, полученные в результате обследований, вносятся в проект, в результате чего происходит обновление информации эксплуатационной модели, что дает возможность сделать вывод об общем техническом состоянии сооружения и принять соответствующее решение о необходимости ремонта, реконструкции, реставрации и др.

Эксплуатационная модель дает возможность обеспечить [4]:

1) Значительное снижение затрат на ввод объекта в эксплуатацию за счет того, что полная информация об объекте автоматически передается владельцу информационного актива.

2) Улучшение качества планирования в ходе эксплуатации, за счет полной и точной информации об активах.

3) Увеличение точности расчета средств, необходимых для ввода в эксплуатацию, а также техническое обслуживание объекта, основанных на фактической информации о производительности инженерных систем и их состоянии.

4) Поддержание высокого уровня качества инженерных систем, за счет качественного информационного обеспечения систем и своевременного проведения технического обслуживания.

5) Безопасность эксплуатации, поскольку имеется доступ к необходимой, для принятия решений информации, на случай аварий и других непредвиденных ситуаций.

Применение BIM-технологий дает возможность полностью автоматизировать жизненный цикл здания, а информационная модель является достоверным и объективным источником информации об объекте, что значительно увеличивает эффективность проектирования и упрощает все дальнейшие этапы жизненного цикла здания.

Несмотря на очевидный ряд преимуществ данной технологии, на территории нашей страны она не очень популярна среди строительных компаний. Но в последние годы, применение BIM-технологий в строительной сфере увеличивается. Что дает надежду на улучшение качества строительства и эксплуатации зданий, поскольку очевидно, что BIM является инструментом, позволяющим работать быстрее, качественнее и экономичнее.

Литература:

1. Указ Президента Российской Федерации «О модернизации строительной отрасли и повышении качества строительства» от 19.07.2018 № Пр-1235 // Официальный интернет-портал правовой информации.

2. Е. Р. Кирколуп Учебное пособие «Информационное моделирование объектов строительства».— Барнаул: АлтГТУ, 2020.— 67 с.
3. Деменев А. В., Артамонов А. С. Информационное моделирование при эксплуатации зданий и сооружений // Науковедение.— 2015.— № Том 7, № 3.— С. 1–9.
4. А. М. Зиганшин, М. Г. Зиганшин Учебно-методическое пособие «Информационное моделирование в отоплении и вентиляции».— 2-е изд.— Казань: Казанский государственный архитектурно-строительный университет, 2019.— 352 с.

Верификация программных комплексов, используемых для расчета строительных конструкций на динамические нагрузки

Шеховцов Алексей Сергеевич, кандидат технических наук, доцент;
Смирнова Полина Алексеевна, студент магистратуры
Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет

В статье производится оценка сходимости результатов прямого динамического расчета на гармоническую нагрузку, выполненного аналитическим методом и методом конечных элементов с использованием программных комплексов.

Ключевые слова: *метод конечных элементов, динамический расчет, гармонические колебания, расчетная схема, верификация.*

Исходные данные для расчета: статически определимая система с 2-мя степенями свободы, l = 2 м, E = 3310000 т/м2, I = 312500 см4, m1 = 3 т, m2 = 1 т. Гармоническая нагрузка — P0 = 10 т. Резонансная частота q = ω2. Коэффициент неупругого сопротивления y=0,1. Расчетная схема приведена на рисунке 1.

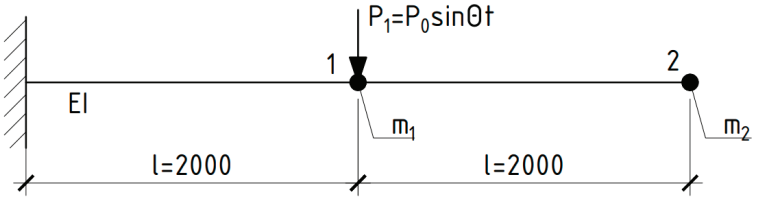


Рис. 1. **Расчетная схема**

Сравнение результатов аналитического расчета будет проводиться с расчетами методом конечных элементов, выполненными в программных комплексах «SCAD ++» версия 21.1.1 и версия 21.9.7.

Для построения расчетных схем использован тип конечного элемента 2 — стержень плоской рамы. Количество узлов в расчетной схеме 21, количество элементов — 20. Для решения задачи используется расчет на динамические воздействия. В качестве воздействия применены гармонические колебания. Количество форм учитываемых колебаний — 2.

Решим задачу аналитическим методом. По формуле Мора с использованием правила Верещагина определим элементы матрицы податливости от действия единичных сил инерции. Перемножая полученные эпюры моментов от единичных усилий получим элементы матрицы податливости A:

$$\delta_{11} = \Sigma \int_0^l \frac{(M_1)^2}{EI} = \frac{d^3}{3EI};$$

$$\delta_{22} = \Sigma \int_0^l \frac{(M_2)^2}{EI} = \frac{8d^3}{3EI};$$

$$\delta_{12} = \delta_{21} = \Sigma \int_0^l \frac{M_1 M_2}{EI} = \frac{2,5d^3}{3EI}.$$

Упростив выражения приведем значения перемещений и масс к безразмерным величинам $\delta_0 = d^3 / 3EI$ и $m_0 = m$ соответственно.

Вводим матрицу C=AM, где A — матрица податливости, M — диагональная матрица масс и получаем выражение [2]:

$$C\bar{\upsilon} = \lambda\bar{\upsilon} \quad (3)$$

где υ и λ — собственные вектора и собственные числа матрицы С.

Составим характеристическое (частотное) уравнение:

$$\begin{bmatrix} (3-\lambda) & 2.5 \\ 7.5 & (8-\lambda) \end{bmatrix} = 0$$

Развернув определитель и решив квадратное уравнение относительно l находим корни характеристического уравнения (собственные числа матрицы С):

$\lambda_{1,2} = 5.5 \pm 5.$

Получим частоты собственных колебаний [1]:

$$\omega_1 = \sqrt{\frac{1 \cdot 3EI \cdot g}{10.5 \cdot l^3 \cdot m}} = \sqrt{\frac{1 \cdot 3 \cdot 331 \cdot 312500 \cdot 981}{10.5 \cdot 1 \cdot 200^3}} = 60 \text{рад / сек},$$

$$\omega_2 = \sqrt{\frac{1 \cdot 3EI \cdot g}{0.5 \cdot l^3 \cdot m}} = \frac{1 \cdot 3 \cdot 331 \cdot 312500 \cdot 981}{0.5 \cdot 1 \cdot 200^3} = 275 \text{рад / сек}.$$

Далее вычисляем компоненты собственных векторов $\bar{\upsilon}_1$ и $\bar{\upsilon}_2$, определяющих форму собственных колебаний [2]. Найденный спектр частот и форм собственных колебаний приведен на рисунке 2.

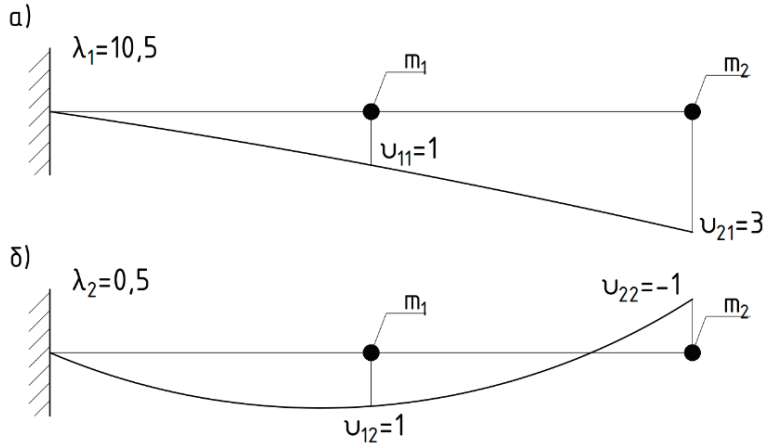


Рис. 2. **Отображение форм собственных колебаний (а — 1 форма собственных колебаний, б — 2 форма собственных колебаний)**

На рисунке 3 приведены отображения форм колебаний по 1 и 2 формам колебаний, полученные в программных комплексах.

Рис. 3. **Отображение форм колебаний, полученных в ПК «SCAD++»**

В таблице 1 приведено сравнение результатов расчета собственных частот колебаний, полученных аналитическим расчетом и методом МКЭ.

Таблица 1. **Сравнение результатов расчета собственных частот колебаний**

Собственная частота	Аналитический метод	ПК «SCAD++» 21.1.1	ПК «SCAD++» 21.9.7	Погрешность
1 форма колебаний	60 рад/сек	60.2 рад/сек	60.2 рад/сек	0.33%
2 форма колебаний	275 рад/сек	275.87 рад/сек	275.87 рад/сек	0.33%

Определим внутренние усилия с учетом сил сопротивления при установившихся вынужденных колебаниях системы с резонансной частотой $\theta = \omega_2$. Сумма данных составляющих по первой и второй формам колебаний дает силы S'_1, S'_2 и S_1'', S_2'' (рисунок 4, а) от которых на рисунке 4, б изображены эпюры изгибающих моментов M' и M» [2].

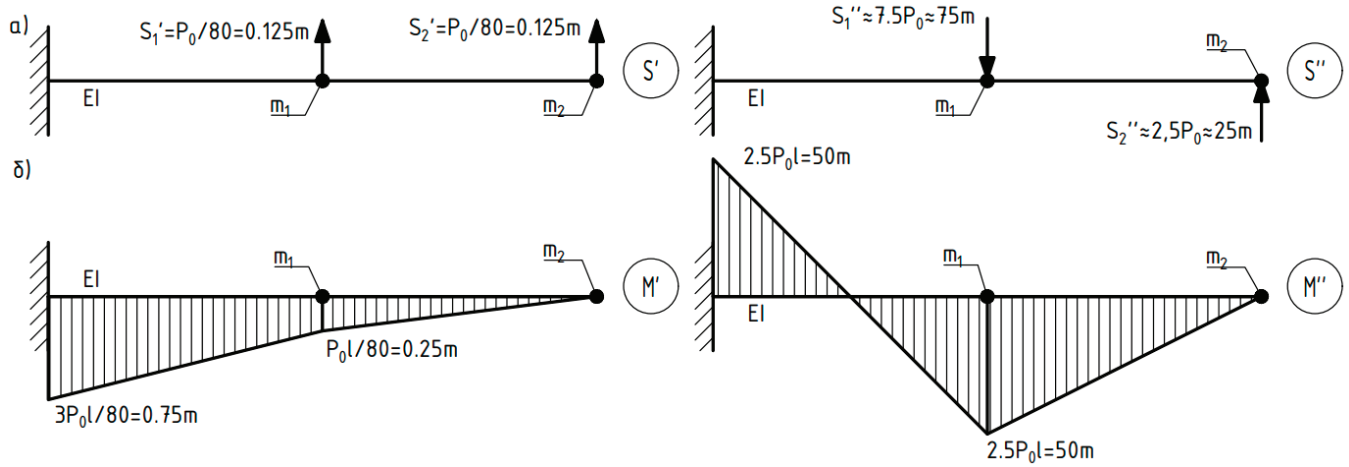


Рис. 4. **Внутренние усилия системы (а — численные значения сил S' и S'', б — эпюры изгибающих моментов M' и M»)**

Произведём сравнение внутренних усилий, полученных методом конечных элементов с усилиями полученными аналитическим методом. На рисунках 5, 6 приведены значения динамических сил S' и S" и моментов M' и M", полученных в ПК «SCAD++» версии 21.1.1, на рисунках 7 и 8 то же для ПК «SCAD++» версии 21.9.7.

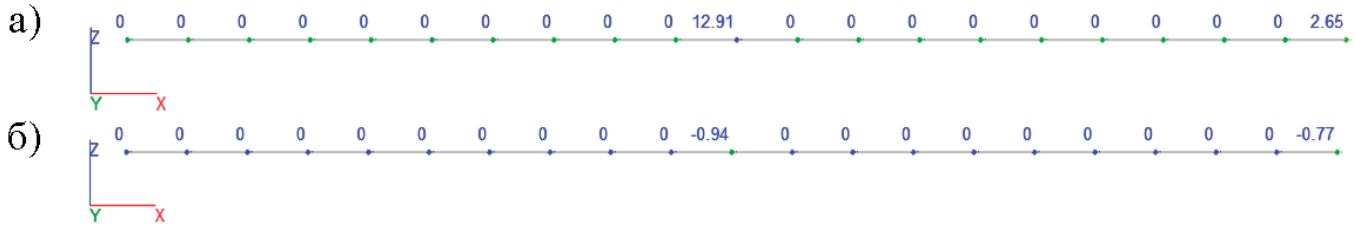


Рис. 5. **Значения динамических сил, полученных в ПК «SCAD++» версия 21.1.1 (а — S'; б — S")**

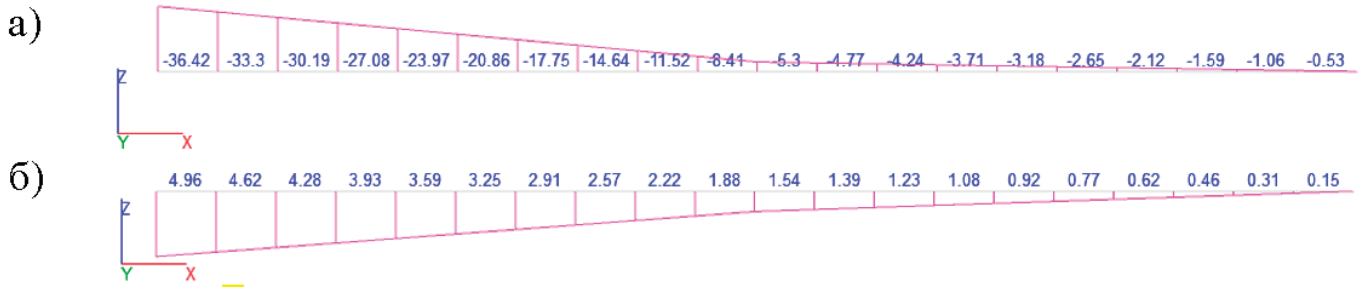


Рис. 6. **Значения изгибающих моментов, полученных в ПК «SCAD++» версия 21.1.1; (а — M'; б — M''')**

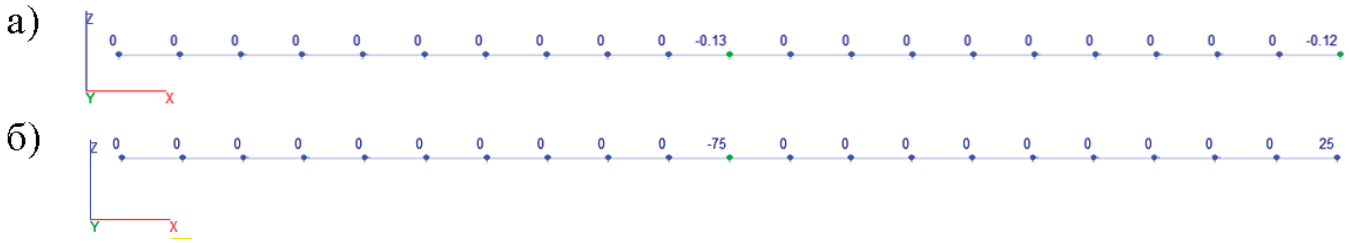


Рис. 7. **Значения динамических сил, полученных в ПК «SCAD++» версия 21.9.7 (а — S'; б — S")**

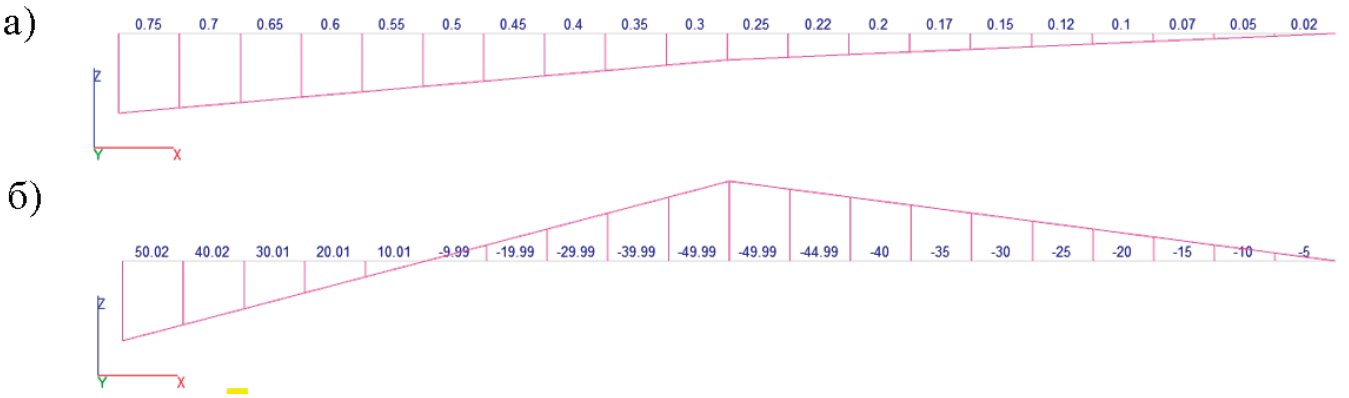


Рис. 8. **Значения изгибающих моментов, полученных в ПК «SCAD++» версия 21.9.7; (а — M'; б — M"')**

В таблице 2 приведено сравнение результатов расчета внутренних усилий, полученных аналитическим расчетом и методом конечных элементов.

Таблица 2. **Сравнение результатов расчета внутренних усилий**

Усилие	Составляющая	№ точки	Аналит. метод	ПК «SCAD++» 21.1.1	Погр-ть	ПК «SCAD++» 21.9.7	Погр-ть
S	S'	1	0.125 т	12.91 т	10228%	0.13 т	4%
		2	0.125 т	2.65 т	2020%	0.12 т	4%
	S"	1	75 т	0.94 т	98.8%	75 т	0%
		2	25 т	0.77 т	96.9%	25 т	0%
M	M'	1	0.25 т	5.13 т·м	1952%	0.25 т·м	0%
		2	0.75 т	36.42 т·м	4756%	0.75 т·м	0%
	M"	1	50 т·м	1.54 т·м	69.2%	49.99 т·м	0.02%
		2	50 т·м	4.96 т·м	9.92%	50 т·м	0%

Полученные аналитическим методом значения и значения, полученные методом конечных элементов в ПК «SCAD++» версии 21.9.7 различаются менее чем на 1%, при этом значения мнимой составляющей отображаются в противофазе относительно аналитического расчета. Полученные значения в ПК «SCAD++» версии 21.1.1 существенно отличаются от результатов, полученных аналитическим методом не только по величине полученных усилий, но и по характеру их распределения. Как видно из таблицы 2, доминирующее значение имеют составляющие отвечающие действительной составляющей внутренних усилий, в то время как аналитическим расчетом подтверждено подавляющее влияние сил, отвечающих мнимой составляющей.

Амплитудные значения перемещений узлов с учетом сил сопротивления при установившихся вынужденных колебаниях системы с резонансной частотой $q=\omega_2$ получим исходя из зависимостей [3]:

$$\overline{A'} = \sum_{k=1}^{n} \left(\frac{\beta_k'}{\omega_k^2}\right) \overline{v_k} \qquad \overline{A''} = \sum_{k=1}^{n} \left(\frac{\beta_k''}{\omega_k^2}\right) \overline{v_k}$$

Сумма составляющих по первой и второй формам колебаний дает амплитуды A'_1, A'_2 и A_1'', A_2'' (рисунок 9).

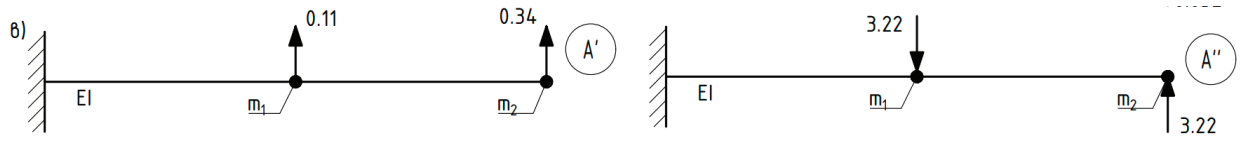


Рис. 9. **Суммарные значения амплитуд A' и A''**

Произведём сравнение амплитуд колебаний, полученных методом конечных элементов с амплитудами, полученными аналитическим методом. На рисунках 10 и 11 приведены значения амплитуд колебаний A' и A'', полученных в ПК «SCAD++» версий 21.1.1 и 21.9.7 соответственно.

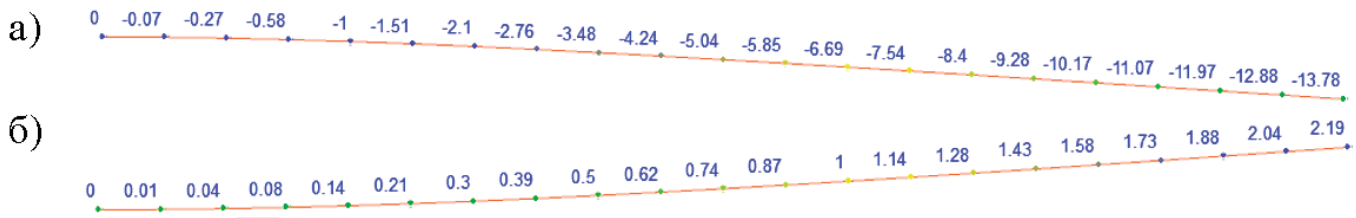


Рис. 10. **Значения амплитуд колебаний, полученных в ПК «SCAD++» версии 21.1.1; (а — амплитуд колебаний A'; б — амплитуд колебаний A'')**

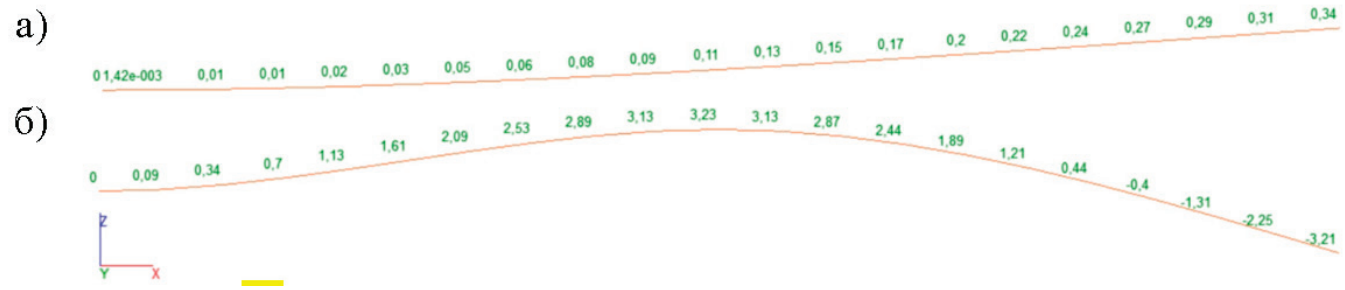


Рис. 11. **Значения амплитуд колебаний, полученных в ПК «SCAD++» версии 21.9.7; (а — амплитуд колебаний A'; б — амплитуд колебаний A'')**

В таблице 3 приведено сравнение результатов расчета амплитуд колебаний, полученных аналитическим методом и методом МКЭ.

Таблица 3. **Сравнение результатов расчета амплитуд колебаний**

Амплитуда колебаний	№ точки	Аналитический метод	ПК «SCAD++» 21.1.1	Погрешность	ПК «SCAD++» 21.9.7	Погрешность
A'	1	0.11	5.04	4481%	0.11	0%
	2	0.34	13.78	3952%	0.34	0%
A''	1	3.22	0.74	77%	3.23	0.31%
	2	3.22	2.19	32%	3.21	0.31%

Полученные аналитическим методом значения и значения, полученные методом конечных элементов в ПК «SCAD++» версии 21.9.7 различаются менее чем на 1%. Полученные значения методом конечных элементов в ПК «SCAD++» версии 21.1.1 значительно отличаются от результатов, полученных аналитическим методом. Анализируя данные, приведенные на рисунке 10(б), можно сделать вывод, что общий вид деформации стержня не совпадает с отображением формы колебаний на рисунке 3.

В настоящее время большинство программных комплексов позволяют выполнить прямой динамический расчет сложных конструктивных систем и облегчить работу инженеру — конструктору. Проведенное сравнение результатов аналитического расчета с результатами расчетов в программных комплексах подтверждают необходимость дополнительной проверки результатов задач, решаемых в программных комплексах. В связи с тем, что разработчики программных комплексов регулярно совершенствуют свои продукты на основе обратной связи от инженерного сообщества, достоверность результатов сильно зависит не только от наименования программного комплекса в котором производится прямой динамический расчет, но и от его версии. Необходимость самостоятельной проверки результатов может быть дополнительно обоснована тем, что в верификационных тестах, разработчики приводят необходимый, но все-таки не полный отчет по всем имеющимся в программных комплексах функциям.

Литература:

1. Справочник по динамике сооружений. Под ред. Б. Г. Коренева, И. М. Рабиновича. М., Стройиздат, 1972 г.— 511 с.
2. Строительная механика. Динамика и устойчивость сооружений. А. Ф. Смирнов, А. В. Александров, Б. Я. Лащеников, Н. Н. Шапошников, Стройиздат, 1984 г.— 414 стр.
3. Инструкция по расчету несущих конструкций промышленных зданий и сооружений на динамические нагрузки ЦНИИСК им. В. А. Кучеренко, Стройиздат, 1970 г.

Молодой ученый

Международный научный журнал

№ 49 (444) / 2022

Выпускающий редактор Г. А. Кайнова

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

Художник Е. А. Шишков

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

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

Мнение редакции может не совпадать с мнением авторов материалов.

При перепечатке ссылка на журнал обязательна.

Материалы публикуются в авторской редакции.

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

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

ISSN-L 2072-0297

ISSN 2077-8295 (Online)

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

Номер подписан в печать 21.12.2022. Дата выхода в свет: 28.12.2022.

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

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

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

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

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