

ISSN 2072-0297

МОЛОДОЙ УЧЁНЫЙ

МЕЖДУНАРОДНЫЙ НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ



15
2023
ЧАСТЬ I

16+

Молодой ученый

Международный научный журнал

№ 15 (462) / 2023

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 Азизхон Боситхонович, доктор педагогических наук (Узбекистан)
Семахин Андрей Михайлович, кандидат технических наук
Сенцов Аркадий Эдуардович, кандидат политических наук
Сенюшкин Николай Сергеевич, кандидат технических наук
Султанова Дилшода Намозовна, доктор архитектурных наук (Узбекистан)
Титова Елена Ивановна, кандидат педагогических наук
Ткаченко Ирина Георгиевна, кандидат филологических наук
Федорова Мария Сергеевна, кандидат архитектуры
Фозилов Садриддин Файзуллаевич, кандидат химических наук (Узбекистан)
Яхина Асия Сергеевна, кандидат технических наук
Ячинова Светлана Николаевна, кандидат педагогических наук

Международный редакционный совет:

Айрян Заруи Геворковна, кандидат филологических наук, доцент (Армения)
Арошидзе Паата Леонидович, доктор экономических наук, ассоциированный профессор (Грузия)
Атаев Загир Вагитович, кандидат географических наук, профессор (Россия)
Ахмеденов Кажмурат Максutowич, кандидат географических наук, ассоциированный профессор (Казахстан)
Бидова Бэла Бертовна, доктор юридических наук, доцент (Россия)
Борисов Вячеслав Викторович, доктор педагогических наук, профессор (Украина)
Буриев Хасан Чутбаевич, доктор биологических наук, профессор (Узбекистан)
Велковска Гена Цветкова, доктор экономических наук, доцент (Болгария)
Гайич Тамара, доктор экономических наук (Сербия)
Данатаров Агахан, кандидат технических наук (Туркменистан)
Данилов Александр Максимович, доктор технических наук, профессор (Россия)
Демидов Алексей Александрович, доктор медицинских наук, профессор (Россия)
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 Кулуг-Бек Бекмуратович, 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 *Фредерик Филлипс Брукс младший* (1931–2022), американский учёный в области теории вычислительных систем, автор книги «Мифический человеко-месяц, или Как создаются программные системы». Управлял разработкой OS/360, в 1999 году был награжден премией Тьюринга.

Брукс родился в городке Дарем, Северная Каролина.

В 1953 году окончил Университет Дьюка бакалавром по физике, затем покинул родной город, чтобы получить учёную степень по прикладной математике в Гарвардском университете в 1956 году. Его научным руководителем был Говард Эйкен.

Сразу после защиты диссертации Брукс пошёл работать в IBM. Там он занимался разработкой архитектуры суперкомпьютеров IBM 7030 Stretch и IBM 7950 Harvest, затем возглавил разработку семейства мейнфреймов IBM System/360 и их операционной системы OS/360. В это время он с коллегами ввел в обращение термин «архитектура компьютера» (англ. computer architecture).

В 1964 году Брукс покинул IBM и основал факультет информатики в Университете Северной Каролины в Чапел-Хилл. Брукс возглавлял его в течение двадцати лет. В 2013 году он все ещё участвовал в исследованиях, в основном — виртуальной реальности и молекулярной графики.

Брукс является автором популярной статьи «Серебряной пули нет» и бестселлера «Мифический человеко-месяц». Идею для книги подал тогдашний генеральный директор IBM Томас Уотсон-младший, который спросил в выходном интервью Брукса, почему управлять проектами программного обеспе-

чения намного сложнее, чем проектами оборудования. Его слова из этой книги 1975 года стали называть законом Брукса: «Если проект не укладывается в сроки, то добавление рабочей силы задержит его ещё больше».

В середине 1980-х годов Брукс делал доклад в колледже Де Анца (Купертино, Калифорния), недалеко от штаб-квартиры корпорации Apple. Исполнительный директор корпорации Жан-Луи Гассье заказал по экземпляру книги для каждого сотрудника. Многие из разработчиков пришли на доклад, предварительно прочитав труд Брукса.

В 1994 году Брукс стал членом Ассоциации вычислительной техники.

В 2004 году в интервью 2010 года для журнала Wired Брукса спросили: «Что вы считаете своим величайшим технологическим достижением?» Брукс ответил: «Единственным самым важным решением, которое я когда-либо принимал, было изменение серии IBM 360 с 6-битного байта на 8-битный байт, что позволило использовать строчные буквы. Это изменение распространилось повсюду».

Среди многочисленных наград и премий Фредерика Брукса — национальная медаль в области технологий и инноваций (1985), премия Томаса Джефферсона (1986), премия Тьюринга (1999), премия Эккерта — Мокли (2004), премия IEEE Virtual Reality Career Award (2010).

*Информацию собрала ответственный редактор
Екатерина Осянина*

СОДЕРЖАНИЕ

МАТЕМАТИКА

Иламанов Б. Б., Гырлыева Г. Т.
Основные понятия дифференциальной геометрии
и квадратичные формы поверхности 1

**Оразгулыев А., Гараджаева С. А.,
Гулмырадова М. А.**
Метод парных интегральных уравнений 3

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Аюб М. Ф.
Проблемы внедрения инструментов управления
цифровыми проектами в сфере высшего
образования..... 5

Корощупов А. А.
Разработка мобильного приложения для
агрегирования информации о сортировке
и переработке твердых бытовых отходов..... 8

Тегин А. Д.
Разработка программного модуля
для определения наличия у человека
легочных заболеваний с использованием
нейронной сети10

Фомичев Л. А.
Разработка программного модуля
наблюдения динамики тьютора
при дистанционном обучении.....12

Хакимов И. М.
Выбор программного продукта для
автоматизации бухгалтерского учета
в религиозных организациях методом
анализа иерархий Т. Саати14

Щерба Ю. В.
Использование сверточных нейронных сетей
в оценке ИТ-проектов: практические аспекты
и перспективы развития.....18

Языков Н. В.
Разработка серверной части веб-приложения
социальной сети19

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Антоненко М. В., Тукаев И. Э.
Влияние затяжки анкерных болтов станков на
гашение вибрации22

Гайнутдинов Ш. А., Бикмухаметова М. А.
Оптимизация системы технического
обслуживания и ремонта динамического
оборудования путем модернизации ремонтного
производства28

Zamanli R. M.
Drilling strategies in cracked formations.....43

Mirzayev Z. G., Efendiyeva L. Z.
Criteria for calculation of drilling fluid
consumption during offshore horizontal wells
drilling46

Никонов В. В.
Воздействие гололёдно-изморозевых отложений
на работу высокочастотных защит ЛЭП48

Самофалов Д. С.
Методы испытания изоляции в комплектных
распределительных устройствах52

Филатова А. А.
Методы оптимизации потерь электроэнергии
в распределительных электрических сетях55

Shibiyev F. B.
Determination of control parameters in evaluation
of cleaning the well.....56

Shukurlu A. E.
Overview of operating procedures for reducing the
risks of the managed pressure drilling method ...58

АРХИТЕКТУРА, ДИЗАЙН И СТРОИТЕЛЬСТВО

**Байдов А. В., Аль-Хашеди Х. А.,
Александров В. В., Обьедков В. В.**
Рекуперация воздуха в системе домового
отопления62

Бравый А. Ю., Богданов А. С., Уваров Г. Д.
Выбор технологий возведения зданий
в стесненных условиях исторической
застройки64

Комарова К. А. Обеспечение сейсмической стойкости объекта культурного наследия.....66	Проконова Е. В., Ткаченко Е. Е. Триада традиционного костюма: красота, целесообразность, символизм.....77
Лисицкая Ю. А. Исследование технологии усиления простенков исторических зданий.....69	Ходжадурдыев Х., Гурбанов А.,
Ноздрачева В. А. Анализ методик расчета конструкций из СЛТ в разных странах.....75	Баймухаммедов Д. И., Тыллануров Ы. Солнечная электростанция башенного типа79

МАТЕМАТИКА

Основные понятия дифференциальной геометрии и квадратичные формы поверхности

Иламанов Байрамберди Байраммырадович, преподаватель;

Гырлыева Гулбиби Тиркешовна, преподаватель

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

Дифференциальная геометрия — это область математики, которая изучает геометрические объекты, используя методы дифференциального и интегрального исчисления. Она изучает свойства кривых, поверхностей и многообразий, а также их взаимодействие с другими объектами, такими как поля и топология.

Одним из наиболее известных примеров дифференциальной геометрии является кривая в трехмерном пространстве. Кривая может быть представлена как траектория движения в пространстве, но ее свойства, такие как кривизна, могут быть определены только с использованием дифференциальной геометрии.

Дифференциальная геометрия изучает геометрические объекты с помощью методов дифференциального и интегрального исчисления. Одним из наиболее известных примеров дифференциальной геометрии является кривая в трехмерном пространстве.

Кривая — это гладкая непрерывная линия, которая может быть задана параметрически в виде уравнений $x=f(u)$, $y=g(u)$, $z=h(u)$, где u — параметр. Такие уравнения могут быть использованы для описания поведения объектов в пространстве, например, для описания движения траектории движения тела в пространстве.

С помощью дифференциальной геометрии, мы можем изучать свойства кривых, такие как кривизна и торсия, которые могут быть использованы, например, для оптимизации движения в пространстве.

Кривизна кривой представляет собой меру того, насколько она отличается от прямой линии, а торсия представляет собой меру того, насколько она заворачивается вокруг своей оси. Изучение кривизны и торсии кривых может помочь нам понять их свойства и использовать их в различных приложениях.

Таким образом, кривые в трехмерном пространстве являются важным примером дифференциальной геометрии, которые могут быть использованы для моделирования и оптимизации различных процессов.

Другим примером является гладкая поверхность, которая может быть определена как двумерное многообразие в трехмерном пространстве. Эти поверхности имеют определенную кривизну, которую можно изучать с помощью методов дифференциальной геометрии.

Дифференциальная геометрия — это раздел математики, который изучает гладкие многообразия и функции на них. Она находит свое применение во многих областях науки, включая физику, теорию относительности, математический анализ и даже в биологии. Один из наиболее важных аспектов дифференциальной геометрии — это возможность использования ее методов для изучения многообразий высших порядков.

Обычно для исследования строения поверхности используются так называемая первая и вторая основные квадратичные формы поверхности.

Пусть поверхность S определена параметрическими уравнениями:

$$x = j(u, v), y = y(u, v), z = c(u, v). \quad (2)$$

При фиксированном значении v уравнения (2) определяют на S линию, называемую координатной линией u . Аналогично определяется линия v . Координатные линии u и v образуют на S параметрическую сеть (если, например, сферу радиуса 1 задать параметрическими уравнениями

$$x = \cos u \cos v, y = \cos u \sin v, z = \sin u,$$

то параметрической сетью линий u и v будут меридианы и параллели этой сферы). Величины u и v называются также внутренними координатами, т.к. точка на поверхности есть

точка пересечения проходящих через неё координатных линий, т.е. может быть найдена путём построений на поверхности без обращения к объемлющему пространству.

Радиус-вектор r произвольной точки M на S определяется уравнениями (2) как функция u и v . Частные производные r_u и r_v этой функции суть векторы, касательные соответственно к линиям u и v . Эти векторы в точке M лежат в касательной плоскости к S в M . Векторное произведение $[r_u, r_v]$ определяет нормаль к S в точке M .

Пусть s — длина дуги линии L на S и пусть $u = f(t)$, $v = g(t)$ — параметрические уравнения во внутренних координатах. Тогда, вдоль L r и s будут функциями от t , причём дифференциал ds определяется равенством

$$ds^2 = dx^2 + dy^2 + dz^2,$$

правая часть которого есть скалярный квадрат вектора $dr = r_u du + r_v dv$, т.е. $ds^2 = dr^2$.

Поэтому

$$ds^2 = r^2 u du^2 + 2r_u r_v du dv + r^2 v dv^2.$$

С помощью обозначений $r^2 u = E$, $r_u r_v = F$, $r^2 v = G$ выражение для ds^2 можно записать в виде

$$ds^2 = Edu^2 + 2Fdudv + Gdv^2. \quad (3)$$

Правая часть соотношения (3) называется первой основной квадратичной формой поверхности S . С помощью этой формы можно измерять длины дуг на поверхности путём интегрирования выражения вдоль рассматриваемой дуги. Поэтому форма (3) называется также метрической формой поверхности. Первая форма определяет также внутреннюю геометрию поверхности, т.е. совокупность фактов, которые могут быть получены путём измерений на поверхности, без обращения к объемлющему пространству. Внутренняя геометрия поверхности не меняется при её изгибании — деформации поверхности как абсолютно гибкой и нерастяжимой плёнки.

Вторая основная квадратичная форма поверхности представляет собой выражение

$$Ldu^2 + 2Mdudv + Ndv^2,$$

в котором $L = r_{uu}$, $M = r_{uv}$, $N = r_{vv}$ (n — единичный вектор нормали к S в точке M). С помощью второй формы можно получить представление о пространственной форме поверхности. Например, кривизны $1/R$ нормальных сечений поверхности в данной точке M (т.е. линий пересечения S с плоскостями, проходящими через нормаль в M) вычисляются по формуле.

Литература:

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

Две основные формы поверхности, заданные в каких-либо внутренних координатах, определяют поверхность с точностью до положения в пространстве. Если заданы две формы

$$Edu^2 + 2Fdudv + Gdv^2$$

и

$$Ldu^2 + 2Mdudv + Ndv^2,$$

первая из которых положительная, а коэффициенты L , M и N второй удовлетворяют некоторой системе уравнений, из которых одно (полученное К. Гауссом) алгебраическое, а два других (полученные К.М. Петерсоном) — линейные дифференциальные уравнения с частными производными первого порядка, то найдётся поверхность, для которой эти формы являются соответственно первой и второй основными формами.

Отмеченные уравнения Гаусса — Петерсона играют фундаментальную роль в теории поверхностей.

Многообразии Римана — это многообразии, в котором определена метрика, которая является квадратичной формой на каждом касательном пространстве. Многообразия Римана играют важную роль в физике теории относительности, теории струн и многих других областях науки.

Дифференциальная геометрия предоставляет всестороннее понимание многообразий Римана, позволяя исследовать их свойства с помощью гладких функций и кривых. Например, геодезические на многообразиях Римана могут быть определены через минимизацию длины пути, а кривизна многообразия может быть вычислена как мера девиации от линейности в касательных пространствах.

Дифференциальная геометрия также является ценным инструментом для изучения других многообразий высших порядков, таких как многообразия Флага и Каля, которые играют ключевую роль в геометрии Ли. Она позволяет исследовать гладкие функции на этих многообразиях, а также вычислять коммутационные реляции между элементами их алгебр Ли.

В целом, важность дифференциальной геометрии для изучения многообразий высших порядков не может быть переоценена. Ее методы являются ключевыми для понимания многих фундаментальных концепций в математике, физике и других науках.

В заключение, дифференциальная геометрия — это важная область математики, которая находит применение в физике, геометрии, робототехнике и многих других областях. Она позволяет изучать и определять свойства геометрических объектов с помощью дифференциального и интегрального исчисления.

Метод парных интегральных уравнений

Оразгулыев Амангулы, кандидат физико-математических наук, старший преподаватель;
 Гараджаева Сюлгюн Атаевна, старший преподаватель;
 Гулмырадова Марал Атамурадовна, преподаватель
 Туркменский государственный университет имени Махтумкули (г. Ашхабад, Туркменистан)

Решение задач дифракции волн в упругом теле на различных включениях имеет существенное значение для ряда технических проблем. На нем, в частности, основаны методы неразрушающего контроля, позволяющие по характеристикам волнового поля делать заключения о наличии в теле дефектов [1]. Существуют различные математические методы решения задач дифракции.

Рассмотрим плоскую динамическую задачу теории упругости в области, представляющей собой плоскость с разрезом $-a \leq x \leq a, y=0$ (рис. 1).

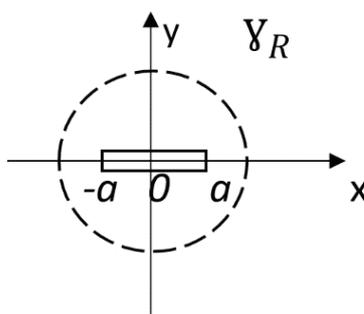


Рис. 1

Этот разрез является математической идеализацией трещины, которая, как предполагается, имеет бесконечные размеры в направлении, перпендикулярном плоскости XY. Тело будем предполагать однородным и изотропным. Вектор смещения $u = u(x, y, t)$ удовлетворяет системе уравнений Ляме

$$(\lambda + \mu) \operatorname{grad} \operatorname{div} \vec{u} + \mu \Delta \vec{u} = \rho \frac{\delta^2 \vec{u}}{\delta t^2}, \tag{1}$$

а также соответствующим начальным и граничным условиям. Граничные условия состоят в равенстве нулю напряжений σ_{22} и σ_{12} на краях трещины и условий на бесконечности. Вместо неизвестных функций $u_1(x, y, t), u_2(x, y, t)$ удобно ввести потенциалы $\varphi(x, y, t)$ и $\psi(x, y, t)$, полагая

$$\vec{u} = \operatorname{grad} \varphi + \operatorname{rot} \psi \vec{k},$$

где \vec{k} — орт оси, перпендикулярной к плоскости XY. В силу (1) они будут удовлетворять волновым уравнениям

$$\frac{\delta^2 \varphi}{\delta t^2} - c_1^2 \Delta \varphi = 0, c_1^2 = \frac{\lambda + 2\mu}{\rho},$$

$$\frac{\delta^2 \psi}{\delta t^2} - c_2^2 \Delta \psi = 0, c_2^2 = \frac{\mu}{\rho}.$$

Здесь c_1 и c_2 — скорости распространения волн расширения — сжатия и сдвига.

В дальнейшем мы будем рассматривать только установившиеся колебания тела с частотой ω , совпадающей с несущей частотой падающей монохроматической волны, которая вызывает эти движения. Тогда искомые потенциалы φ и ψ могут быть представлены:

$$\varphi = \operatorname{Re}\{\Phi(x, y)e^{-i\omega t}\}, \psi = \operatorname{Re}\{\Psi(x, y)e^{-i\omega t}\},$$

где $\Phi(x, y), \Psi(x, y)$ — комплекснозначные неизвестные функции. Они удовлетворяют уравнениям Гельмгольца

$$\Delta \Phi + \alpha_1^2 \Phi = 0, \Delta \Psi + \alpha_2^2 \Psi = 0. \tag{2}$$

Здесь α_1, α_2 представляют собой волновые числа:

$$\alpha_1 = \frac{\omega}{c_1}, \alpha_2 = \frac{\omega}{c_2}.$$

Падающую волну мы будем предполагать плоской и распространяющейся под углом θ к оси OX. Если эта волна является волной расширения — сжатия, то ее потенциалы могут быть представлены в виде

$$\gamma_{22}^{(r)}(x, 0) = \gamma_{22}^{(s)}(x, 0) = (-1)^j 2\mu P_j \exp\{-i\alpha_j \cos \theta\},$$

где $i=1,2$ и в случае падающей волны расширения — сжатия ($j=1$):

$$P_1 = -\frac{1}{2}\alpha_2^2\Phi_0(1 - 2k^2 \cos \theta)$$

волны сдвига (j=1):

$$P_2 = -\frac{1}{2}\alpha_2^2\Psi_0 \sin 2\theta$$

Следовательно $\varphi^{(s)} = \text{Re}\{\Phi^{(s)}(x, y)e^{-i\omega t}\}$, $\Psi^{(s)} = 0$,

где $\Phi^{(s)} = \Phi_0 \exp\{-\alpha_1 [x \cos \theta + y \sin \theta]\}$. В случае падающей волны сдвига аналогично имеем

$$\varphi^{(s)} = 0, \Psi^{(s)} = \text{Re}\{\Psi^{(s)}(x, y)e^{-i\omega t}\},$$

где

$$\Psi^{(s)} = \Psi_0 \exp\{-\alpha_2 [x \cos \theta + y \sin \theta]\}.$$

Функции $\Phi_{(x,y)}^{(s)}$, $\Psi_{(x,y)}^{(s)}$ являются решением уравнением (2).

Представим искомые функции $\Phi_{(x,y)}$, $\Psi_{(x,y)}$ в виде суммы:

$$\Phi_{(x,y)} = \Phi_{(x,y)}^{(s)} + \Phi_{(x,y)}^{(r)}, \Psi_{(x,y)} = \Psi_{(x,y)}^{(s)} + \Psi_{(x,y)}^{(r)},$$

где функции $\Phi^{(r)}$, $\Psi^{(r)}$ – аналоги функций $\Phi^{(s)}$, $\Psi^{(s)}$ для отраженных волн.

Введем некоторые комплексные функции $\gamma_{ij}(x, y)$, которые связаны с напряжениями Γ_{ij} соотношением:

$$\Gamma_{ij} = \text{Re}\{e^{-i\omega t} \gamma_{ij}\}, (i, j = 1, 2)$$

В нашем случае γ_{ij} связаны с функциями $\Phi_{(x,y)}$ и $\Psi_{(x,y)}$:

$$\gamma_{11} = \lambda\Delta\Phi + 2\mu\left(\frac{\delta^2\Phi}{\delta x^2} + \frac{\delta^2\Psi}{\delta y\delta x}\right), \gamma_{22} = \lambda\Delta\Phi + 2\mu\left(\frac{\delta^2\Phi}{\delta y^2} - \frac{\delta^2\Psi}{\delta x\delta y}\right), \gamma_{12} = \mu\left(2\frac{\delta^2\Phi}{\delta x\delta y} - \frac{\delta^2\Psi}{\delta x^2} + \frac{\delta^2\Psi}{\delta y^2}\right).$$

Пользуясь этими формулами, можно найти величины $\gamma_{ij}^{(s)}$, соответствующие напряжениям, возникающим при распространении падающей волны. В случае волны расширения- сжатия:

$$\gamma_{11}^{(s)} = -\mu\alpha_2^2\Phi^{(s)}(1 - 2k^2\sin\theta);$$

$$\gamma_{22}^{(s)} = -\mu\alpha_2^2\Phi^{(s)}(1 - 2k^2\cos^2\theta);$$

$$\gamma_{12} = -\mu\alpha_2^2\Phi^{(s)}k^2\sin 2\theta).$$

Для волны сдвига:

$$\gamma_{11}^{(s)} = -\mu\alpha_2^2\Psi^{(s)}\sin 2\theta);$$

$$\gamma_{22}^{(s)} = -\gamma_{11}^{(s)}; \gamma_{12}^{(s)} = \mu\alpha_2^2\Psi \cos 2\theta.$$

Равенство нулю нормального напряжения на краях трещины запишем в виде:

$$\gamma_{22}^{(s)}(x, 0) + \gamma_{22}^{(r)}(x, 0) = 0, |x| < a;$$

$$\gamma_{12}^{(s)}(x, 0) + \gamma_{12}^{(r)}(x, 0) = 0, |x| < a.$$

В итоге для неизвестных функций $\Phi_{(x,y)}^{(r)}$ и $\Psi_{(x,y)}^{(r)}$ получим краевую задачу:

$$\Delta\Phi^{(r)} + \alpha_1^2\Phi^{(r)} = 0;$$

$$\Delta\Psi^{(r)} + \alpha_2^2\Psi^{(r)} = 0;$$

$$(x, y) \in R^2 \setminus \{(x, 0) | |x| < a\};$$

$$\lambda \Delta\Phi^{(r)}(x, 0) + 2\mu\left(\frac{\delta^2\Phi^{(r)}}{\delta y^2}(x, 0) - \frac{\delta^2\Psi^{(r)}}{\delta x\delta y}(x, 0)\right) = -\gamma_{22}^{(s)}(x, 0), |x| < a;$$

$$\mu\left(2\frac{\delta^2\Phi^{(r)}}{\delta x\delta y}(x, 0) - \frac{\delta^2\Psi^{(r)}}{\delta x^2}(x, 0) + \frac{\delta^2\Psi^{(r)}}{\delta y^2}(x, 0)\right) = -\gamma_{12}^{(s)}(x, 0), |x| < a.$$

Кроме того должны выполняться условия излучения для $\Phi^{(r)}$, $\Psi^{(r)}$

при $(x^2 + y^2)^{\frac{1}{2}} \rightarrow \infty$, что обеспечивают единственность решения краевой задачи.

Литература:

1. Викторов И. А. Физические основы применения ультразвуковых волн Рэлея и Лэмба в технике.— М.: Наука, 1966 г.
2. Ворочич И. И., Бабашко В. А. Динамические смешанные задачи теории упругости для неклассических областей.— М.: Наука, 1979 г.
3. Тихонов А. Н., Арсенин В. Я. Методы решения некорректных задач.— М.: Наук, 1986 г.

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Проблемы внедрения инструментов управления цифровыми проектами в сфере высшего образования

Аюб Марьям Фади, студент

Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ)

Статья посвящена цифровизации сферы высшего образования, а также внедрению цифровых инструментов и технологий в области высшего образования.

Ключевые слова: цифровизация, цифровые инструменты, высшее образование, проектное управление, цифровая трансформация, цифровые проекты, оптимизация.

В современных реалиях особое внимание уделяется цифровизации всех сфер деятельности, где задействован человеческий труд. Цифровизация и оптимизация процессов трудовой деятельности необходима для ускорения и усовершенствования всех процессов деятельности человека. Например, к таким процессам относится сокращение человеческого участия, и замена его машинными возможностями. Цифровизация также направлена на совершенствование как производственных, так и рабочих процессов, оптимизацию и автономную работу с минимальным участием монотонного человеческого труда. Цифровая трансформация — это процесс перехода к новым технологиям для повышения эффективности экономики, социальной сферы, государственного управления и сферы образования. Целью цифровой трансформации является не просто внедрение информационных технологий, но также постепенная и плавная перестройка привычных процессов для повышения уровня жизни людей, а также улучшения и совершенствование их трудовой деятельности в современных реалиях.

Особое внимание последние пару лет уделяют цифровизации в сфере высшего образования. Первостепенной задачей цифровизации в сфере высшего образования является подготовка высококвалифицированных специалистов, соответствующих «цифровому» времени. Цифровая трансформация также является необходимой для внедрения цифрового образования: онлайн лекции, семинары, интерактивное обучение, дистанционный образовательный процесс, ведение электронных программ и баз данных.

Цифровая трансформация образования обеспечивает достижение двух основополагающих стратегических целей:

1. повышении эффективности всех видов образовательной деятельности на основе использования информационных и телекоммуникационных технологий
2. повышении качества подготовки специалистов соответствующим требованиям информационного общества

Частые проблемы, с которыми сталкиваются при внедрении цифровых инструментов:

— большие финансовые затраты



Рис. 1. Стадии цифровой трансформации

- технические ограничения (при использовании высокоскоростного интернета)
- цифровая неграмотность [4]
- снижение интеллектуальной работы

Самые наиболее актуальные виды проектов и их специфика

Отличительной чертой проектов цифровой трансформации от других является тот факт, что в данном проекте целью является создание или доработка информационной системы, а также используются цифровые платформы и технологии. Цифровой проект может сам не быть трансформационным, но готовить почву для реализации трансформационного проекта.

В сфере образования различают следующие виды проектов:

- исследовательские
- творческие
- информационные
- практико-ориентированные

Топ самых популярных цифровых инструментов в России:

1. Платформы для дистанционного обучения
2. Цифровая геймификация в сфере образования

3. Программно-аппаратные решения на основе виртуальной и дополненной реальности (VR и AR) [2] как дополнительного инструмента обучения.

Частые проблемы, с которыми сталкиваются в процессе внедрения инструментов цифровой трансформации проектов в сфере высшего образования:

1. Недостаточный опыт работы в области использования / эксплуатации современных цифровых инструментов (программ, баз данных, СЭД).
2. Отсутствие специалистов по ведению и эксплуатации цифровых и информационных баз, а также системы электронного документооборота.
3. Отсутствие специализированной техники и ПО [3].
4. Отсутствие материальной поддержки и финансирования в данном направлении.
5. Уровень цифровой грамотности ППС.

В процессе внедрения цифровых инструментов и технологий в области высшего образования особо актуальной является тема цифровизации проектного управления в образовательной сфере.

Процесс цифровизации сферы высшего образования особое внимание концентрирует на деятельности связанной с документооборотом.

Таблица 1

Вид проектов	Цифровая трансформация	Инновационный	Учебно-образовательный
Особенность	предусмотрено создание или развитие информационных систем особого класса — цифровых платформ. Для достижения поставленной цели создается или функционально расширяется (дорабатывается) платформенное [1] решение, то есть решение, основанное на цифровых платформах и доступное широкому либо неограниченному кругу лиц для автоматизированного выполнения каких-либо задач.	направлен на создание или развитие товаров/услуг организации	повышения компетенции сотрудников компании в предметной области.

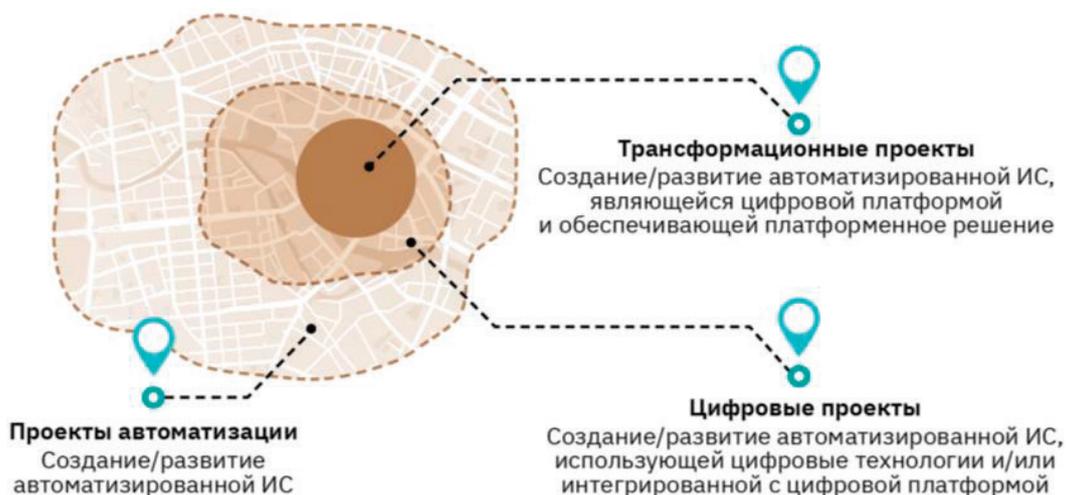


Рис. 2. Виды цифровых проектов

Таблица 2. Пример проектор в сфере образования реализуемых в РФ

Название проекта	Сроки реализации	Бюджет	Специфика проекта
1.Федеральный проект «Цифровая образовательная среда»	01.01.2019–30.12.2024 г.	Федеральный бюджет: 73,4 млрд.руб. Передано субъектам РФ: 62,9 млрд.руб.	направлен на создание и внедрение в образовательных организациях цифровой образовательной среды, а также обеспечение реализации цифровой трансформации системы образования. В рамках проекта ведется работа по оснащению организаций современным оборудованием и развитие цифровых сервисов и контента для образовательной деятельности.
2. Цифровая трансформация отрасли «Образование» Внедрение единой региональной образовательной платформы	До 2030 г		создание единой региональной цифровой образовательной среды в Чувашской Республике, позволяющей совершенствовать и автоматизировать процедуры сбора, свода и консолидации отчетности, обработки данных.
3. Цифровая трансформация отрасли «Образование» Система управления в образовательной организации	До 2030 г		создание системы, обеспечивающей принятие управленческих решений в системе образования на основе анализа больших данных. перевод межведомственного взаимодействия на электронный документооборот, в том числе между государственными и негосударственными организациями. Создание условий для принятия управленческих решений на основе анализа больших данных, в том числе посредством интеллектуальных алгоритмов на основе машинного обучения.
4. Цифровая трансформация отрасли «Образование» Библиотека цифрового образовательного контента	До 2030 г		использование современного верифицированного цифрового образовательного контента, реализация образовательных программ углубленного уровня, выстраивание индивидуальных образовательных траекторий, а также повышение уровня профессиональной компетентности педагогических работников.
5. Национального проекта «Наука и университеты»	с 2022–2031 г	410 млрд.руб	привлечение молодежи в сферу науки и технологий, вовлечение исследователей и разработчиков в решение важных задач для страны и общества и рост знания людей о достижениях Российской науки.

Благодаря цифровизации в сфере образования, бумажный документооборот претерпевает большие изменения, в следствии чего происходит оптимизация бумажного документооборота в электронный.

С учетом вышеизложенной информации проводится исследование по выявлению основных проблем, связанных с преобразованием бумажного документооборота в электронный, а также внедрением единой СЭД в вузе.

Критерии успешности внедрения СЭД в вузе:

- Увеличивается скорость обработки документации (на 11%)
- Сокращается риск потери документации (на 25%)
- Уменьшаются затраты времени работников по работе с бумажной документацией (на 13%)

— Минимизируются затраты на покупку бумаги и картриджей для печати бумажных документов

Заключение

Таким образом сфера цифровой трансформации распространяется и внедряется во все сферы жизнедеятельности людей. Все существующие процессы жизнедеятельности человечества в настоящее время широко развивается и все большее количество как учебных заведений, образовательных организаций, так и частного сектора берет курс на совершенствования своих уже имеющихся процессов работы и перехода этих процессов в автоматизированную среду. Где как раз и происходит внедрение и замена ручного труда цифровым. Благодаря вне-

дрению цифровых инструментов, оптимизируются и существенно сокращается время, затрачиваемое на образовательный труд. Процессы образовательной деятельности переходят на новый образовательный уровень. Переход в цифровую среду, существенно облегчает и ускоряет процесс адаптации, повышает результативность, а в следствии повышается и улучшается качество учебного процесса как студентов, так и ППС. Переход

бумажного документооборота обусловлен современными тенденциями развития цифровой трансформации, что позволяет ускорять обмен информационными ресурсами между всеми структурными подразделениями вуза, в следствии чего работоспособность увеличивается, а время затрачиваемое ранее на обработку документации сокращается, так как все оптимизируется в электронный формат.

Литература:

1. Блинов В. И., Дулинов М. В., Есенина Е. Ю., Сергеев И. С. Проект дидактической концепции цифрового профессионального образования и обучения. М.: Издательство «Перо», 2019.
2. Богатырева Ю. И., Привалов А. Н., Ситникова Л. Д. Классификация цифровых инструментов обучения для проектирования и реализации образовательного процесса // Современные проблемы науки и образования. — 2022. — № 5; URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=32072> (дата обращения: 25.01.2023).
3. Гаирбекова П. И. Актуальные проблемы цифровизации образования в России // Современные проблемы науки и образования. — 2021. — № 2.;
4. URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=30673> (дата обращения: 14.12.2022).
5. Игнатова Ю. Ю., Костенкова Е. Ю. Основные проблемы внедрения систем электронного документооборота // Материалы XII Международной студенческой научной конференции «Студенческий научный форум» URL: <https://scienceforum.ru/2020/article/2018019985> (дата обращения: 30.01.2023).

Разработка мобильного приложения для агрегирования информации о сортировке и переработке твердых бытовых отходов

Корощупов Андрей Александрович, студент

Национальный исследовательский университет «Московский институт электронной техники» (г. Зеленоград)

Ключевые слова: API, Россия, мобильное приложение, сфера переработки отходов.

Счетная палата в 2022 году признала безуспешной «мусорную реформу». Причиной этому послужил жуткое увеличение массы образующихся отходов, площади полигонов и свалок, что приводит к колоссальному экологическому ущербу окружающей среде. По данным Минприроды, ежегодно в России образуется около 70 млн тонн твердых коммунальных отходов, каждый год — на 3% больше. Перерабатывается всего 5–7% мусора, остальное захоранивают [1]. Для исправления этой ситуации стране необходимо перейти к разделному накоплению отходов. Многие жители России все еще не знают, как правильно собирать и куда сдавать мусор, подлежащий переработке. Поэтому разработка сервиса для улучшения уровня просвещения в сфере переработки отходов сейчас особенно актуальна.

Сайт независимой международной организации Greenpeace (recyclemap.ru) предназначен для помощи в поиске точек сдачи мусора на переработку есть. Узнать информацию по тому, как правильно подготавливать те или иные отходы для переработки, возможно на сайте rcycle.net. Сайт sobirator.ru позволяет получить знания и опыт по темам: раздельный сбор, переработка, экологичный образ жизни, ноль отходов. Пользователям удобно получать всю необходимую информацию в сфере экологии в одном месте. Также сейчас люди все чаще пользуются

преимущественно смартфонами, поэтому наиболее подходящим решением для быстрого доступа к информации является мобильное приложение.

На данный момент не существует удобного мобильного приложения, содержащего карту с точками переработки отходов, подсказки по кодам переработки, новостную ленту об экологии в России, поэтому существует потребность в разработке такого приложения.

Среди мобильных операционных систем в России 73% населения предпочитает Android и только 26% пользуется устройствами на iOS. Для снижения затрат на разработку выбрана операционная система Android. Для этой платформы существует два основных языка программирования — Java и Kotlin. Java используется давно и во множестве сфер, благодаря чему есть большое количество библиотек и обсуждений проблем на форумах. Kotlin, в свою очередь, относительно новый язык, но он полностью совместим с Java. То есть любую библиотеку, написанную для Java, можно использовать в Kotlin. Также Kotlin имеет ряд преимуществ:

- система типов в Kotlin нацелена на то, чтобы искоренить опасность обращения к null значениям, более известную как «Ошибка на миллиард» [2];

- более компактный синтаксис;
- позволяет расширять класс путём добавления нового функционала без необходимости наследования от такого класса и использования паттернов, таких как Decorator [2];
- наличие классов данных с автоматической генерацией типичных функций таких как toString(), equals(), hashCode(), copy() [2].

Помимо функциональных достоинств, Google в 2017 году объявил kotlin приоритетным языком программирования для платформы Android. Исходя из вышеизложенного, kotlin является наиболее подходящим языком разработки под android.

В качестве среды разработки выбрана Android Studio, основанная на программном обеспечении IntelliJ IDEA от компании JetBrains,— официальное средство разработки Android-приложений.

Разрабатываемое мобильное приложение должно обеспечивать доступ к картам с помощью картографического сервиса —

специализированной информационной системы, предоставляющей пространственные данные в виде интерактивной карты.

Для добавления карт на сторонние сайты применяют API (Application Programming Interface — интерфейс программирования приложений), который представляет собой набор средств, дающих возможность получить доступ к какому-либо сервису и запросить у него данные. Разработчик имеет возможность воспользоваться им для получения доступа к функционалу программы, библиотеки, модуля.

В настоящее время на российском рынке наиболее известны и распространены следующие картографические и справочные сервисы:

- Яндекс.Карты;
- Google Maps;
- 2ГИС.

В таблице представлено сравнение рассматриваемых сервисов по различным критериям [3].

Таблица 1. Сравнение картографических сервисов

Критерий	Яндекс.Карты	Google Maps	2ГИС
Покрытие	Карта всего мира (но наиболее проработаны карты России, Украины, Белоруссии и Казахстана, а также Европы и Северной Америки)	Карта всего мира (но хорошо прорисованы только наиболее крупные города Северной Америки, Европы, России и др.)	Россия и несколько городов в 9 странах (всего около 350 городов)
Построение маршрутов	Построение нескольких вариантов маршрута на автомобиле (с учетом пробок), общественным транспортом, пешком. Расчёт предположительного времени в пути.	Построение нескольких вариантов маршрута на автомобиле (с учетом пробок), общественным транспортом, пешком, на велосипеде и даже самолетом. Расчёт предположительного времени в пути.	Построение нескольких маршрутов на автомобиле, общественном транспорте, пешком с расчётом времени на путь.
Режимы отображения карты	Режимы «Схема», «Спутник», «Гибрид», панорамы некоторых городов	Режимы «Схема» и «Спутник», панорамы отдельных городов	Режим «Схема»
Ограничения количества запросов при бесплатном использовании API	Число запросов к сервисам геокодирования, маршрутизации и панорам Яндекса не должно превышать 25 000 в сутки.	Число загрузок карт не должно превышать превышает 25 000 в сутки.	Количество запросов к сервису ограничено предельной величиной 10 в секунду и (или) 10000 в месяц
Документация по использованию API	Документация очень подробная, с примерами использования большинства функций.	Документация достаточно подробная, но частично на английском языке.	Документация по использованию краткая
Средства для вывода большого количества данных	— Кластеризация; — Технология активных областей; — Технологии ObjectManager, LoadingObjectManager, RemoteObjectManager.	— Кластеризация маркеров; — Технология setTimeout для последовательного вывода маркеров на карту.	— Кластеризация объектов.

Из таблицы 1 следует, что Яндекс.Карты являются наиболее функциональными и проработанными для России.

Разработка мобильного приложения для агрегирования информации о сортировке и переработке твердых бытовых

отходов повысит информированность граждан в сфере переработки отходов, что значительно улучшит ситуацию с огромным количеством неотсортированного мусора в нашей стране.

Литература:

1. Мереминская Е. Финансирование мусорной реформы из бюджета сократится [Электронный ресурс]. — URL: <https://www.vedomosti.ru/economics/articles/2019/10/17/814026-finansirovanie-reformi> (дата обращения: 10.11.2022)
2. Руководство по языку Kotlin. [Электронный ресурс]. URL: <https://kotlinlang.ru/> (дата обращения: 10.11.2022)
3. Хижняк Ю. Д., Обзор наиболее популярных картографических сервисов, предоставляющих API для разработчиков // NovaInfo. — 2017. — № 70. — С. 38–46.

Разработка программного модуля для определения наличия у человека легочных заболеваний с использованием нейронной сети

Тегин Александр Дмитриевич, студент

Национальный исследовательский университет «Московский институт электронной техники» (г. Зеленоград)

В настоящее время заболевания органов дыхания представляют глобальную медико-социальную и экономическую проблему во всех странах из-за прогрессирующего и инвалидирующего течения данной патологии, в связи с чем диагностика данных заболеваний на основе современных ИКТ является актуальной проблемой. Каждый день врачи получают множество рентгеновских снимков, результатов электрокардиограмм, эндоскопий и много других изображений и материалов, которые надо проанализировать, чтобы поставить диагноз. Из-за количества материала, который нужно обработать, многие пациенты узнают свой диагноз с задержкой.

Чтобы повысить качество определения легочных заболеваний необходимо реализовать программный модуль для определения легочных заболеваний (ПМ ОЛЗ) на основе средств сверточных нейронных сетей (СНС). Главным критерием их оценки является точность прогнозирования патологии пациента с использованием магнитно-резонансной томографии (МРТ) грудной клетки.

В настоящее время мультиспиральная компьютерная томография (МСКТ) признана золотым стандартом в диагностике заболеваний легких [1]. Однако данное утверждение является не совсем объективным, так как точность МСКТ составляет

86%, чувствительность — 89%, специфичность — 73% [2]. В настоящее время метод магнитно-резонансной томографии (МРТ) в диагностике опухолей легких и других легочных заболеваний по диагностической эффективности не уступает рентгеновской компьютерной томографии. Эти данные свидетельствуют, что МРТ должна применяться так же часто, как МСКТ, для более точного определения различных видов легочных заболеваний.

Магнитно-резонансная томография позволяет более детально оценить:

- структуру опухолевого узла, что дает более достоверную информацию о злокачественной природе образования;
- отношение опухолевой массы к главным бронхам
- и нижней трети трахеи;
- состояние лимфоузлов бронхопульмональной и средостенной групп, их размер, количество, наличие конгломератов;
- состояние костальной и медиастинальной плевры;

В области распознавания образов на изображениях, наибольших успехов достигли СНС. Ее основная цель — это разработка автоматизированных или полу-автоматизированных инструментов, которые позволяют с минимальным участием человека отнести изображение к одному из классов, например, «есть патология» или «нет патологии».

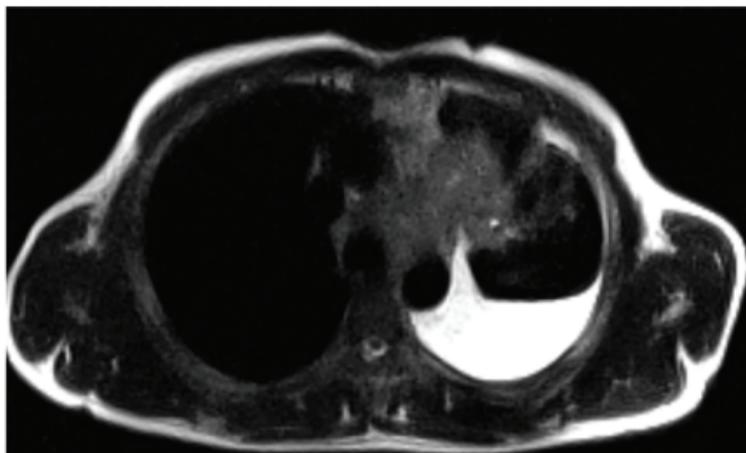


Рис. 1. Магнитно-резонансная томография (T2W) пациента

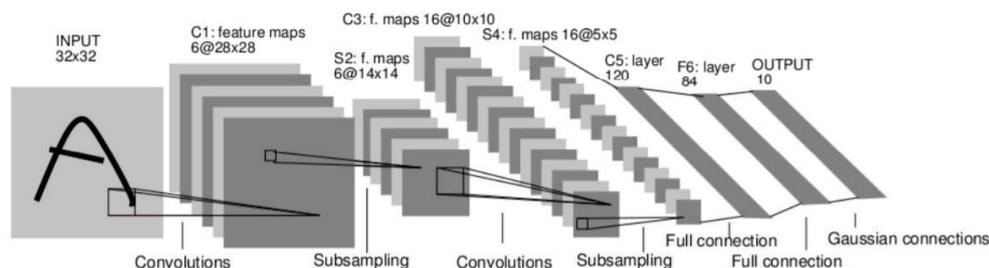


Рис. 2. Типовая архитектура СНС для задач классификации объектов на изображении

Как можно увидеть из рисунка [3], СНС состоит из следующих типов слоев (слева направо):

- сверточный (convolutional);
- подвыборочный (subsampling), или слой пулинга (pooling);
- полносвязный (full connection);

Сверточный слой производит свертку входной матрицы с ядром свертки. Свертка — это перемножение матрицы изображения (собственно матрица) и ядра/фильтра (еще одна матрица меньшего размера) путем прохождения через длину и ширину. Результат свертки — изображение меньшего размера. Это перемножение матриц является основой извлечения признаков. Опираясь на верные значения в ядре, можно извлечь значимые признаки изображения. Количество ядер свертки определяет количество карт признаков.

Слой пулинга — данный слой принимает результат свертки предыдущего слоя в виде матрицы и сжимает данную матрицу, таким образом он помогает сократить пространственное представление изображения, чтобы уменьшить количество параметров и объем вычислений в сверточной сети. Делается это с целью выделения низкоуровневых признаков и понижения размера данных.

Используя комбинацию слоев свертки и слоев пулинга, мы получаем основной структурный элемент СНС. Свертка и пулинг уменьшают исходные размеры изображения на входе. Применяя свертку с одним ядром, получаем карту признаков. В СНС обычно применяется несколько ядер на одну свертку. Многократное повторение этого процесса приводит к углублению СНС. Каждый слой извлекает признаки из предыдущего. Иерархическая организация слоев способствует последовательному изучению признаков: от контуров к более сложным признакам, созданным из простых, и далее к высокоуровневым признакам, которые уже содержат достаточно информации для составления нейросетью точного прогноза.

Полносвязный слой — слой, чьи нейроны имеют полную связь со всеми нейронами предыдущего и последующего слоя. Он помогает сопоставить представление между данными на входе и выходе.

Поскольку свертка — это линейная операция, а изображения далеки от линейности, непосредственно после сверточного слоя часто размещаются нелинейные слои, чтобы внести нелинейность в карту активации. Существует несколько типов нелинейных операций, самые популярные из которых:

- **сигмоида**. Берет действительное число и «сжимает» его до диапазона от 0 до 1. Нежелательным свойством сигмоида является обнуление градиента. Если локальный градиент становится очень маленьким, то при обратном распространении он «убивает» градиент;

- **tanh**. Tanh (гиперболический тангенс числа) сжимает действительное число до диапазона $[-1, 1]$. Как и с сигмоидой, активация «насыщается», но в отличие от сигмоидных нейронов, ее выход центрирован относительно нуля;

- **функция активации выпрямителя (ReLU)** стала очень популярной в последние несколько лет. По сравнению с сигмоидом и tanh, ReLU более надежен и ускоряет сходимость в шесть раз. Но есть минус в том, что ReLU может быть хрупким во время тренировки. Большой градиент, протекающий через него, может обновить его таким образом, что нейрон никогда не будет обновляться дальше;

В настоящее время СНС широко применяют в задачах распознавания легочных заболеваний на МРТ-снимках грудной клетки. В данной работе для этих целей мы использовали архитектуру VGG16 [4].

Это СНС, которая содержит 16 слоев. Сеть состоит из двух частей:

- первая часть сети выделяет характерные признаки в изображении. Состоит из чередующихся каскадов свертки и подвыборки;

- вторая часть отвечает за классификацию объекта на изображении по выделенным на предыдущем этапе признакам. Эта часть содержит 3 полносвязных слоя;

На вход сеть VGG16, получает изображение размером 224x224 пиксела, 3 канала цвета (красный, зеленый и синий). На выходе сеть выдает вероятности, что на изображении тот или иной класс объекта. Для обучения данной нейронной сети использовался датасет NIH Chest X-rays [5]. Данный датасет содержит 112120 МРТ снимков грудной клетки 30805 пациентов с 15 классами принадлежности.

Данный ПМ ОЛЗ использует TensorFlow — фреймворк создающий абстрактную структуру данных в виде графа, где каждый узел в графе представляет собой математическую операцию, а каждое ребро — многомерный массив данных, и KERAS — библиотека нейросетей с открытым исходным кодом, работающая поверх Tensorflow. Она управляет тем, как мы создаем модели, определяем слои или настраиваем несколько моделей ввода-вывода.

Результат работы программы записывается в виде файла формата png. В итоге программа при обработке МРТ-снимка

грудной клетки пациента выдает результат в виде изображения и процентной вероятностью его класса принадлежности.

Литература:

1. Котляров П. М., Свиридов Н. К., Шимановский Н. Л. Диагностическая информативность компьютерной и магнитно-резонансной томографии при патологии легких и средостения // Пульмонология. 1999.
2. Ханбабян Б. Б. Томографическое исследование внутригрудных лимфатических узлов при раке легкого // Эксперимент. клинич. медицина. 1991. Т. 31, № 1. С. 7–13.
3. Головкин, В. А. Нейронные сети: обучение, организация и применение. Кн.4: учеб. пособие для вузов / В. А. Головкин; общ. ред. А. И. Галушкина — Москва: ИПРЖР, 2001–256 с.
4. Very Deep Convolutional Networks for Large-Scale Image Recognition [Электронный ресурс] / Karen Simonyan, Andrew Zisserman <https://arxiv.org/abs/1409.1556v6>
5. NIH Chest X-rays [Электронный ресурс] / National Institutes of Health https://www.kaggle.com/datasets/nih-chest-xrays/data?select=train_val_list.txt

Разработка программного модуля наблюдения динамики тьютора при дистанционном обучении

Фомичев Леонид Александрович, студент

Национальный исследовательский университет «Московский институт электронной техники» (г. Зеленоград)

В 2020 году в условиях угрозы распространения коронавирусной инфекции большинство учебных заведений перешло на дистанционное обучение. В связи с резким переходом на новый формат обучения, многие ученики, студенты и преподаватели оказались не готовы к проведению занятий в дистанционном формате. Проводя занятия из лекционных аудиторий, педагоги были ограничены полем зрения камеры, в связи с чем многим преподавателям приходилось отвлекаться, и поворачивать камеру, чтобы захватить необходимую часть учебной доски.

Для таких занятий оказывается невозможным использовать обычный подход с камерой на штативе. А в случае распространения вирусной инфекции становится невозможным и вариант с оператором, управляющим камерой. Необходимо использовать иной подход для управления камерой во время проведения дистанционных занятий.

Взаимодействие пользователя с аппаратным модулем будет производиться с помощью приложения с графическим интер-

фейсом, которое будет анализировать изображение и отправлять команды на аппаратный модуль.

Интерфейс программы будет реализовываться на .NET MAUI, что позволит расширить платформы, на которых доступен программный модуль. Для анализа изображения и определения положения пользователя приложение использует OpenCV. После чего генерирует программу на языке G-code и отправляет её посредством USB на аппаратный модуль, который в свою очередь исполняет полученную программу поворачиваясь на преподавателя. [1]

Для создания пользовательского интерфейса будет использоваться фреймворк .NET MAUI. Поскольку он кроссплатформенный и поддерживает множество ОС, как указано в таблице 1. Так же он является единственным официально поддерживаемым фреймворком для создания пользовательского интерфейса на платформе .NET. За счет одной кодовой базы для разных платформ фреймворк позволяет облегчить поддержку множества операционных систем и уменьшить стоимость разработки.

Таблица 1. Сравнение фреймворков для создания пользовательского интерфейса [1, 2, 3]

	Windows	Linux	macOS	iOS	Android	Tizian
Windows forms	+	-	-	-	-	-
Xamarin	+	-	-	+	+	-
WPF	+	-	-	-	-	-
Avalonia UI	+	+	+	-	-	-
MAUI	+	+	+	+	+	+

OpenCV — набор алгоритмов компьютерного зрения, численных методов и обработки изображения с открытым кодом.

OpenCV написан на C++. Он поддерживается на многих языках, таких как Python, Java и MATLAB/OCTAVE, C#. [4]

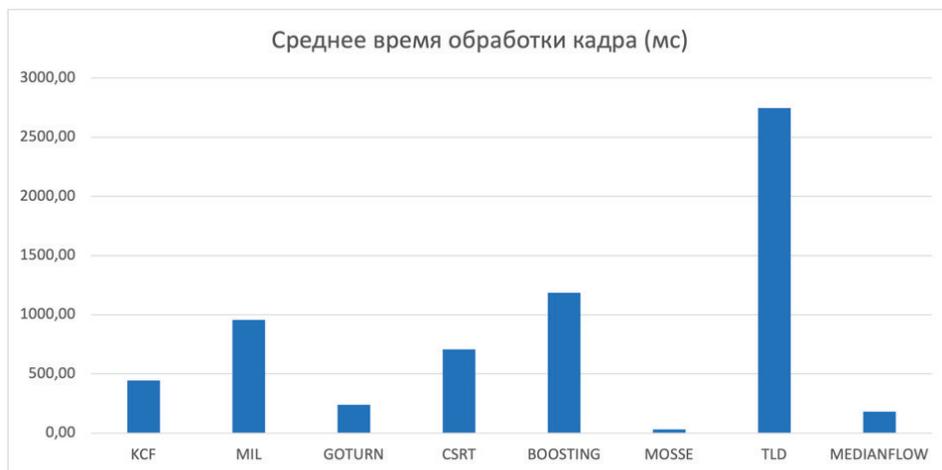


Рис. 1 Среднее время обработки кадра (мс)

Таблица 2. Преимущества и недостатки алгоритмов слежения [5, 6]

	Преимущества	Недостатки
KCF	Точность и скорость выше, чем MIL. Оповещения об ошибках отслеживания лучше, чем BOOSTING и MIL	Не восстанавливается после полной окклюзии
MIL	Довольно хорошая производительность. Не дрейфует так сильно, как BOOSTING, и неплохо справляется с частичной окклюзией	Не достоверное оповещение об ошибках отслеживания. Не восстанавливается после полной окклюзии
GOTURN	Устойчив к изменениям точки зрения, изменениям освещения и деформации	Плохо справляется с окклюзией
BOOSTING	Нет	Производительность отслеживания посредственная. Нет достоверного оповещения об ошибке отслеживания
CSRT	Высокая точность отслеживания объектов	Работает со сравнительно низким количеством кадров в секунду
MOSSE	Легко реализовать, он такой же точный, как и другие сложные трекеры, и намного быстрее. Обнаруживает окклюзию на основе соотношения peak-to-sidelobe, что позволяет трекеру останавливаться и возобновлять работу с места остановки	По производительности отстает от трекеров, основанных на глубоком обучении
TLD	Лучше всего работает при окклюзии на нескольких кадрах. Кроме того, лучше всего отслеживаются изменения масштаба	Много ложных срабатываний, что делает алгоритм практически непригодным для использования
MEDIANFLOW	Отличные отчеты об ошибках отслеживания. Работает очень хорошо, когда движение предсказуемо и нет окклюзии	Ошибается при быстром движении

Для анализа изображение будет использоваться алгоритм слежение MOSSE, за его скорость, как показано на рисунке 1, и возможность продолжать работу после полной окклюзии объекта слежения, что будет полезно, если преподавателю необходимо отойти, что описано в таблице 2.

Аналогов программному модулю нет, но есть аналоги связи программного модуля и аппаратного модуля, все они поставляются в комплекте с сенсором, что не только дороже, но и умень-

шает возможности применения. Например, если камеру нужна поставить позади рядов лекционной аудитории, то следует использовать объектив с большим приближением, а если камера стоит на кафедре, то следует использовать объектив с меньшим приближением и большим углом обзора. К тому же, интегрированность сенсора уменьшает потенциальный срок службы, если сенсор выйдет из строя его нельзя будет просто заменить на новый.

Литература:

1. Supported platforms for .NET MAUI apps [Электронный ресурс] / Microsoft <https://learn.microsoft.com/en-us/dotnet/maui/supported-platforms>
2. Xamarin.Forms supported platforms [Электронный ресурс] / Microsoft <https://learn.microsoft.com/en-us/xamarin/get-started/supported-platforms?tabs=macos>
3. Desktop Guide (WPF.NET) [Электронный ресурс] / Microsoft <https://learn.microsoft.com/en-us/dotnet/desktop/wpf/overview/?view=netdesktop-6.0>
4. OpenCV About [Электронный ресурс] / OpenCV team [https://opencv.org/about/#:~:text=OpenCV%20\(Open%20Source%20Computer%20Vision,perception%20in%20the%20commercial%20products.](https://opencv.org/about/#:~:text=OpenCV%20(Open%20Source%20Computer%20Vision,perception%20in%20the%20commercial%20products.)
5. Object tracking using OpenCV [Электронный ресурс] / Satya Mallic <https://learnopencv.com/object-tracking-using-opencv-cpp-python/>
6. Comparison of tracking algorithms implemented in OpenCV, Peter Janku, Karel Koplik, Tomas Dulikl, and Istvan Szabo // MATEC Web of Conferences 76, 04031 (2016)

Выбор программного продукта для автоматизации бухгалтерского учета в религиозных организациях методом анализа иерархий Т. Саати

Хакимов Ильгиз Мансурович, студент
Московский городской педагогический университет

В статье описан выбор программного продукта для бухгалтерского учета с учетом потребностей религиозной организации. Проводится сравнительная характеристика программного обеспечения путём построения системы критериев для выбора варианта из основных наиболее используемых программ методом анализа иерархий Т. Саати. В статье приводится методика отбора программного продукта, подходящего для учета хозяйственной деятельности религиозной организации.

Ключевые слова: религиозная организация, информационные технологии, бухгалтерского учета, автоматизация, программный продукт, анализ иерархий.

В настоящее время сложно представить ведение бухгалтерского учета без использования программного обеспечения. Это связано в том числе с необходимостью формирования и предоставления регламентированной и налоговой отчетности, использованием цифровых технологий (обмен по электронным больничным листам с Социальным фондом России, обеспечение прослеживаемости товаров и пр.). Это в равной мере относится и к религиозным организациям, у которых имеются свои особенности в ведении учетных операций.

В эпоху цифровой экономики существует огромный выбор программного обеспечения: несколько разработчиков, разный функционал в линейке продуктов, цена, частота выхода обновлений и прочее. Таким образом становится актуальным выбор наиболее подходящего программного продукта из всех предложений на рынке. Сотрудникам бухгалтерских служб религиозных организаций сложно ориентироваться в функциональных возможностях программ из-за отраслевых особенностей учетных операций и недостатка квалификации.

Для оптимального выбора программного продукта будем использовать метод анализа иерархий (МАИ), который был разработан Т. Саати в 80-х годах и математически обосновывающий решение исходя из предложенных альтернатив и важности критериев, задаваемых лицом, принимающим решения.

При опросе бухгалтеров религиозных организациях основными критериями при выборе программного продукта для внедрения были обозначены:

- цена, с важностью в 1 балл;
- срок появления релизов обновлений, с важностью в 5 баллов;
- история практического использования, с важностью в 6 баллов;
- возможность отражения в учете особенностей некоммерческой организации, с важностью в 9 баллов;
- наличие базовой версии, с важностью в 1 балл.

В настоящее время на рынке представлены следующие основные альтернативы (программные продукты):

- «1С: Бухгалтерия 8» [1];
- «1С: Бухгалтерия некоммерческой организации 8» [2];
- «1С-Рарус: Бухгалтерия для некоммерческой организации» [3].

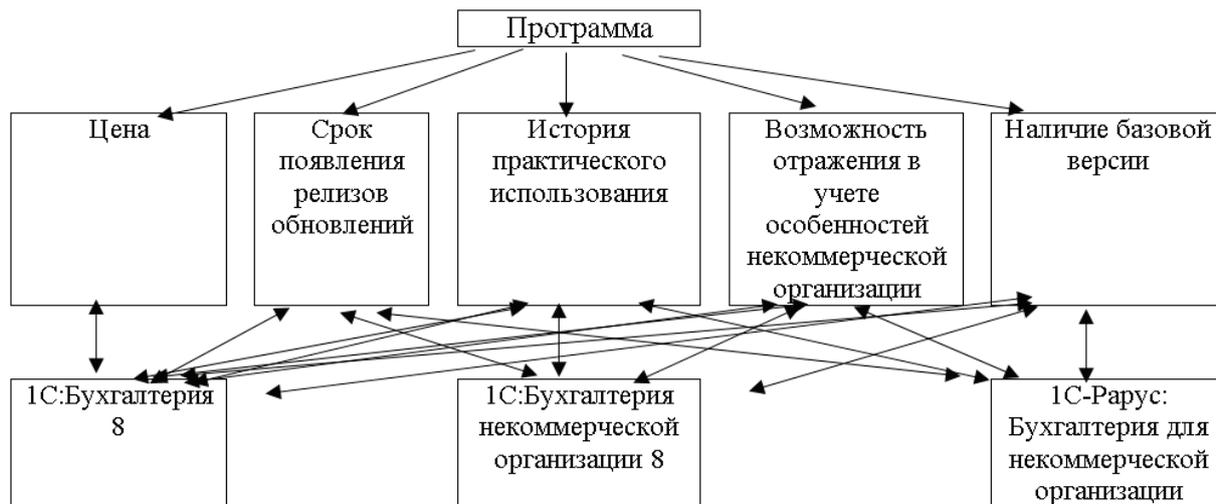


Рис. 1. Построение дерева альтернатив

Представим на рис. 1 дерево альтернатив.

Построим матрицу попарных сравнений критериев по цели и альтернатив по критериям.

Исходно попарное сравнение по качественной шкале, с последующим преобразованием в баллы:

- равно, безразлично = 1
- немного лучше (хуже) = 3 (1/3)
- лучше (хуже) = 5 (1/5)
- значительно лучше (хуже) = 7 (1/7)
- принципиально лучше (хуже) = 9 (1/9)

При промежуточном мнении используются промежуточные баллы 2, 4, 6, 8.

a_{ij} — отношение критерия i к критерию j

$$a_{ji} = 1/a_{ij}$$

$$a_{ii} = 1$$

Матрица попарных сравнений представлена в таблице 1

Зная из открытых источников цену на программные продукты, делаем вывод, что всех доступнее «1С: Бухгалтерия 8», далее «1С: Бухгалтерия некоммерческой организации 8», затем «1С-Рарус: Бухгалтерия для некоммерческой организации».

Сроки появления релизов обновлений у отраслевых программ позднее, чем у основных. По этому критерию значения распределены таким же образом, как в первого критерия.

Расставим значения и по критерию «История практического использования». «1С: Бухгалтерия 8»-это наиболее ранняя и широко используемая программа. Позднее вышла «1С-Рарус: Бухгалтерия для некоммерческой организации», и наименьший срок использования приходится на «1С: Бухгалтерия некоммерческой организации 8».

Таблица 1. Матрица попарных сравнений

Показатель	Цена	Срок появления релизов обновлений	История практического использования	Возможность отражения в учете особенностей некоммерческой организации	Наличие базовой версии
Цена	1	1/5	1/6	1/9	1
Срок появления релизов обновлений	5	1	2	1/6	2
История практического использования	6	1/2	1	1/7	2
Возможность отражения в учете особенностей некоммерческой организации	9	6	7	1	9
Наличие базовой версии	1	1/2	1/2	1/9	1

Наиболее важный для пользователей критерий-это «Возможность отражения в учете особенностей некоммерческой организации». По нему одинаково высокое значение имеют отраслевые программы «1С-Рарус: Бухгалтерия для некоммерческой организации», и «1С: Бухгалтерия некоммерческой организации 8». В то время как в «1С: Бухгалтерия 8» нет функциональных возможностей для отражения в учете отраслевых особенностей религиозных организаций. Для этого пользователи этой программы массово используют ручные операции, что неэффективно и не рекомендуется разработчиком.

Наличие базовой версии программного продукта было бы интересно для небольших религиозных организаций (сельских приходов, мечетей, синагог и пр.), где бухгалтер представлен в единственном числе, следовательно нет необходимости в версиях «Проф» на несколько пользователей. В настоящее время базовые версии продукта есть у «1С-Рарус: Бухгалтерия для некоммерческой организации», и «1С: Бухгалтерия 8». По планам руководства разработчика базовая версия «1С: Бухгалтерия некоммерческой организации 8» будет доступна в ближайшие пару лет.

Составляя матрицы сравнения вариантов (альтернатив) по каждому критерию находим сумму элементов каждого столбца.

$$S_j = a_{1j} + a_{2j} + \dots + a_{nj} \quad (1)$$

Делим все элементы матрицы на сумму элементов соответствующего столбца:

$$A_{ij} = \frac{a_{ij}}{S_j} \quad (2)$$

Данные два действия называются нормировкой матрицы. Находим среднее значение для каждой строки. Полученный столбец задает «веса» критериев с точки зрения поставленной цели. Этот столбец называют весовым столбцом критериев по цели (таблица 2).

Таблица 2. Веса критериев

Показатели	Вес в долях	Вес в процентах
цена	0,046	4,6%
срок появления релизов обновлений	0,140	14,0%
история практического использования	0,136	13,6%
возможность отражения в учете особенностей некоммерческой организации	0,618	61,8%
наличие базовой версии	0,059	5,9%

С точки зрения удовлетворения нашей цели наиболее весомым является возможность отражения в учете особенностей некоммерческой организации (61,8%), далее следует срок появления релизов обновлений (14,0%), потом идет история практического использования (13,6%). Цена и наличие базовой версии имеют наименьшие весовые коэффициенты, в сумме составляющие всего 10,5%.

Повторяем действия для матриц попарного сравнения по критериям. В итоге получаем столбцы (векторы) весовых коэффициентов объектов сравнения с точки зрения соответствия отдельным критериям.

По критерию «цена» наиболее весомым (лучшим, интересным) является 1С: Бухгалтерия 8 (53,9%), далее следует «1С: Бухгалтерия некоммерческой организации» (29,7%), и наименее интересна «1С-Рарус: Бухгалтерия для некоммерческой организации 8» (16,4%). Если бы мы выбирали объект только по цене, то выбор уже сейчас был бы очевидным.

По критерию «срок появления релизов обновлений» наиболее весомым является «1С: Бухгалтерия 8» (72,4%), далее следует «1С: Бухгалтерия некоммерческой организации 8» (19,3%), и наименее интересна «1С-Рарус: Бухгалтерия для некоммерческой организации» (8,3%).

По критерию «история практического использования» наиболее весомым является «1С: Бухгалтерия 8» (69,7%), далее следует «1С-Рарус: Бухгалтерия для некоммерческой организации» (23,2%), и наименее интересна «1С: Бухгалтерия некоммерческой организации 8» (7,2%).

По критерию «возможность отражения в учете особенностей некоммерческой организации» наиболее весомым является «1С-Рарус: Бухгалтерия для некоммерческой организации» (59,1%), далее следует «1С: Бухгалтерия некоммерческой организации 8» (34,5%), и наименее интересна «1С: Бухгалтерия 8» (6,4%).

По критерию «наличие базовой версии» «1С: Бухгалтерия 8» (43,5%) существенно перевешивает и «1С-Рарус: Бухгалтерия для некоммерческой организации» (48,7%), и «1С: Бухгалтерия некоммерческой организации 8» (7,8%).

В результате сформированы:

- вектор весов критериев;
- матрица весов альтернатив по каждому критерию (состоящая из полученных весовых столбцов) в таблице 3.

Таблица 3. Матрица весов альтернатив по каждому критерию

Показатель	Цена	Срок появления релизов обновлений	История практического использования	Возможность отражения в учете особенностей некоммерческой организации	Наличие базовой версии
1С: Бухгалтерия 8	0,539	0,724	0,697	0,064	0,435
1С: Бухгалтерия некоммерческой организации 8	0,297	0,193	0,232	0,345	0,078
1С-Рарус: Бухгалтерия для некоммерческой организации	0,164	0,083	0,072	0,591	0,487

Умножая полученную матрицу на столбец по правилу строка на столбец (матрично), получаем веса альтернатив с точки зрения достижения цели:

$$\begin{bmatrix} 0,539 & 0,724 & 0,697 & 0,064 & 0,435 \\ 0,297 & 0,193 & 0,232 & 0,345 & 0,078 \\ 0,164 & 0,083 & 0,072 & 0,591 & 0,487 \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} 0,046 \\ 0,140 \\ 0,136 \\ 0,618 \\ 0,089 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0,286 \\ 0,291 \\ 0,423 \end{bmatrix}$$

В результате получаем веса альтернатив с точки зрения достижения поставленной цели, в таблице 4.

Таблица 4. Веса альтернатив с точки зрения достижения поставленной цели

Показатель	Вес в долях	Вес в%
1С: Бухгалтерия 8	0,286	28,64%
1С: Бухгалтерия некоммерческой организации 8	0,290	29,01%
1С-Рарус: Бухгалтерия для некоммерческой организации	0,424	42,35%

Таким образом, программный продукт «1С-Рарус: Бухгалтерия для некоммерческой организации» в настоящее время является наиболее привлекательной для данной цели.

Полученные матрицы часто имеют собственную ценность. Например, в этом случае, вектор весов критериев может использоваться многократно для программ и отраслей. Кроме того, из него можно сделать вывод о малой важности критериев «цена» и «наличие базовой версии» и исключения их из рассмотрения. В других случаях неоднократно можно использовать матрицу весов альтернатив по критериям.

Литература:

1. <https://v8.1c.ru/buhv8/> сайт разработчика программы «1С: Бухгалтерия 8» фирмы «1С».
2. <https://v8.1c.ru/buhnpocena-1s-bukhgalterii-nekommercheskoj-organizatsii-8-nko/> сайт разработчика программы «1С: Бухгалтерия некоммерческой организации 8 (НКО)» Фирма «1С».
3. <https://otr-soft.ru/nko/nko8/>-сайт разработчика программы «1С-Рарус: Бухгалтерия для некоммерческой организации» «Тиражные решения 1С-Рарус».

Использование сверточных нейронных сетей в оценке ИТ-проектов: практические аспекты и перспективы развития

Щерба Юрий Владимирович, студент магистратуры
Тульский государственный педагогический университет имени Л. Н. Толстого

В данной статье рассматривается применение сверточных нейронных сетей для оценки ИТ-проектов и принятия инвестиционных решений. В статье описываются основные принципы работы этой технологии, а также практические аспекты, связанные с сбором и предобработкой данных, обучением модели и использованием её результатов для принятия инвестиционных решений. Авторы статьи обсуждают перспективы применения сверточных нейронных сетей для оценки ИТ-проектов, а также подчеркивают важность учета индивидуальных особенностей каждой задачи при выборе оптимального подхода к оценке проектов. В заключении статьи подводятся итоги и подчеркивается актуальность и перспективность данной темы для улучшения процесса принятия инвестиционных решений и повышения успеха ИТ-проектов.

Ключевые слова: сверточные нейронные сети, оценка ИТ-проектов, инвестиционные решения, машинное обучение, данные, предобработка данных, практические аспекты, принципы работы, перспективы.

В настоящее время информационные технологии являются одним из ключевых факторов, влияющих на экономический рост и развитие любой страны. Современные ИТ-проекты становятся все более сложными и разнообразными, и их оценка и принятие инвестиционных решений представляют собой сложную и ответственную задачу. В этом контексте применение инновационных методов и технологий для оценки ИТ-проектов становится все более актуальным. В данной работе мы предлагаем использование сверточных нейронных сетей для оценки инновационных ИТ-проектов и принятия инвестиционных решений. Целью нашей работы является рассмотрение практических аспектов и перспектив развития данного подхода. Для достижения этой цели мы поставили следующие задачи: провести обзор литературы по данной теме, рассмотреть практические аспекты применения сверточных нейронных сетей в оценке ИТ-проектов, проанализировать перспективы развития данного подхода. [1]

Большинство существующих исследований по использованию сверточных нейронных сетей в оценке ИТ-проектов сосредоточены на использовании анализа данных и машинного обучения для прогнозирования результатов проектов. Некоторые исследования также рассматривают использование сверточных нейронных сетей для анализа финансовых данных и принятия инвестиционных решений.

Одним из существующих методов оценки ИТ-проектов является метод анализа рисков. Он включает в себя оценку финансовых, технических, временных, правовых и других рисков, связанных с проектом. Другой метод — метод оценки экономической эффективности, включает в себя оценку экономической эффективности проекта, такую как чистая приведенная стоимость, внутренняя норма доходности и т.д. [6]

В нашей работе мы предлагаем использовать сверточные нейронные сети для более точной и эффективной оценки ИТ-проектов и принятия инвестиционных решений.

Для начала мы собираем данные проекта, включая информацию о его финансовом состоянии, сроках выполнения, технических характеристиках и других факторах. Затем мы применяем методы предобработки данных, такие как масштабирование и нормализация, для обеспечения точности и эффективности работы сверточной нейронной сети.

Далее мы обучаем сверточную нейронную сеть на основе данных проекта, используя наборы обучающих и тестовых данных. Обученная нейронная сеть используется для прогнозирования результатов проекта, включая его финансовый результат и эффективность. [5]

Наша методика также включает в себя использование метрик оценки результатов, таких как точность и средняя квадратическая ошибка, для оценки качества работы сверточной нейронной сети. Мы также проводим анализ чувствительности, чтобы оценить влияние различных факторов на результаты проекта.

В результате нашей методики мы можем получить более точную и надежную оценку ИТ-проекта и принять обоснованные инвестиционные решения.

Использование сверточных нейронных сетей для оценки ИТ-проектов имеет множество преимуществ, среди которых высокая точность и эффективность в обработке больших объемов данных. Сверточные нейронные сети также могут обучаться на наборах данных различной сложности и структуры, что позволяет использовать их для оценки широкого спектра ИТ-проектов. [2]

Кроме того, сверточные нейронные сети могут автоматически извлекать признаки из данных проекта, что облегчает процесс оценки и позволяет получать более точные результаты. Также можно использовать сверточные нейронные сети для выявления скрытых связей и зависимостей между различными факторами проекта.

Однако, использование сверточных нейронных сетей также имеет некоторые ограничения. Во-первых, необходимо иметь достаточно большой объем данных проекта для обучения сверточной нейронной сети, что может ограничить её использование в случае малых выборок. Во-вторых, сверточные нейронные сети могут быть склонны к переобучению при недостаточной регуляризации, что может привести к неправильным оценкам проекта. [6]

Тем не менее, несмотря на эти ограничения, использование сверточных нейронных сетей для оценки ИТ-проектов имеет большой потенциал для улучшения точности и эффективности процесса принятия инвестиционных решений.

Для обучения сверточной нейронной сети необходимо иметь достаточно большой объем данных проекта, а также пра-

вильно подобрать гиперпараметры модели. Первый шаг — это сбор и предобработка данных. Для оценки ИТ-проектов может потребоваться использование данных из различных источников, таких как отчёты о проекте, информация о финансовых показателях, общая информация о компании и т.д.

После сбора данных необходимо провести их предобработку, которая может включать в себя удаление выбросов, заполнение пропущенных значений, нормализацию и т.д. Затем данные могут быть разделены на обучающую, валидационную и тестовую выборки.

Далее можно приступить к обучению сверточной нейронной сети. В зависимости от задачи и структуры данных можно выбрать различные архитектуры сверточных нейронных сетей и подобрать гиперпараметры, такие как размер фильтра, число фильтров и т.д. Обучение модели может занимать значительное время и ресурсы, поэтому необходимо выбирать оптимальные параметры для достижения высокой точности и эффективности. [3]

После обучения сверточной нейронной сети можно использовать её для оценки ИТ-проектов. Для этого необходимо подать данные проекта на вход модели и получить предсказанный

результат. Результаты можно анализировать и использовать для принятия инвестиционных решений. [4]

Мы рассмотрели перспективы применения сверточных нейронных сетей для оценки ИТ-проектов, а также описали основные принципы работы этой технологии. Были рассмотрены практические аспекты, связанные с сбором и предобработкой данных, обучением модели и использованием её результатов для принятия инвестиционных решений.

Оценка ИТ-проектов является критической задачей для компаний и инвесторов, и использование сверточных нейронных сетей может существенно повысить эффективность и точность этого процесса. Однако, важно понимать, что это не единственный и не всегда оптимальный подход к оценке проектов, и необходимо учитывать индивидуальные особенности каждой задачи.

Тем не менее, использование сверточных нейронных сетей для оценки ИТ-проектов является актуальной и перспективной темой, которая может привести к значительному улучшению процесса принятия инвестиционных решений и увеличению успеха ИТ-проектов.

Литература:

1. Кропотов, Д. (2019). Глубокое обучение: от базовых концепций до продвинутых алгоритмов (с. 140–152). Москва: ДМК Пресс.
2. Goodfellow, I., Bengio, Y., & Courville, A. (2016). Deep learning. MIT press.
3. Zhang, Y., & Yang, Q. (2018). A survey on multi-task learning.
4. Лекторский, В. А. (2019). Машинное обучение: алгоритмы и модели (с. 220–236). Санкт-Петербург: БХВ-Петербург.
5. Иванов, Д. (2020). Практическое руководство по машинному обучению с использованием Python (с. 120–136). Санкт-Петербург: ООО «Издательство Питер».
6. LeCun, Y., Bengio, Y., & Hinton, G. (2015). Deep learning. Nature, 521(7553), 436–444.

Разработка серверной части веб-приложения социальной сети

Языков Николай Владимирович, студент

Национальный исследовательский университет «Московский институт электронной техники» (г. Зеленоград)

В последние годы огромное значение в развитии малого и среднего бизнеса играли такие платформы как Instagram¹, Facebook*, Twitter и многие другие. Однако в связи с тенденцией мирового сообщества наша страна столкнулась с множеством санкций других государств, в частности европейской части мира. Ограничения затронули множество веб-приложений в том числе социальные сети (Instagram*, Facebook*, Twitter), различные интернет-издания и множество других информационных площадок. Таким образом, масса людей и компаний остались без работы, а также без возможности показать свои достижения миру. Вследствие чего творческие люди больше не могли искать клиентов из-за закрытия Instagram, так как многие работали и продвигали свои продукты именно через это веб-приложение. Также стоит отметить, что самым

важным является то, что людей ограничили в возможности общения друг с другом.

Из-за наложенных санкций большинство людей столкнулось с проблемой коммуникации друг с другом. Малый бизнес остался без возможности прорекламировать свои продукты с помощью различных интернет-площадок. Помимо этого, стоит отметить, что масса компаний потеряла огромные средства, вложенные на продвижение своих товаров среди пользователей.

На текущий момент времени Instagram*, разработанный компаниями Meta², является одной из самых популярных социальных сетей во всем мире. Согласно данным, опубликованным 14 марта 2022 года главой Instagram*, более 80 миллионов уникальных пользователей из нашей страны заходили

¹ Meta Platforms Inc. признана экстремистской организацией и запрещена в РФ

² признана экстремистской организацией и запрещена в РФ

ежемесячно на эту платформу. Если верить этой статистике, то тогда Instagram* является самой востребованной социальной сетью в России. Однако данный продукт имеет массу проблем. Одним из основных недостатков данного продукта является отсутствие полноценного веб-приложения для загрузки фотографий. Также стоит отметить, что в данном приложении не производится проверка пользователей, что существенно увеличивает количество недействительных аккаунтов.

В связи с этим был создан российский аналог Росграм. Однако в данном продукте существует масса проблем. От пользователей поступило большое количество жалоб на медленную работу веб-приложения, а основной проблемой является то, что за регистрацию нового пользователя просили заплатить деньги.

При разработке российского конкурентно-способного аналога необходимо реализовать полноценное веб-приложение, в котором будет предусмотрена возможность загрузки фотографий через обычный браузер. Также нужно осуществить проверку аккаунта с помощью активационного кода, который будет отправлен на электронную почту при регистрации поль-

зователя. Для хранения и работы с данными должна использоваться быстрая и безопасная СУБД.

Так, перед началом работы надо определить, какая именно система управления базами данных будет использоваться. Ниже, на рисунке 1, показан график сравнение производительности добавления записей с индексом.

Обобщая вышеприведенные данные в таблице 1, можно сделать вывод о том, что MySQL — хороший выбор, если:

- ваша база данных мало масштабируется;
- необходима высокая скорость передачи данных;
- безопасность данных — главный приоритет;
- будут использоваться SQL и JOIN запросы;
- будут использоваться такие соединения с СУБД как JDBC.

MongoDB — хороший выбор, если:

- не требуется обработка SQL и JOIN запросов;
- вам нужна возможность мгновенно восстановить данные;
- вы работаете с нестабильной схемой.

Так как веб-приложение должно обеспечивать быструю передачу данных и при разработке будут использоваться SQL запросы, то использование такой СУБД как MongoDB не явля-

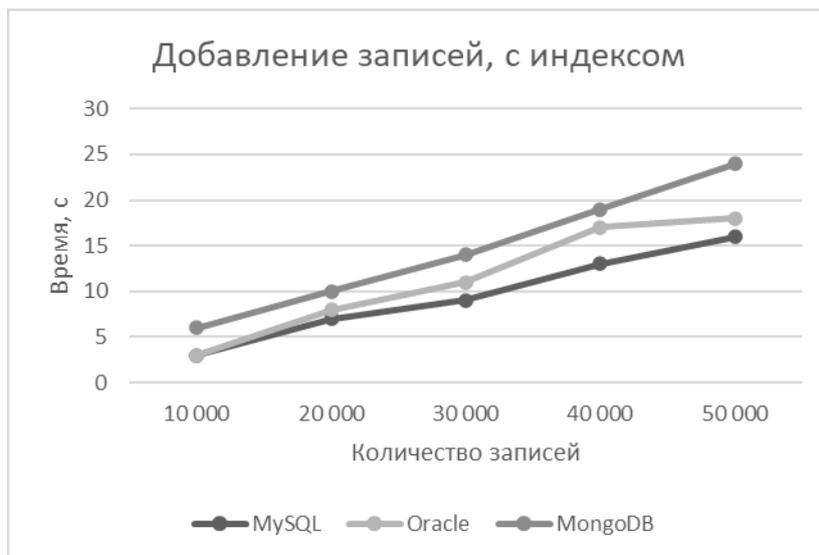


Рис. 1. Производительность СУБД

Таблица 1. Сравнение систем управления баз данных

	Oracle	MongoDB	MySQL
Представление данных	В виде строк и столбцов	В виде JSON документов	В виде строк и столбцов
Поддержка SQL и JOIN запросов	Да	Нет	Да
Поддержка XML	Да	Нет	Да
API и другие методы доступа	ADO.NET, JDBC, ODBC	Протокол где используется JSON	ADO.NET, JDBC, ODBC
Обращение к нескольким БД	Да	Нет	Да
Схема данных	Все таблицы имеют строгую типизацию	Каждый объект может содержать разные поля	Все таблицы имеют строгую типизацию
Коммерческий продукт	Да	Нет	Нет
Масштабируемость	Используется в среднем и крупном бизнесе	Используется в среднем и малом бизнесе	Используется в среднем, малом и крупном бизнесе

ется наилучшим вариантом. Использование Oracle в текущей обстановке невозможно. Вследствие чего, можно сделать вывод о том, что MySQL является самым подходящим вариантом для разработки веб-приложения.

Для повышения производительности и скорости разработки готового продукта, необходимо выбрать подходящий веб-фреймворк. Ниже, в таблице 2, представлены самые актуальные и востребованные каркасы.

Таблица 2. Сравнение веб-фреймворков

	Spring Boot	Django	Laravel
Аппаратная платформа	Java	Python	PHP
Поддержка ORM	Да	Да	Да
Поддержка MVC	Да	Да	Да
Популярность	1,4 миллиона	700 тысяч	507 тысяч
Интеграция	Простая (Легко совместить с ORM и другими)	Тяжелая	Тяжелая
Встроенные серверы	Да	Нет	Нет
Безопасность	Защита от XSS и CSRF	Защита от XSS и CSRF	Защита от XSS и CSRF

Исходя из вышеперечисленного можно сказать, что принципиальной разницы между фреймворками нет. Однако Spring Boot отличается тем, что интеграция с Hibernate ORM или Spring Security будет проходить значительно быстрее, так как для подключения того или иного фреймворка нужно просто добавить зависимости в конфигурационном файле.

Разработка данного веб-приложения позволит создать конкурентоспособный российский аналог социальной сети, при этом расширив и улучшив функциональные возможности, а также сократить количество недействительных аккаунтов, что значительно повысит степень безопасности данного продукта.

Литература:

1. Chris Schaefer, Clarence Ho, Iuliana Cosmina, Rob Harrop. Pro Spring 5, 5th Edition, 2017. — 1122 p.;
2. Клепшман Мартин Высоконагруженные приложения. Программирование, масштабирование, поддержка, 2017. — 640 с.

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Влияние затяжки анкерных болтов станков на гашение вибрации

Антоненко Максим Владимирович, старший преподаватель;
Тукаев Илья Эдуардович, студент магистратуры
Рязанский институт (филиал) Московского политехнического университета

Статья посвящена изучению гашения среднечастотных вибраций на фундаменты станочного оборудования промышленных зданий методом затяжки анкерных болтов с использованием физических моделей с рассеиванием энергии колебаний в трехслойных, двухслойных, однослойных демпферах.

Ключевые слова: станочное оборудование, фундамент, вибрация, гашение колебаний.

Effect of machine anchor bolt tightening on vibration dampening

Antonenko Maksim Vladimirovich, senior teacher;
Tukaev Ilya Eduardovich, student master's degree
Ryazan Institute (branch) of Moscow Polytechnic University

The paper studies damping of medium frequency vibration on machining equipment industrial building foundations via anchor bolt tightening through physical model application with vibration energy dissipation in three-layer, double-layer, single-layer damper pads.

Keywords: machining equipment, foundation, vibration, vibration damping.

Глава 1. Влияние затяжки анкерных болтов станков на гашение вибрации при трехслойных прокладках

Одним из вариантов продления эффективной работы станочного оборудования является устранение вибрации, которая является следствием динамических нагрузок от вращающихся неуравновешенных элементов. Особую опасность в таких случаях представляют ситуации разгона шпинделей и планшайб, когда в процессе разгона происходит переход через резонансные частоты [1].

В тяжелом машиностроении нашли широкое применение токарные станки, которые часто называют лобовыми, за счет того, что детали, устанавливаемые на них, устанавливаются не в патрон, а в планшайбы.

В качестве объекта исследования была выбрана гибридная система гашения вибраций пружинного типа с резиновыми прокладками [2]. Данный выбор обосновывается тем, что разнородные системы гашения колебаний сложнее ввести в резонанс.

В качестве основного показателя для лабораторных испытаний была принята максимальная величина вибрации токарных лобовых станков Y при черновом обтачивании h , при частоте вращения шпинделя n , масса лобового токарного

станка — m , масса лабораторной установки m_1 , расчетная частота вращения шпинделя — n_1 (в соответствии с законом о сохранении количества движения и соотношением масс).

Рандомизация проведения опытов производилась с учетом оптимизации настройки установки на проведение эксперимента. В качестве первого фактора была принята вес грузов дисбаланса с максимальным смещением по внутреннему отверстию $\varnothing 24$ при диаметре вала вибратора 10 мм. Вес дисбалансов соответственно составлял $X_{11} = -1 = 92$ гс, $X_{12} = 0 = 184$ гс, $X_{13} = 1 = 276$ гс. Величина зажатия пружинного амортизатора составляла $X_{31} = (-1) = 12$ мм, $X_{32} = (0) = 6$ мм, $X_{33} = (1) = 0$ мм. Толщина резинового амортизатора в первой серии была равна $X_{21} = X_{22} = X_{23} = 9$ мм (3 слоя). Схемы настройки установки представлены на рисунках 1, 2 и 3. Результаты первой серии лабораторных испытаний представлены в таблице 1 и рис. 4.

Глава 2. Влияние затяжки анкерных болтов станков на гашение вибрации при двухслойных прокладках

Главным элементом в гашении вибрации является диссипация, т.е. — рассеивание энергии колебаний. Как правило, колебательная энергия движения переводится в тепловую. Поэтому данная серия опытов была связана с переходом фактора

Таблица 1. Результаты первой серии лабораторных испытаний

№ п/п	№ рандом	X_1	X_2	X_3	Y	№ п/п	№ рандом	X_1	X_2	X_3	Y
1	27	1	1	1	0,50	6	18	1	1	0	0,70
2	26	0	1	1	0,15	7	9	1	1	-1	0,95
3	25	-1	1	1	0,08	8	8	0	1	-1	0,45
4	16	-1	1	0	0,15	9	7	-1	1	-1	0,18
5	17	0	1	0	0,35						

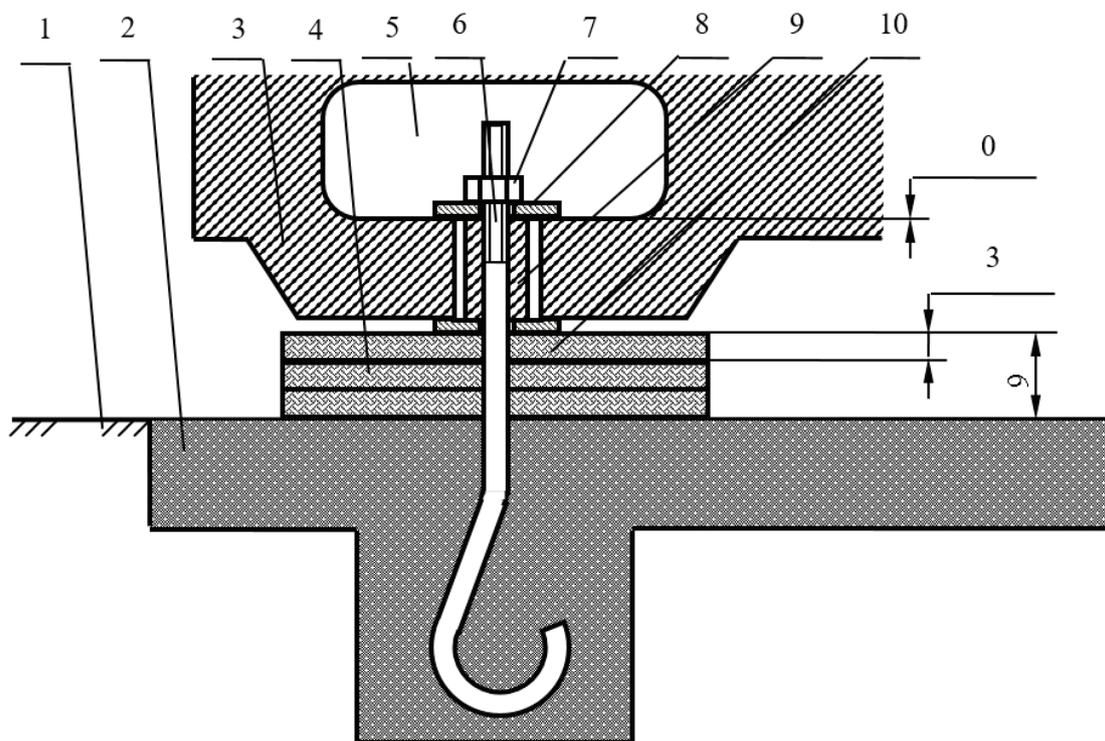


Рис. 1. Схема устройства для гашения динамических нагрузок на массивные фундаменты промышленных сооружений с тремя гасящими вибрацию резиновыми подушками при максимальной затяжке пружины

1 — пол цеха; 2 — бетонный подлив под технологическое оборудование; 3 — технологический прилив оборудования для крепления к фундаменту; 4 — гасящая вибрацию резиновая подушка; 5 — технологическая полость оборудования для крепления к фундаменту; 6 — анкер; 7 — гайка; 8 — верхняя шайба; 9 — пружинный амортизатор; 10 — нижняя шайба

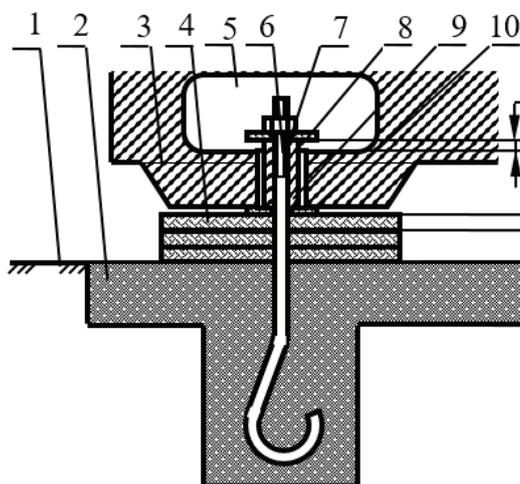


Рис. 2. Схема устройства для гашения динамических нагрузок на массивные фундаменты промышленных сооружений с тремя гасящими вибрацию резиновыми подушками при средней затяжке пружины

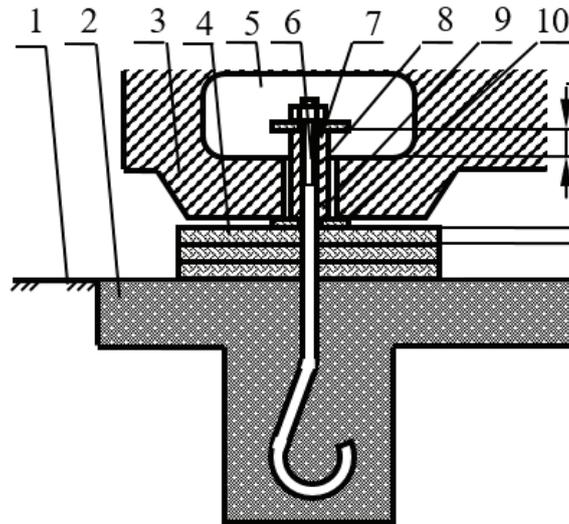


Рис. 3. Схема устройства для гашения динамических нагрузок на массивные фундаменты промышленных сооружений с тремя гасящими вибрацию резиновыми подушками при минимальной затяжке пружины

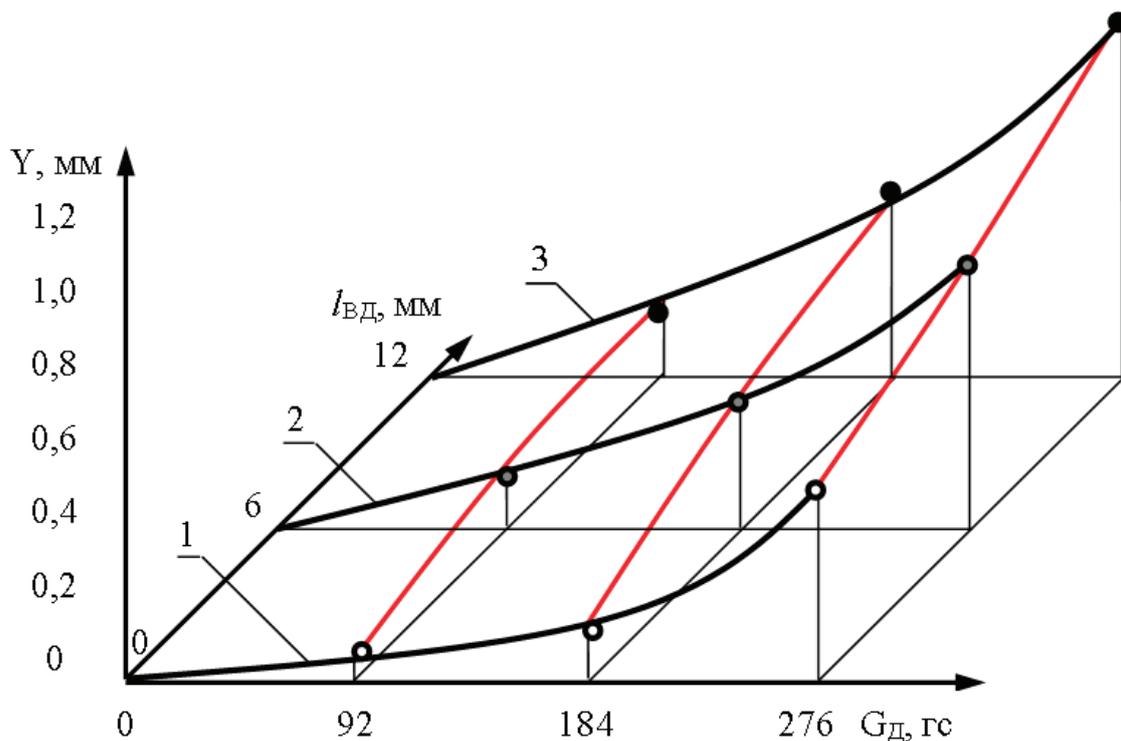


Рис. 4. Значения функции отклика по точкам проведенных лабораторных экспериментов:
1 — точки (25, 26, 27); 2 — точки (16, 17, 18); 3 — точки (7, 8, 9)

X_2 на $X_{21} = X_{22} = X_{23} = 6$ мм (2 слоя), а факторы X_1 и X_3 менялись от (-1) , (0) и $(+1)$.

Общие схемы настройки установки во второй серии представлены на рисунках 5, 6, 7.

Результаты экспериментов приведены в табл. 2 и рисунке 8.

Резкое увеличение вибрации в данной серии испытаний, по всей видимости, связано с попаданием нагрузочной вибрационной системы в резонанс. Данная причина резкого возрастания колебаний редко рассматриваются в работах, т.к.

проведение таких исследований требует проведение исследований, как минимум 5^5 испытаний, что является чрезвычайно трудоемким процессом. Хотя это безусловно интересный факт предупреждающий исследователей о возникновении резонансов, а следовательно об ограничении частоты вращения источника вибрации, т.к. при $n \rightarrow \infty \Delta t \rightarrow 0$, а следовательно и импульс ударной силы в резонансе $JF \rightarrow \infty$, что при больших значениях n может привести к разрушению исследовательской установки.

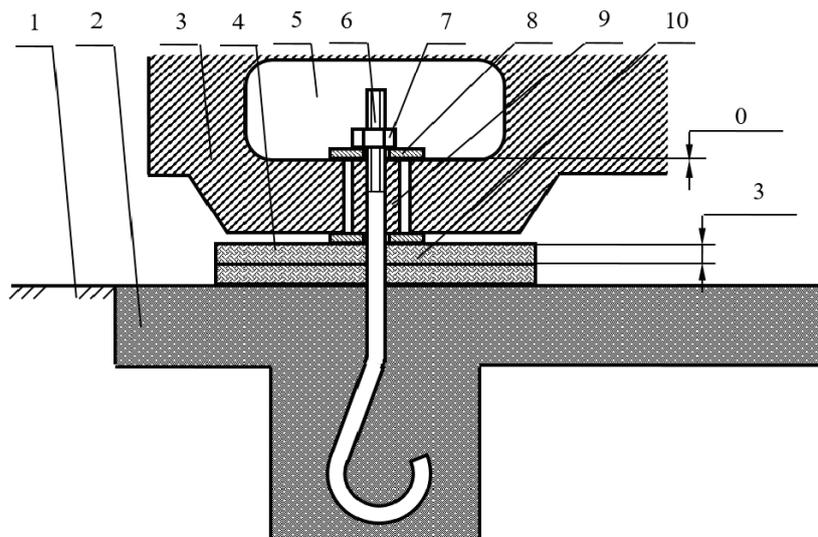


Рис. 5. Схема устройства для гашения динамических нагрузок на массивные фундаменты промышленных сооружений с двумя гасящими вибрацию резиновыми подушками при максимальной затяжке пружины

1 — пол цеха; 2 — бетонный подлив под технологическое оборудование; 3 — технологический прилив оборудования для крепления к фундаменту; 4 — гасящая вибрацию резиновая подушка; 5 — технологическая полость оборудования для крепления к фундаменту; 6 — анкер; 7 — гайка; 8 — верхняя шайба; 9 — пружинный амортизатор; 10 — нижняя шайба

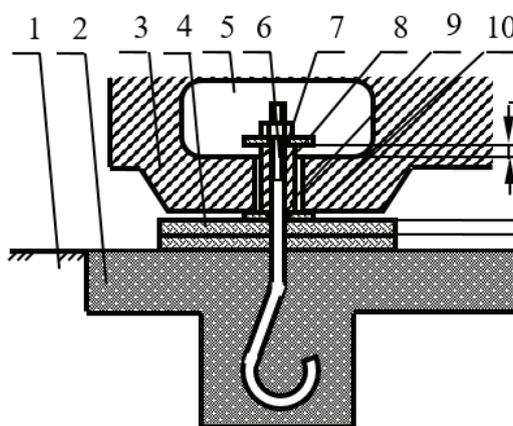


Рис. 6. Схема устройства для гашения динамических нагрузок на массивные фундаменты промышленных сооружений с двумя гасящими вибрацию резиновыми подушками при средней затяжке пружины

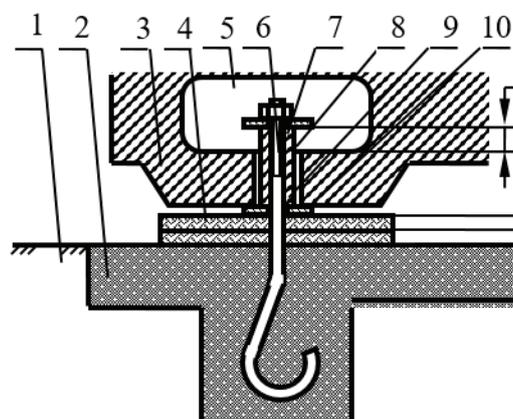


Рис. 7. Схема устройства для гашения динамических нагрузок на массивные фундаменты промышленных сооружений с двумя гасящими вибрацию резиновыми подушками при минимальной затяжке пружины

Таблица 2. Результаты второй серии лабораторных испытаний

№ п/п	№ рандом	X_1	X_2	X_3	Y	№ п/п	№ рандом	X_1	X_2	X_3	Y
1	4	-1	0	-1	0,17	6	13	-1	0	0	0,15
2	5	0	0	-1	0,80	7	22	-1	0	1	0,05
3	6	1	0	-1	1,75	8	23	0	0	1	0,25
4	15	1	0	0	1,45	9	24	1	0	1	0,65
5	14	0	0	0	0,65						

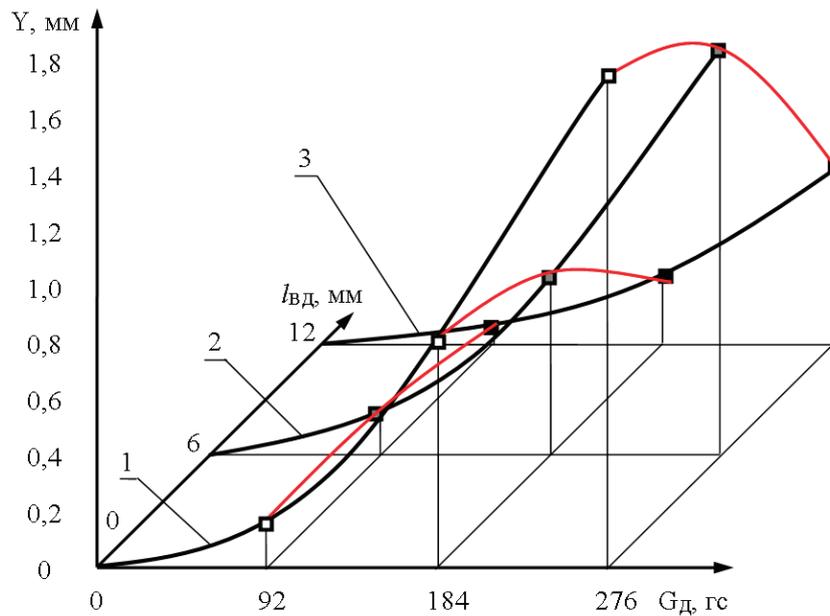


Рис. 8. Значения функции отклика по точкам проведенных лабораторных экспериментов
 1 — точки (4, 5, 6); 2 — точки (13, 14, 15); 3 — точки (22, 23, 24)

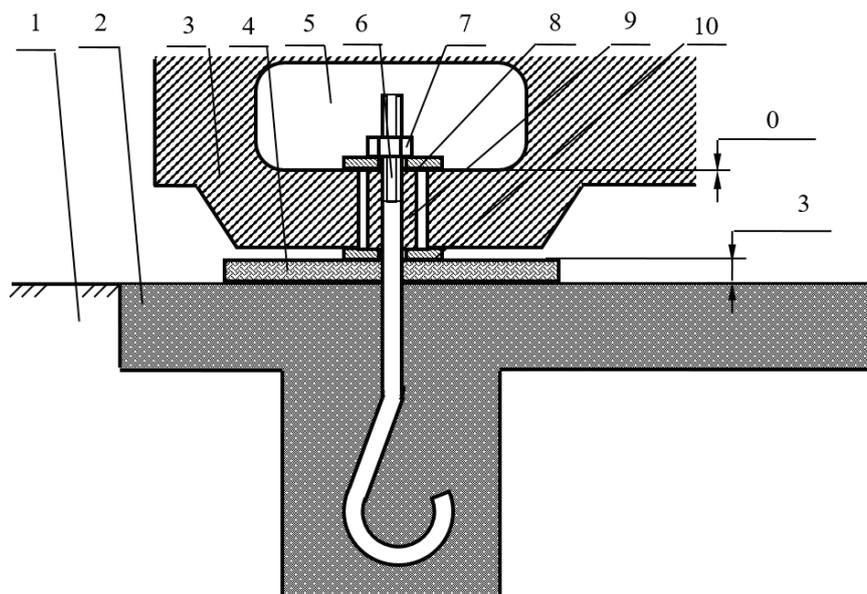


Рис. 9. Схема устройства для гашения динамических нагрузок на массивные фундаменты промышленных сооружений с одной гасящей вибрацию резиновой подушкой при максимальной затяжке пружины

1 — пол цеха; 2 — бетонный подлив под технологическое оборудование; 3 — технологический прилив оборудования для крепления к фундаменту; 4 — гасящая вибрацию резиновая подушка; 5 — технологическая полость оборудования для крепления к фундаменту; 6 — анкер; 7 — гайка; 8 — верхняя шайба; 9 — пружинный амортизатор; 10 — нижняя шайба

Глава 3. Влияние затяжки анкерных болтов станков на гашение вибрации при однослойных прокладках

Самой сложной задачей лабораторных исследований являются эксперименты связанные с фактором $X_2 = X_{21} = X_{22} =$

$= X_{23} = 3$ мм (1 слой). Так небольшая толщина резиновой подушки практически полностью передает нагрузку на фундамент по количеству и направлению. Факторы X_1 и X_2 меняются (-1), (0) и (+1) [1]. Результаты и схемы экспериментов приведены на рисунках 9, 10, 11 и 12 и в табл. 3.

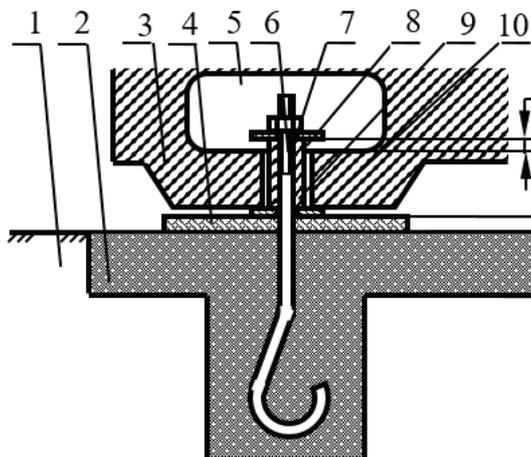


Рис. 10. Схема устройства для гашения динамических нагрузок на массивные фундаменты промышленных сооружений с двумя гасящими вибрацию резиновыми подушками при средней затяжке пружины

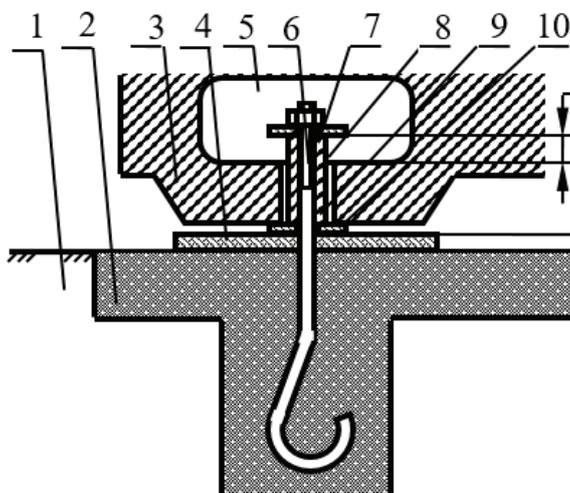


Рис. 11. Схема устройства для гашения динамических нагрузок на массивные фундаменты промышленных сооружений с тремя гасящими вибрацию резиновыми подушками при минимальной затяжке пружины

Таблица 3. Результаты третьей серии лабораторных испытаний

№ п/п	№ рандом	X_1	X_2	X_3	Y	№ п/п	№ рандом	X_1	X_2	X_3	Y
1	3	1	-1	-1	0,50	6	12	1	-1	0	0,40
2	2	0	-1	-1	0,15	7	21	1	-1	1	0,10
3	1	-1	-1	-1	0,04	8	20	0	-1	1	0,06
4	10	-1	-1	0	0,03	9	19	-1	-1	1	0,03
5	11	0	-1	0	0,20						

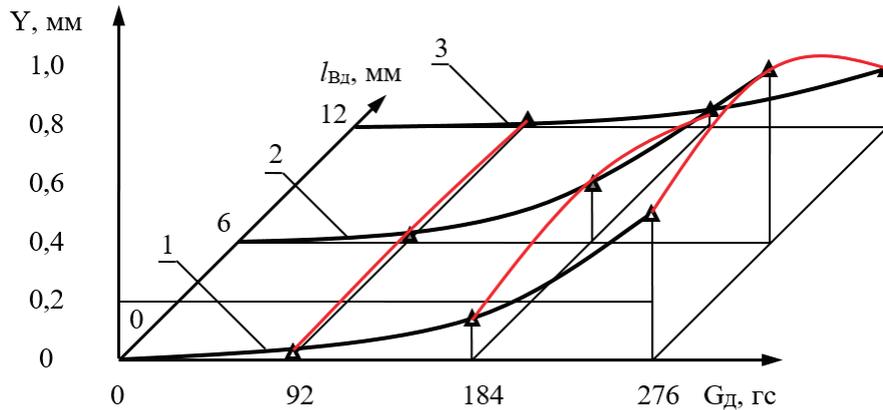


Рис. 12. Значения функции отклика по точкам проведенных лабораторных экспериментов
1 — точки (1, 2, 3); 2 — точки (10, 11, 12); 3 — точки (19, 20, 21)

В результате проведенных экспериментов можно отметить следующее:

— при постоянной мощности источника вибрации значительную часть ее часть поглощает система амортизации, так при минимальной затяжке пружинного амортизатора и максимальной толщине гасящей вибрацию резиновой подушки величина мощности переводимой в колебания больше в 3,5 раза больше, чем при минимальной затяжке пружинного амортизатора и минимальной толщине гасящей вибрацию резиновой подушки. А в сравнении при минимальной затяжке пружинного амортизатора и максимальной толщине гасящей вибрацию резиновой подушки и при минимальной затяжке пружинного амортизатора и минимальной толщине гасящей вибрацию резиновой подушки это изменение составляет 15 раз;

— естественно, что соответственное сокращение передаваемой вибрационной мощности произойдет и с передаваемой на анкерное крепление и продлит его срок эксплуатации, правда при этом вибрационная мощность воспринимаемая гасящей вибрацию резиновой подушкой приведет к повышенному истиранию последней и ее замене при текущих поверках лобовых станков, которое производится раз в три месяца, когда станок останавливается для шабрения и поверки направляющих;

— данная система гашения вибрационных колебаний на лобовых станках позволит также снизить вибрационное воздействие через пол на ограждающие конструкции здания, что позволит сократить количество ежегодных герметизаций на зимний период штукатурными смесями, для предотвращения тепловых потерь через образующиеся щели между навесными стеновыми панелями.

Литература:

1. Васильев А. В., Глейзер А. И., Чернов Н. С. Снижение вибрации и низкочастотного шума энергетических установок и присоединенных механических систем с использованием гасителей колебаний давления газа и активных компенсаторов // Известия Самарского научного центра Российской академии наук, т. 13, Механика и машиностроение № 4, 2011 — с. 281–287 <https://cyberleninka.ru/article/n/snizhenie-vibratsii-i-nizkochastotnogo-shuma-energeticheskikh-ustanovok-i-prisoedinennyh-mehanicheskikh-sistem-s-ispolzovaniem> (последнее обращение 12.11.2022).
2. Кашин С. Г. Защита от вибрации: Учеб. пособие / С. Г. Кашина. — Казань: Изд-во Казанского гос. ун-та, 2012. — 133 с.
3. Куцев И. Е., Тукаев И. Э. Результаты лабораторных испытаний гашения вибрации на фундаменты промышленных зданий от оборудования // Инновации и инвестиции. — 2022. — № 11. — С. 219–223

Оптимизация системы технического обслуживания и ремонта динамического оборудования путем модернизации ремонтного производства

Гайнутдинов Шамиль Афляхович, студент магистратуры;
Бикмухаметова Марина Александровна, доцент
Уфимский государственный нефтяной технический университет

Оптимизация системы технического обслуживания и ремонта является актуальной задачей для предприятий, эксплуатирующих динамическое оборудование, решение которой в современных условиях является комплексным.

В настоящей работе представлены результаты исследований дифференциации применяемого основного и вспомогательного оборудования для восстановления работоспособности динамического оборудования одного из нефтеперерабатывающих предприятий Российской Федерации. Исследование направлено на формирование требуемых средств производства для выполнения регламентных работ по техническому обслуживанию и ремонту динамического оборудования.

Ключевые слова: оптимизация, система технического обслуживания и ремонта, динамическое оборудование, модернизация, станочный парк.

Основная часть: Система технического обслуживания и ремонта (ТОиР) на производственных предприятиях предназначена для поддержания оборудования в работоспособном состоянии [1]. Большая часть промышленных предприятий Российской Федерации в качестве основной концепции ТОиР используют систему планово-предупредительных ремонтов (ППР).

Как показывает практика, такие факторы, как расширение предприятия, техническое перевооружение, диверсификация, повышенный износ основных фондов и другие, приводят к той ситуации, когда существующая система ТОиР требует оптимизации. Направления оптимизации для каждого предприятия индивидуальны, определяются на основании расчетов и анализа результатов хозяйственной деятельности предприятия [2, 3].

В настоящей работе рассмотрено направление оптимизации системы ТОиР путем модернизации ремонтного производства.

Объектом исследования является оснащение ремонтного производства, предназначенное для поддержания и восстановления работоспособности динамического оборудования одного из нефтеперерабатывающих предприятий (НПП) Российской Федерации. [5]. Предпосылкой выбора объекта исследования являются результаты предыдущей работы, связанной с оценкой эксплуатационной надежности динамического оборудования, которые показали снижение показателей надежности за счет увеличения времени простоя оборудования в ремонте [2].

Ремонтное производство, является структурным подразделением НПП, и выполняет работы по техническому обслуживанию и ремонту для следующих видов оборудования: аппаратов воздушного охлаждения, вентиляционного, компрессорного и насосного оборудование. Сведения о количестве оборудования и видах ремонта, выполненного в период 2022 года на производственных площадях, рассматриваемого в данной работе ремонтного хозяйства, представлены в таблице 1.

Таблица 1. Общие сведения о планируемых к исполнению технических обслуживаний в период 2022 года.

Наименование оборудования	Количество единиц оборудования в хозяйстве	Количество ремонтов по графику ППР			Плановое количество ремонтов
		Виды ремонта			
		КР	СР	ТР	
аппараты воздушного охлаждения	264	62	202	-	264
вентиляционное оборудование	43	14	-	32	46
компрессорное оборудование	49	5	27	23	55
насосное оборудование	926	208	292	521	1021
Итого	1282	289	521	576	1386

Объем выполняемых работ ремонтным производством формируется исходя из годового графика ППР [4] всех видов динамического оборудования, эксплуатируемого на данной производственной площадке (НПП).

В процессе работы над задачами оптимизации ремонтного производства выявлена недостаточность его оснащенности основным и вспомогательным оборудованием (оснасткой) для выполнения ремонтных работ.

Основой для проектирования оптимального ремонтно-механического подразделения является общая ремонтная слож-

ность оборудования и требуемые к исполнению ремонтные операции.

Сведения о выполняемых операциях при выполнении ремонтных работ и требуемой оснастки были определены в соответствии с технологическими картами представлены в таблице 2. [6].

Следующим шагом наших действий является определение объема требуемых трудозатрат на выполнение в полном объеме графика ППР. Распределение трудозатрат в зависимости от наименования оборудования и вида ремонта представлено в таблице 3.

Таблица 2. Сведения о выполняемых операциях при выполнении ремонтных работ и требуемой оснастки

Оборудование	Вид ремонта	Дефектуемые детали	Действие	Технологические операции	Требуемая оснастка	
аппараты воздушного охлаждения	СР	рабочее колесо	замена	точение, протягивание, фрезерование	карусельный станок, вертикально-фрезерный станок вертикально-протяжный станок	
			восстановление мест коррозионного износа	зачистка, засверловка, разделка трещин, наплавка, точение, балансировка	сварочный инвертор, ушм, дрель, токарно-винторезный станок, карусельный станок, стенд для статической балансировки	
			восстановление шпоночных канавок, изготовление нестандартных шпонок	протягивание, фрезерование	вертикально-протяжный станок вертикально-фрезерный станок	
			балансировка	балансировка статическая и динамическая	стенд для статической балансировки стенд для динамической балансировки	
		подшипники качения	замена	выпрессовка и запрессовка	механические и гидравлические приспособления для выпрессовки и запрессовки, масляная ванна	
			замена	точение, протягивание, фрезерование	карусельный станок, вертикально-фрезерный станок вертикально-протяжный станок	
		КР	рабочее колесо	восстановление мест коррозионного износа	зачистка, засверловка, разделка трещин, наплавка, точение, балансировка	сварочный инвертор, ушм, дрель, токарно-винторезный станок, карусельный станок, стенд для статической балансировки
				восстановление шпоночных канавок, изготовление нестандартных шпонок	протягивание, фрезерование	вертикально-протяжный станок вертикально-фрезерный станок
				балансировка	балансировка статическая и динамическая	стенд для статической балансировки стенд для динамической балансировки
				замена	выпрессовка и запрессовка	механические и гидравлические приспособления для выпрессовки и запрессовки, масляная ванна
ТР	рабочее колесо	подшипники качения	замена	точение, протягивание, фрезерование	карусельный станок, вертикально-фрезерный станок, вертикально-протяжный станок	
			замена	зачистка, засверловка, разделка трещин, наплавка, точение, балансировка	сварочный инвертор, ушм, дрель токарно-винторезный станок, карусельный станок, стенд для статической балансировки	
		ротор	восстановление шпоночных канавок, изготовление нестандартных шпонок	протягивание, фрезерование	вертикально-протяжный станок, вертикально-фрезерный станок зерный станок	
			балансировка	балансировка статическая и динамическая	стенд для статической балансировки, стенд для динамической балансировки	
			замена	выпрессовка и запрессовка	механические и гидравлические приспособления для выпрессовки и запрессовки, масляная ванна	
			замена	точение, протягивание, фрезерование	карусельный станок, вертикально-фрезерный станок, вертикально-протяжный станок	

Оборудование	Вид ремонта	Дефектуемые детали	Действие	Технологические операции	Требуемая оснастка	
вентиляционное оборудование	КР	рабочее колесо	замена	точение, протягивание, фрезерование	карусельный станок, вертикально-фрезерный станок вертикально-протяжный станок	
			восстановление мест коррозионного износа	зачистка, засверловка, разделка трещин, наплавка, точение, балансировка	сварочный инвертор, ушп, пшм, дрель токарно-винторезный станок, карусельный станок, стенд для статической балансировки	
			восстановление шпоночных канавок, изготовление нестандартных шпонок	протягивание, фрезерование	вертикально-протяжный станок вертикально-фрезерный станок	
		ротор	подшипники качения	балансировка	балансировка статическая и динамическая	стенд для статической балансировки стенд для динамической балансировки
				замена	выпрессовка и запрессовка	механические и гидравлические приспособления для выпрессовки и запрессовки, масляная ванна
				замена	выпрессовка и запрессовка	механические и гидравлические приспособления для выпрессовки и запрессовки, масляная ванна
				замена или ремонт вкладышей	перезаливка, расточка, шабрение	токарно-винторезный станок, стенд для центробежной заливки, шабер, ванна для лужения, муфельная печь
				замена или ремонт пары трения	точение, полировка, притирка (доводка)	испытательная ванна, притирочный станок, токарно-винторезный станок, ручной притир, стенд для гидротестирования торцовых уплотнений
				замена пружин	навивка, термообработка, шлифовка торцов	станок для изготовления пружин, муфельная печь, плоскошлифовальный станок
				компрессорное оборудование	ТР	защитная гильза вала
замена или ремонт	горизонтально-расточной станок, горизонтально-строгальный станок, горизонтально-фрезерный станок					
нажимная втулка сальника	замена	точение	токарно-винторезный станок			
	коленчатый вал	замена	точение			токарно-винторезный станок
		шток	точение			токарно-винторезный станок
цилиндры	замена или ремонт	точение, шлифовка, полировка, фрезерование, строгание	токарно-винторезный станок, круглошлифовальный станок, горизонтально-расточной станок, горизонтально-строгальный станок, горизонтально-фрезерный станок			

Таблица 2 (продолжение)

Оборудование	Вид ремонта	Дефектуемые детали	Действие	Технологические операции	Требуемая оснастка
компрессорное оборудование	СР	подшипники качения	замена	выпрессовка и запрессовка	механические и гидравлические приспособления для выпрессовки и запрессовки, масляная ванна
		подшипники скольжения	замена или ремонт вкладышей	нерезаливка, расточка, шабрение	токарно-винторезный станок, стенд для центробежной заливки, шабер, ванна для лужения, муфельная печь
		торцовое уплотнение	замена или ремонт пары трения	точение, полировка, притирка (доводка)	испытательная ванна, притирочный станок токарно-винторезный станок, ручной притир. стенд для гидроиспытания торцовых уплотнений
			замена пружин	навивка, термообработка, шлифовка торцев	станок для изготовления пружин, муфельная печь, плоскошлифовальный станок
		защитная гильза вала	замена или ремонт	точение, шлифовка, полировка, фрезерование, строгание	токарно-винторезный станок, круглошлифовальный станок, горизонтально-расточной станок, горизонтально-строгальный станок, горизонтально-фрезерный станок
		нажимная втулка сальника	замена	точение	токарно-винторезный станок
			замена	точение, протягивание, фрезерование	карусельный станок, вертикально-фрезерный станок, вертикально-протяжный станок
		рабочее колесо	восстановление мест коррозионного износа	зачистка, засверловка, разделка трещин, наплавка, точение, балансировка	сварочный инвертор, ушп, дрель, токарно-винторезный станок, карусельный станок, стенд для статической балансировки
			восстановление шпоночных канавок, изготовление нестандартных шпонок	протягивание, фрезерование	вертикально-протяжный станок вертикально-фрезерный станок
		уплотнительные кольца рабочих колес и корпуса	замена	точение, шлифование, фрезерование	токарно-винторезный станок, круглошлифовальный станок, вертикально-фрезерный станок, съемники гидравлический и винтовой для выпрессовки уплотнительных колец
			ротор	балансировка	балансировка статическая и динамическая

Оборудование	Вид ремонта	Дефектуемые детали	Действие	Технологические операции	Требуемая оснастка
компрессорное оборудование	СР	соединительная муфта	замена	выпрессовка и запрессовка	механические и гидравлические приспособления для выпрессовки и запрессовки
			замена зубчатой втулки, полумуфты, зубчатой обоймы	точение, нарезание зубьев, сверление, протягивание, нарезание резьбы, шлифовка	токарно-винторезный станок, зуборезный (долбежный) станок, горизонтально-фрезерный станок, вертикально-протяжный станок, сверлильный станок, оборудование для термообработки поверхности зубьев, стенд для статической балансировки, стенд для динамической балансировки
		вал	восстановление шеек, шпоночных канавок, при необходимости замена вала, изготовление нестандартных шпонок	точение, фрезерование, шлифование	токарно-винторезный станок, круглошлифовальный станок, вертикально-фрезерный станок
			исправление кривизны, устранение биения	нагрев, правка	газовая горелка, гидравлический пресс (или домкрат), правочный стенд с опорными призмами, ванна с песком
			восстановление резьб	точение, повторная нарезка леркой	токарно-винторезный станок
			восстановление центровых отверстий	сверление, зенкерование	токарно-винторезный станок горизонтально-фрезерный станок
			восстановление привалочных поверхностей	наплавка, зачистка, расточка	сварочный инвертор, ушм, пшм, мобильный расточной станок, карусельный станок, горелка
		грундбуksа	восстановление и загиловка посаженных мест корпуса насоса под подшипники, диафрагму, уплотнительные кольца, грундбуksы, уплотнение вала	наплавка, расточка, точение (новых гильз), шлифование	сварочный инвертор, ушм, пшм, горизонтально-фрезерный станок, мобильный расточной станок, токарно-винторезный станок, круглошлифовальный станок, горизонтально-расточной станок, съемники гидравлический и винтовой для выпрессовки уплотнительных колец, горелка
			восстановление резьб	расточка (рассверливание), повторная нарезка	горизонтально-фрезерный станок, вертикально-фрезерный станок, сверлильный станок
			замена или ремонт	разделка трещин, заварка, точение, сверление, нарезание резьбы, фрезерование	сварочный инвертор, ушм, пшм, вертикально-фрезерный станок, токарно-винторезный станок, сверлильный станок

Таблица 2 (продолжение)

Оборудование	Вид ремонта	Дефектуемые детали	Действие	Технологические операции	Требуемая оснастка		
компрессорное оборудование	КР			сборка/разборка	стенд для сборки/разборки и ремонта роторов многоступенчатых насосов приспособление для выемки роторов		
		подшипники качения	замена	выпрессовка и запрессовка	механические и гидравлические приспособления для выпрессовки и запрессовки, масляная ванна		
		подшипники скольжения	замена или ремонт вкладышей	перезаливка, расточка, шабрение	токарно-винторезный станок, стенд для центробежной заливки, шабер, ванна для лужения, муфельная печь		
		торцовое уплотнение	замена или ремонт пары трения	точение, полировка, притирка (доводка)	испытательная ванна, притирочный станок, токарно-винторезный станок, ручной притир, стенд для гидроиспытания торцового уплотнения		
		защитная гильза вала	замена пружин	навивка, термообработка, шлифовка торцев	станок для изготовления пружин, муфельная печь, плоскошлифовальный станок		
		нажимная втулка сальника	замена или ремонт	точение, шлифовка, полировка, фрезерование, строгание	токарно-винторезный станок, круглошлифовальный станок, горизонтально-расточной станок, горизонтально-строгальный станок, горизонтально-фрезерный станок		
		рабочее колесо	замена	точение	точение	токарно-винторезный станок	
			восстановление мест коррозионного износа	замена	точение, протягивание, фрезерование	карусельный станок, вертикально-фрезерный станок, вертикально-протяжный станок	
		уплотнительные кольца рабочих колес и корпуса	восстановление шпоночных канавок, изготовление нестандартных шпонок		зачистка, засверловка, расточка трещин, наплавка, точение, балансировка	сварочный инвертор, ушм, пшм, дрель, токарно-винторезный станок, карусельный станок, стенд для статической балансировки	
			замена	замена	протягивание, фрезерование	вертикально-протяжный станок вертикально-фрезерный станок	
		ротор				балансировка статическая и динамическая	токарно-винторезный станок, круглошлифовальный станок, вертикально-фрезерный станок, съемники гидравлический и винтовой для выпрессовки уплотнительных колец
							стенд для статической балансировки стенд для динамической балансировки

Оборудование	Вид ремонта	Дефектуемые детали	Действие	Технологические операции	Требуемая оснастка	
компрессорное оборудование	КР	соединительная муфта	замена	выпрессовка и запрессовка	механические и гидравлические приспособления для выпрессовки и запрессовки	
			замена зубчатой втулки, полумуфты, зубчатой обоймы	точение, нарезание зубьев, сверление, протягивание, нарезание резьбы, шлифовка	токарно-винторезный станок, зуборезный (долбежный) станок, горизонтально-фрезерный станок, вертикально-протяжный станок, сверлильный станок, оборудование для термообработки поверхности зубьев, стенд для статической балансировки, стенд для динамической балансировки	
		вал	восстановление шеек, шпоночных канавок, при необходимости замена вала, изготовление нестандартных шпонок	точение, фрезерование, шлифование	точение, фрезерование, шлифование	токарно-винторезный станок, круглошлифовальный станок, вертикально-фрезерный станок
			исправление кривизны, устранение биения	нагрев, правка	нагрев, правка	газовая горелка, гидравлический пресс (или домкрат), правочный стенд с опорными призмами, ванна с песком
			восстановление резьб	точение, повторная нарезка леркой	точение, повторная нарезка леркой	токарно-винторезный станок
			восстановление центровых отверстий	сверление, зенкерование	сверление, зенкерование	токарно-винторезный станок горизонтально-фрезерный станок
		корпус	корпус	устранение трещин, восстановление мест коррозионного износа стенки	зачистка, засверловка, расточка трещин, заварка, наплавка	сварочный инвертор, ушм, пшм, дрель, горелка
				восстановление привалочных поверхностей	наплавка, зачистка, расточка	сварочный инвертор, ушм, пшм, мобильный расточной станок, карусельный станок, горелка
				восстановление и загибка посадочных мест корпуса насоса под подшипники, диафрагму, уплотнительные кольца, грунтобуссы, уплотнение вала	наплавка, расточка, точение (новых гильз), шлифование	сварочный инвертор, ушм, пшм, горизонтально-фрезерный станок, мобильный расточной станок, токарно-винторезный станок,
					расточка (рассверливание), повторная нарезка	горизонтально-фрезерный станок, вертикально-фрезерный станок, сверлильный станок

Таблица 2 (продолжение)

Оборудование	Вид ремонта	Дефектуемые детали	Действие	Технологические операции	Требуемая оснастка
Насосное оборудование	ТР	подшипники качения	замена	выпрессовка и запрессовка	механические и гидравлические приспособления для выпрессовки и запрессовки, масляная ванна
		подшипники скольжения	замена или ремонт вкладышей	перезаливка, расточка, шлифование	токарно-винторезный станок, стэнд для центробежной заливки, шабер, ванна для лужения, муфельная печь
		торцовое уплотнение	замена или ремонт пары трения	точение, полировка, притирка (доводка)	испытательная ванна, притирочный станок, токарно-винторезный станок, ручной притир, стэнд для гидроиспытания ТУ
			замена пружин	навивка, термообработка, шлифовка торцов	станок для изготовления пружин, муфельная печь, плоскошлифовальный станок
		защитная гильза вала	замена или ремонт	точение, шлифовка, полировка, фрезерование, строгание	токарно-винторезный станок, круглошлифовальный станок, горизонтально-расточной станок, горизонтально-строгальный станок, горизонтально-фрезерный станок
		нажимная втулка сальника	замена	точение	токарно-винторезный станок
	СР			сборка/разборка	стэнд для сборки/разборки и ремонта двухкорпусных насосов, стэнд для сборки/разборки и ремонта консольных насосов, стэнд для сборки/разборки и ремонта роторов многоступенчатых насосов приспособление для выемки роторов
		подшипники качения	замена	выпрессовка и запрессовка	механические и гидравлические приспособления для выпрессовки и запрессовки, масляная ванна, индукционный нагреватель, съемник подшипников, стэнд для регулировки положения подшипников
		подшипники скольжения	замена или ремонт вкладышей	перезаливка, расточка, шлифование	токарно-винторезный станок, стэнд для центробежной заливки, шабер, ванна для лужения, муфельная печь
		торцовое уплотнение	замена или ремонт пары трения	точение, полировка, притирка (доводка)	испытательная ванна, притирочный станок, токарно-винторезный станок, ручной притир
		защитная гильза вала	замена или ремонт	точение, шлифовка, полировка, фрезерование, строгание	токарно-винторезный станок, круглошлифовальный станок, горизонтально-расточной станок, горизонтально-строгальный станок, фрезерный станок

Оборудование	Вид ремонта	Дефектуемые детали	Действие	Технологические операции	Требуемая оснастка
Насосное оборудование	СР	нажимная втулка сальника	замена	точение	токарно-винторезный станок
		рабочее колесо	замена	точение, протягивание, фрезерование	карусельный станок, вертикально-фрезерный станок, вертикально-протяжный станок
		уплотнительные кольца рабочих колес и корпуса	восстановление шпоночных канавок, изготовление нестандартных шпонок	протягивание, фрезерование	вертикально-протяжный станок вертикально-фрезерный станок
		роотор	замена	точение, шлифование, фрезерование	токарно-винторезный станок, круглошлифовальный станок, вертикально-фрезерный станок, съёмники гидравлический и винтовой для выпрессовки уплотнительных колец
		соединительная муфта	замена	балансировка статическая и динамическая	стенд для статической балансировки стенд для динамической балансировки
			замена	выпрессовка и запрессовка	механические и гидравлические приспособления для выпрессовки и запрессовки
			замена зубчатой втулки, полумуфты, зубчатой обоймы	точение, нарезание зубьев, сверление, протягивание, нарезание резьбы, шлифовка	токарно-винторезный станок, зуборезный (долбежный) станок, горизонтально-фрезерный станок, вертикально-протяжный станок
			восстановление шеек, шпоночных канавок, при необходимости замена вала, изготовление нестандартных шпонок	точение, фрезерование, шлифование	токарно-винторезный станок, круглошлифовальный станок, вертикально-фрезерный станок
			исправление кривизны, устранение биения	нагрев, правка	газовая горелка, гидравлический пресс (или домкрат), правочный стенд с опорными призмами, ванна с песком
			устранение трещин, восстановление мест коррозионного износа стенки	зачистка, засверловка, разделка трещин, заварка, наплавка	сварочный инвертор, ушм, дрель, горелка

Таблица 2 (продолжение)

Оборудование	Вид ремонта	Дефектуемые детали	Действие	Технологические операции	Требуемая оснастка	
Насосное оборудование	СР		восстановление привалочных поверхностей	наплавка, зачистка, расточка	сварочный инвертор, ушм, пшм, мобильный расточной станок, карусельный станок, горелка	
			восстановление и загиб-зовка посадочных мест корпуса насоса под подшипники, диафрагму, уплотнительные кольца, грундбуксы, уплотнение вала	наплавка, расточка, точение (новых гильз), шлифование	сварочный инвертор, ушм, пшм, горизонтально-фрезерный станок, мобильный расточной станок, токарно-винторезный станок, круглошлифовальный станок, горизонтально-расточной станок, съемники гидравлический и винтовой для выпрессовки уплотнительных колец, горелка	
		маслоотбойные и маслосъемные кольца	замена или ремонт	точение, шлифование	токарно-винторезный станок круглошлифовальный станок	
		грундбукса	замена или ремонт	разделка трещин, заварка, точение, сверление, нарезание резьбы, фрезерование	сварочный инвертор, ушм, пшм, вертикально-фрезерный станок, токарно-винторезный станок, сверлильный станок	
				сборка/разборка	стенд для сборки/разборки и ремонта двухкорпусных насосов, стенд для сборки/разборки и ремонта консольных насосов, стенд для сборки/разборки и ремонта роторов многоступенчатых насосов приспособление для выемки роторов	
	КР		подшипники качения	замена	выпрессовка и запрессовка	механические и гидравлические приспособления для выпрессовки и запрессовки, масляная ванна, индукционный нагреватель, съемник подшипников, стенд для регулировки положения подшипников
			подшипники скольжения	замена или ремонт вкладышей	перезаливка, расточка, шабрение	токарно-винторезный станок, стенд для центробежной заливки, шабер, ванна для лужения, муфельная печь
			торцовое уплотнение	замена или ремонт пары трения	точение, полировка, притирка (доводка)	испытательная ванна, притирочный станок, токарно-винторезный станок, ручной притир, стенд для гидротестирования торцового уплотнения
				замена пружин	навивка, термообработка, шлифовка торцов	станок для изготовления пружин, муфельная печь, плоскошлифовальный станок, набор ключей слесарных, стенд опрессовки торцовых уплотнений, ванна с керосином, стенд сборки торцовых уплотнений

Оборудование	Вид ремонта	Дефектуемые детали	Действие	Технологические операции	Требуемая оснастка
Насосное оборудование	КР	защитная гильза вала	замена или ремонт	точение, шлифовка, полировка, фрезерование, строгание	токарно-винторезный станок, круглошлифовальный станок, горизонтально-расточной станок, горизонтально-строгальный станок, горизонтально-фрезерный станок
		нажимная втулка сальника	замена	точение	токарно-винторезный станок
		рабочее колесо	замена	точение, протягивание, фрезерование	карусельный станок, вертикально-фрезерный станок, вертикально-протяжный станок
		восстановление мест коррозионного износа	восстановление мест коррозионного износа	зачистка, засверловка, разделка трещин, наплавка, точение, балансировка	сварочный инвертор, ушп, пшм, дрель, токарно-винторезный станок, карусельный станок, стенд для статической балансировки
		уплотнительные кольца рабочих колес и корпуса	замена	точение, шлифование, фрезерование	токарно-винторезный станок, круглошлифовальный станок, вертикально-фрезерный станок, съемники гидравлический и винтовой для выпрессовки уплотнительных колец
		роотор	балансировка	балансировка статическая и динамическая	стенд для статической балансировки стенд для динамической балансировки
		соединительная муфта	замена	выпрессовка и запрессовка	механические и гидравлические приспособления для выпрессовки и запрессовки
			Замена зубчатой втулки, полумуфты, зубчатой облоймы	точение, нарезание зубьев, сверление, протягивание, нарезание резьбы, шлифовка	токарно-винторезный станок, зуборезный (долбежный) станок, горизонтально-фрезерный станок, вертикально-протяжный станок, сверлильный станок, оборудование для термообработки поверхности зубьев, стенд для статической балансировки, стенд для динамической балансировки
		вал	восстановление шеек, шпоночных канавок, при необходимости замена вала, изготовление нестандартных шпонок	точение, фрезерование, шлифование	токарно-винторезный станок, круглошлифовальный станок, вертикально-фрезерный станок

Таблица 2 (продолжение)

Оборудование	Вид ремонта	Дефектуемые детали	Действие	Технологические операции	Требуемая оснастка	
Насосное оборудование	КР		исправление кривизны, устранение биения	нагрев, правка	газовая горелка, гидравлический пресс (или домкрат), правочный стенд с опорными призмами, ванна с песком	
			восстановление центровых отверстий	сверление, зенкерование	токарно-винторезный станок горизонтально-фрезерный станок	
			устранение трещин, восстановление мест коррозионного износа стенки	зачистка, засверловка, разделка трещин, заварка, наплавка	сварочный инвертор, ушм, пшм, дрель, горелка	
		корпус	восстановление привалочных поверхностей	наплавка, зачистка, расточка	сварочный инвертор, ушм, пшм, мобильный расточной станок, карусельный станок, горелка	
			восстановление и загибка посадочных мест корпуса насоса под подшипники, диафрагму, уплотнительные кольца, грундебуксы, уплотнение вала	наплавка, расточка, точение (новых гильз), шлифование	сварочный инвертор, ушм, пшм, горизонтально-фрезерный станок, мобильный расточной станок, токарно-винторезный станок, круглошлифовальный станок, горизонтально-расточной станок, съемники гидравлический и винтовой для выпрессовки уплотнительных колец, горелка	
		маслоотбойные и маслоъемные кольца	замена или ремонт	точение, шлифование	токарно-винторезный станок круглошлифовальный станок	
		грундебукса	замена или ремонт	разделка трещин, заварка, точение, сверление, нарезание резьбы, фрезерование	сварочный инвертор, ушм, пшм, вертикально-фрезерный станок, токарно-винторезный станок, сверлильный станок	
			фонарное кольцо	замена	точение, сверление	токарно-винторезный станок, сверлильный станок
					гидроиспытание	гидроиспытательный стенд

Таблица 3. Распределение трудозатрат по видам ремонта

№ п/п	Наименование оборудования	Количество ремонтов по графику ППР			Распределение трудозатрат по видам ремонта, чел.час			Общий объем трудозатрат, чел.час
		Вид ремонта			КР	СР	ТР	
		КР	СР	ТР				
1	аппараты воздушного охлаждения	62	202	-	19 269,80	8 759,40		28 029,20
2	вентиляционное оборудование	14	-	32		4 917,90	6 610,45	11 528,35
3	компрессорное оборудование	5	27	23	15 876,40	4 235,40	8 704,85	28 816,65
4	насосное оборудование	208	292	521	33 592,00	26 231,40	47 594,68	107 418,08

Дальнейшим действием является расчет [6] и распределение трудозатрат по видам работ в зависимости от вида технического обслуживания и типа оборудования в таблице 4.

Расчет и распределение трудозатрат по видам работ в зависимости от наименования оборудования и вида ремонта представлены в таблице 5 [6].

Таблица 4. Распределение трудозатрат по видам работ

Распределение трудозатрат по видам работ, %					
Наименование оборудования		Капитальный ремонт			
		Слесарные работы	Сварочные работы	Станочные работы	Прочие
1	аппараты воздушного охлаждения	65	2	25	8
2	вентиляционное оборудование	65	2	25	8
3	компрессорное оборудование	60	2	30	8
4	насосное оборудование	60	2	30	8
Наименование оборудования		Средний ремонт			
		Слесарные работы	Сварочные работы	Станочные работы	Прочие
1	аппараты воздушного охлаждения	78	1	11	10
2	вентиляционное оборудование	78	1	11	10
3	компрессорное оборудование	80	0,5	9,5	10
4	насосное оборудование	80	0,5	9,5	10
Наименование оборудования		Текущий ремонт			
		Слесарные работы	Сварочные работы	Станочные работы	Прочие
1	аппараты воздушного охлаждения	88	1	6	5
2	вентиляционное оборудование	88	1	6	5
3	компрессорное оборудование	90	0,5	5,5	4
4	насосное оборудование	90	0,5	5,5	4

Таблица 5. Распределение трудозатрат по видам работ

Наименование оборудования		Распределение трудозатрат по видам работ, %							
		Капитальный ремонт							
		Слесарные работы	Чел. час	Сварочные работы	Чел. час	Станочные работы	Чел. час	Прочие	Чел. час
1	аппараты воздушного охлаждения	65,00	12 525,37	2,00	3,85	25,00	4 817,45	8,00	1 541,58
2	вентиляционное оборудование	65,00	-	2,00	-	25,00	-	8,00	-
3	компрессорное оборудование	60,00	9 525,84	2,00	3,18	30,00	4 762,92	8,00	1 270,11
4	насосное оборудование	60,00	20 155,20	2,00	6,72	30,00	11 421,28	8,00	2 687,36
Итого			42 206,41		13,75		21 001,65	-	5 499,06
Наименование оборудования		Средний ремонт							
		Слесарные работы	Чел. час	Сварочные работы	Чел. час	Станочные работы	Чел. час	Прочие	Чел. час
		1	аппараты воздушного охлаждения	78,00	6 832,33	1,00	87,59	11,00	963,53
2	вентиляционное оборудование	78,00	3 835,96	1,00	49,18	11,00	540,97	10,00	540,97
3	компрессорное оборудование	80,00	3 388,32	0,50	21,18	9,50	402,36	10,00	402,36
4	насосное оборудование	80,00	20 985,12	0,50	31,16	9,50	2 491,98	10,00	2 491,98
Итого			35 041,73		289,11		4 398,85		4 398,85
Наименование оборудования		Текущий ремонт							
		Слесарные работы	Чел. час	Сварочные работы	Чел. час	Станочные работы	Чел. час	Прочие	Чел. час
		1	аппараты воздушного охлаждения	88,00	-	1,00	-	6,00	-
2	вентиляционное оборудование	88,00	5 817,20	1,00	66,10	6,00	396,63	5,00	330,52
3	компрессорное оборудование	90,00	7 834,37	0,50	43,52	5,50	478,77	4,00	348,19
4	насосное оборудование	90,00	42 835,21	0,50	237,97	5,50	2 617,71	4,00	1 903,79
Итого			56 486,77		347,60	-	3 493,10		2 582,50

Распределение трудозатрат по видам работ в зависимости от наименования оборудования и вида ремонта с учетом объема внеплановых работ представлен в таблице 6. В данной работе

объем внеплановый работ условно принят как 20%, авторы приняли эту величину с учетом результатов предыдущих исследований [2] и производственных ситуаций для конкретного НПП.

Таблица 6. Распределение трудозатрат по видам работ

Виды трудозатрат	Количество, чел. час	Объем внеплановых трудозатрат	Количество, чел. час с учетом внеплановых работ
слесарные работы	133 734,92	20%	160 481,90
сварочные работы	650,46		780,55
станочные работы	28 893,60		34 672,32
прочие	12 480,41		14 976,49
Итого	175 759,38		210 911,27

Исследовательская работа направлена на формирование требуемых средств производства для выполнения регламентных работ по техническому обслуживанию и ремонту динамического оборудования, в первую очередь на выполнение наиболее трудоемких и высокотехнологических операций, а именно станочные работы. [5]

В рамках настоящей работы определен имеющийся в эксплуатации у ремонтного производства станочный парк, который исходя из производственного календаря имеет свой объем фонда рабочего времени.

Сведения о имеющемся станочном парке и фонде рабочего времени представлены в таблице 7.

Таблица 7. Распределение трудозатрат по видам работ

№ п/п	Наименование станка	Кол-во единиц	Фонд рабочего времени, чел.час	Объем станочных работ, чел.час	Дефицит трудозатрат, чел.час
1	Станок токарно-винторезный ТС-75	1	15 576,00	34 672,32	19 096,32
2	Станок токарно-винторезный 16К40-011	1			
3	Станок токарно-винторезный АР-77	1			
4	Станок токарно-винторезный МК-6056	1			
5	Станок горизонтальный фрезерный 66Т82-29	1			
6	Станок радиально-сверлильный РМ-61	1			
7	Станок универсальный фрезерный 672 ОПФ1	1			
8	Станок плоско-шлифовальный 3Д711А010-1.26	1			

Заключение

В ходе исследовательской работы был выявлен дефицит ресурсов на выполнение станочных операций в размере 19 036,32 чел.час. за 2022 год.

Данный недостаток является одной из причин низких показателей надежности эксплуатируемого динамического оборудова-

ния, ввиду несвоевременности выполнения регламентных работ по техническому обслуживанию и ремонту, который обусловлен образованием «очереди» на выполнение станочных операций. Учитывая сложившуюся ситуацию на данном НПП, основным направлением оптимизации системы ТОиР является модернизация ремонтного производства, путем обновления и расширения станочного парка с соответствующей оснасткой. [5]

Литература:

- ГОСТ 18322-2016. Межгосударственный стандарт. Система технического обслуживания и ремонта техники. Термины и определения.
- Гайнутдинов Ш. А., Бикмухаметова М. А. Оптимизация системы технического обслуживания и ремонта для насосного оборудования нефтеперерабатывающих предприятий // «Молодой ученый», № 10 (457) март 2023 г.— с. 22-28.
- М. А. Bikmukhametova, R. B. Tukaeva, A. T. Bikmukhametov. Risk-oriented approach to problem of centrifugal pumps reliabilization during operation // Conference «Actual Issues of Mechanical Engineering» (AIME2018). P. 90-94.
- Положение о системе ТОиР технологического оборудования предприятий нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности. Приказ Миннефтехимпрома СССР N561 от «30» июня 1982 г.
- ОНТП 09-93 Нормы технологического проектирования машиностроения, приборостроения и металлообработки. Ремонтно-механические цеха. Институт по проектированию станкостроительных, инструментальных и машиностроительных заводов АО «Гипростанок», 01.04.1994 г.
- Сборник норм времени на техническое обслуживание и ремонт технологического оборудования для нефтегазодобычи и нефтегазопереработки. ООО «СКТБ»Нефтемаш».

Drilling strategies in cracked formations

Zamanli Ramil Mushfiq, student master’s degree
 Scientific adviser: Shirinov Magomed Makhmud, teacher
 Azerbaijan State University of Oil and Industry (Baku)

Significant volumes of hydrocarbons are found in naturally fractured reservoirs, especially in fields abandoned due to inadequate testing and assessment or because wells did not intersect fractures. Work in one may fail miserably in another. Consequently, each exploration site of a naturally fractured reservoir (NFR) should be considered as a research project by itself.

The article presents an overview of the problems associated with drilling in naturally fractured reservoirs (NFR), as well as the classification of naturally fractured reservoirs.

Keywords: hydrocarbon, drilling, naturally fractured reservoirs, matrix blocks, porosity, and permeability.

Formations that are naturally cracked vary from formations that aren't naturally cracked. They are heterogeneous in nature and comprise matrix blocks that are divided from one another by a fracture system, as seen in (fig.1).

The initial rock that existed prior to fracture serves as the basis for matrix blocks. The permeability and porosity of the matrix define it. A fractured system is distinguished by its porosity and permeability. As a result, naturally broken water reservoirs are both porous and permeable.

To maximize oil field development, conventional drilling must minimize formation damage, especially in cracked carbonate formations that frequently have low matrix permeability.

Drilling fluid intrusion into cracked formations can result in serious formation damage all around wellbore, lower well productivity, and eventually lower field recovery rates.

Methods and materials. Therefore, with this kind of formation, it is crucial to limit solute absorption. Underbalanced drilling is the process of drilling when the formation pressure is kept lower than the drilling fluid pressure inside the well. Underbalanced drilling has been proven to increase productivity in the past. When used correctly, underbalanced drilling can greatly minimize or perhaps completely prevent the penetration of drilling mud into fractured systems. Although underbalanced drilling provides several positives over overbalanced drilling, it is crucial to accurately characterize the formation and estimate any potential formation damage via feasibility studies [1].

The literature reports several methods for analyzing the viability of unbalanced drilling. A model for estimating well production while taking near-well formation damage was provided by Ding et al. [2]. The reservoir damage analysis for horizontal wells in this model incorporates laboratory data on clay crust characteristics, polymer adsorption/retention, water blockage, etc. represents the impacts of the

ensuing formation damage using relative permeability. In heterogeneous layers of the media, the model may be utilized to estimate layer damage. A relatively close formation damage model in asymmetrical settings was provided by Ding et al. [3]. Their subsequent work, which is crucial for horizontal wells.

For the balanced and unbalanced drilling instances, respectively, Leising and Rike [4] employed an analytical methodology to determine the productivity index (PI). Numerous clay crust components were used however the model didn't have any characteristics that would have represented the dynamic filtering procedure. As a function of drilling parameters and crack aperture, Lietard and Unwin [5] proposed an analytical equation to estimate the radius of absorbance in fractured reservoirs. The fundamental model reflects fluid flow through two parallel plates of constant width, and this equation is constrained by infinite fracture permeability. They arrived at the conclusion that an exact analytical is not feasible for a method with positive yield values after solving the problem numerically.

A method for reservoir damage analysis was proposed by Suryanarayan and colleagues [6] by adding a model calibrated based on the results of dynamic core flood tests into such a dynamic real setting. Built on the permeability data acquired from the laboratory investigation, the simulator, which is based on an ultrafine grid, provides an effective permeability pattern inside the absorption zone. This study only employed one porosity model and did not address the scenario of a broken reservoir.

Studying formation damage in broken formation assemblies was done by Salimi and Andersen [7]. To simulate the production increase mechanism with an imbalanced drilling operation, a dual porosity model with a Warren-Root configuration was taken into consideration. Studying collector criteria for choosing imbalanced drilling prospects was done by Xiong and Shan [8]. The economic advantages of underbalanced drilling operations were examined using

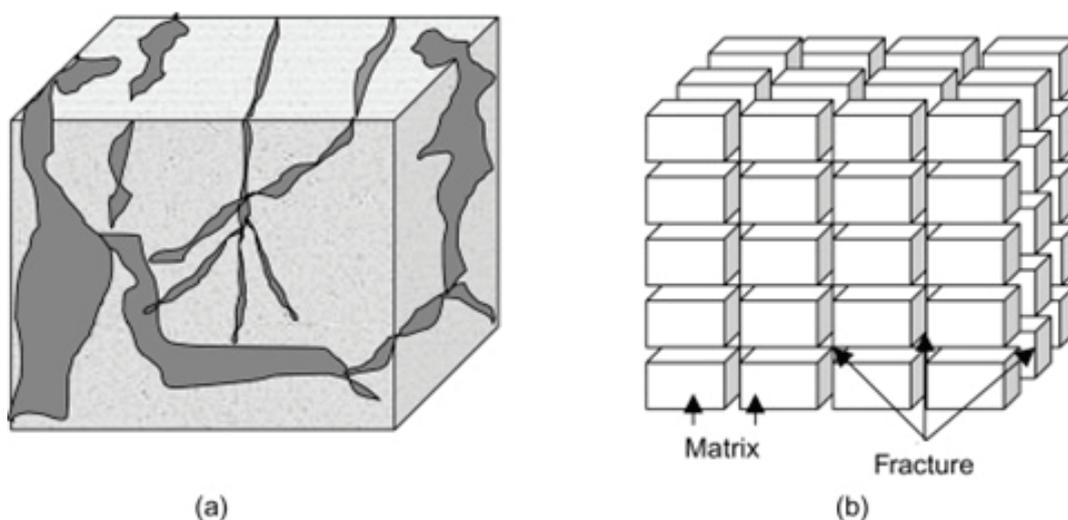


Fig. 1. Fractured formations [14]

an incremental net present value (NPV) model. They investigated the processes of productivity increase by underbalanced drilling using a numerical modeling technique that takes formation damage mechanisms into account.

A computational method for simulating potential formation damage while unbalanced drilling in homogenous reservoirs are reported by Ding et al [3]. In their research, they employed a two-phase flow modeling to demonstrate how underbalanced drilling might cause invasive formation damage. To mimic transient overbalanced time periods, they employed a model created for balanced drilling in prior research. Cracks and diverse reservoirs, however, were not covered in their work.

Results and discussion. Don't interfere with the well is a general rule that applies to naturally fractured formations. In another situation, something that appears to work may not. Because of this, every natural fractured reservoir being explored as well as every natural fractured reservoir already in used need to be seen as an exploratory project.

Geological classification

According to geology, faults can be categorized as tectonic, regional, contractional (diagenetic), and surface-related faults, which are all connected to folding and/or faulting. Regional rifts, contractional faults, and tectonic faults have historically produced the majority of hydrocarbons. As far as overall hydrocarbon output from the surface is concerned, insignificant. Azimuth, dip, interval, and, if feasible, crack aperture must all be taken into account when categorizing cracks to establish the size and direction of in-situ primary stresses.

Classification of pores

Based on Coalson et al [8]'s categorization of typical reservoir porosity types, preliminary estimations of productivity can be generated.

In this classification, pore shape and pore size serve as the primary determinants of porosity classes. The geometrical structure consists of:

Intergranular, inter-crystalline, lattices, and fractures are typical types of pores. Any of these when combined can result in dualism and even more permeable behavior.

Winland [9] and R_{35} Aguilera [10] R_{35} throat apertures are two techniques used to measure pore size.

Mega-porosity is defined as $R_{35} > 10$ microns, macro-porosity as R_{35} between 2 and 10 microns, meso-porosity as R_{35} between 0.5 and 2 microns, and micro-porosity as R_{35} 0.5 microns.

Mega-pores can move tens of thousands of barrels per day, whereas macro-pores can move thousands of barrels per day, meso-pores can move hundreds of barrels per day, and micro-pores can move tens of barrels per day, according to Martin et al [11].

Classification of hydrocarbon resources

Cracked layers fall into one of three categories: A, B, or C from the perspective of storage. Because many reservoirs naturally occurs fractures which would otherwise be unproductive, it is commercial.

The majority of the hydrocarbon reserve in A-type formations is found in the matrix porosity, with a smaller fraction found in the cracks. Natural cracks often have more permeability than the matrix, which typically has extremely low permeability. Though there are few outliers. For instance, the massive Ghawar reservoir in Saudi Arabia features a matrix with extremely large pores and high permeability. On the one hand, cracks in these types of collectors are undesirable since they make it easier for undesired water to flow. For instance, rather than cutting faults, efforts are concentrated on integrating geology information, 3D seismic data, and pressure changes analysis.

The hydrocarbon reserves in B-type rocks are split around 50/50 between porosity and fractures. Despite the matrix's density, it is more porous than fissures.

There are no hydrocarbon reserves in the porosity-free C-type deposits; all of them are found in fractures. So, in this instance, the fractures offer the storage and permeability required to accomplish commercial production.

There are several reservoirs with tectonic cracks where the principal porosity (matrix) tendency to be blocked or has incredibly poor permeability and does not sustain any hydrocarbon reserves. In these situations, there could be a lot of micro-cracks acting as «matrix» porosity. This is because there are many different types of tectonic faults, ranging in size from the largest to the smallest grains. Multiple porosity activity in this instance may result from the interaction of micro and macro cracks.

Conclusion. A wide and continuous fracture network, which has a significant impact on the formations, is the reason why wells in naturally fractured formations have a high productivity. Since fracture porosity makes up a tiny portion of the overall rock porosity in naturally fractured rocks, the absorption radius is high. The majority of drilling fluid absorption there takes place in the cracks. Consequently, drilling fluid solids that fill natural cracks might lower output. Minimizing liquid penetration in this kind of collection is crucial, for this reason. Underbalanced drilling has been proven to increase production, as is common knowledge in the field. When done properly, underbalanced drilling can greatly limit or perhaps completely prevent the penetration of drilling mud into crack systems [12]. Unbalanced drilling offers a few benefits over balanced drilling, but before using unbalanced drilling, it is necessary to understand the possible harm it might cause.

Two primary issues during unbalanced drilling might significantly harm the wellbore [13]:

1. A momentary condition of equilibrium.
2. Absorption across capillaries.

For numerous causes, including breakdown procedures or pipe connections, an overbalanced pressure may be given to the formation for a brief length of time in the first damage category. Drilling fluid and highly filtered fluid can enter and develop in the fracture system in the absence of an exterior protective clay crust, lowering fracture permeability. By phase trapped in the rock matrix and water sorption in the vicinity of the wellbore and material trapping in the fracture, the drilling fluid can alter the relative permeability.

In situations where capillary force is crucial, countercurrent imbibition happens when the formation fluid moves down the wellbore and the clay crust penetrate the formation. Because the fractures in this type of formation have a wide spacing between them, the suction effect is less of a problem when drilling a well in one.

References:

1. Bennion, D. B. Underbalanced Drilling of Horizontal Wells — Does it Really Eliminate Formation Damage. In Proceedings of Formation Damage Symposium, Lafayette, LA, USA, 7–10 February 1994.
2. Ding, Y.; Longeron, D.; Renard, G.; Audibert, A. Modeling of Both Near-Wellbore Damage and Natural Cleanup of Horizontal Wells Drilled With a Water-Based Mud. In Proceedings of SPE Int. Symp. & Exhibition on Formation Damage Control, Lafayette, LA, USA, 20–21 February 2002.
3. Ding, Y.; Herzhaft, B.; Renard, G. Near-wellbore Damage Effects on Well Performance-A Comparison Between Underbalanced and Overbalanced Drilling. In Proceedings of The SPE Symp. & Exhibition on Formation Damage Control, Lafayette, LA, USA, 18–20 February 2004.
4. Leising, L.J.; Rike, E. A. Underbalanced Drilling With Coiled Tubing and Well Productivity. In Proceedings of The SPE European Petroleum Conference, London, UK, 25–27 October 1994.
5. Lietard, O.; Unwin, T.; Guillot, D.; Hodder, M. Fracture Width LWD and Drilling Mud/LCM Selection Guidelines in Naturally Fractured Reservoirs. In Proceedings of European Petroleum Conference, Milan, Italy, 22–24 October 1996.
6. Suryanarayan, S.V.; Wu, Zh.; Ramalho, J.; Himes, R. Dynamic modeling of invasion damage and impact on production in horizontal wells. SPE Reservoir Eval. Eng. 2007, 10, 348–358.
7. Salimi, S.; Andersen, K. I. Enhancement Well Productivity-Investigating the Feasibility of UBD for Minimizing Formation Damage in Naturally Fractured Carbonate Reservoirs. In Proceedings of SPE/IADC Underbalanced Technology Conference and Exhibition, Houston, TX, USA, 11–12 October 2004.
8. Xiong, H.; Shan, D. Reservoir Criteria for selecting Underbalanced Drilling Candidates. In Proceedings of Underbalanced Technology Conference, Houston, TX, USA, 25–26 March 2003.
9. Coalson, E. B., Hartmann, D. J., and Thomas, J. B.: Productive Characteristics of Common Reservoir Porosity Types, Bulletin of the South Texas Geological Society, v. 15, No. 6 (February 1985), pp. 35–51.
10. Aguilera, R.: Incorporating Capillary Pressure, Pore Throat Aperture Radii, Height Above Free Water Table, and Winland R35 Values on Pickett Plots, AAPG Bulletin, v. 86, no. 4 (April 2002), p. 605–624.
11. Martin, A.J. et al: Characterization of Petrophysical Flow Units in Carbonate Reservoirs, AAPG Gullörin, v.83, no. 7 (May 1997), p.734–759.
12. Bennion, D.B.; Thomas, F. B. Underbalanced Drilling a Reservoir Design Perspective. In Proceedings of Horizontal Well Technology, Calgary, Canada, 3 November 1999.
13. Bennion, D.B.; Thomas, F.B.; Bietz, R.F.; Bennion, D. W. Underbalanced Drilling, Praises and Perils: Lab and Field Experience. In Proceedings of Horizontal Well Technology, Calgary, Canada, 21 November 1995.
14. <https://www.sciencedirect.com/topics/engineering/naturally-fractured-reservoir>.

Criteria for calculation of drilling fluid consumption during offshore horizontal wells drilling

Mirzayev Zaur Gabil, student master's degree;

Efendiyeva Leyla Zohrab, researcher

Scientific adviser: Shmoncheva Elena Evgenevna, assistant professor

Azerbaijan State University of Oil and Industry (Baku, Azerbaijan)

Offshore drilling has a high risk that complicates the design of drilling processes. The traditional method of calculating offshore drilling fluid flow does not consider the effect of the extended reach limit in offshore drilling. As a result, an extended reach well may not reach the target length of the well trajectory, creating a potential safety hazard. Therefore, there is an acceptable range of drilling fluid flow in offshore conditions.

The article describes three characteristic features for the hydraulics design of offshore horizontal wells. The design criteria that were used to optimize well cleaning and, consequently, the rate of penetration are substantiated.

Keywords: drilling hydraulics, well cleaning, penetration rate, maximum hydraulic power, maximum impact force, maximum nozzle speed.

Offshore drilling has the characteristics of a high-risk investment, which complicates the design of offshore drilling [1]. The traditional method of calculating offshore drilling fluid flow does not consider the effect of the extended reach limit in offshore drilling. As

a result, an extended reach well may not reach the planned length of the well trajectory, which creates a potential safety hazard [6,8]. Therefore, there is an acceptable range of drilling fluid flow in offshore conditions.

There are three characteristic features for the hydraulics design of offshore horizontal wells [3,4,5]:

1) The length of the horizontal section of the sea is usually very large, from several hundred meters to thousands of meters. Failure to remove sludge in a timely manner will result in sludge accumulation and may pose a safety hazard.

2) The riser section must be considered when designing an offshore horizontal well casing program. The annular size of a riser section is usually larger than other sections. As a result, the minimum consumption of drilling fluid for cleaning the hole in the riser may be greater than in other sections of the well, otherwise there may be potential threats to drilling safety due to untimely removal of cuttings in the riser.

3) Mud circulation often results in large annulus pressure losses due to the large, measured depth of offshore horizontal wells, which will pose a great threat to the well stability of the formation being drilled and the bearing capacity of the mud pump. In addition, the mud flow rate is often improved to increase the efficiency of cuttings removal from the riser section, which further affects the bearing capacity of the formation being drilled and the mud pump.

Drilling hydraulics is considered the most important factor in drilling performance [2,3,7]. ROP can be significantly increased using modern hydraulic optimization technologies to minimize drilling costs. The goal of optimization is to maximize the use of pump power so that the bit can drill at maximum efficiency. This is achieved by minimizing energy losses due to friction in the circulating system and using the saved energy to improve the hydraulics of the bit.

The main task of the operator when working with drilling fluid hydraulics is to ensure adequate cleaning of the hole under the bit.

This is important for the following reasons:

- Penetration rate depends on hole clearance below the bit.
- Some bits can be damaged by overheating if cuttings accumulate underneath.

Poor cleanup below the bit prevents detection of changes in formation properties that could otherwise be determined from ROP. Achieving the proper level of well cleanout requires maximum utilization of the power of the mud pumps on the bit hydraulics. This means maximum use of pump pressure and flow. For these fixed power pumps, the available pump pressure and flow rate are determined by the piston size used. Thus, the optimal choice of pressure and flow rate is not simple. This article describes the criteria used by the drilling industry to optimize drilling fluid hydraulics in order to achieve maximum ROP. There are different theories regarding the mechanism for clearing barrels. Various design criteria have been used to optimize the hydraulic fluid for maximum hole cleanout and therefore ROP. These criteria include maximum bit hydraulic power, maximum bit hydraulic shock, and maximum bit stream velocity.

Determination of criteria. The criterion for the maximum hydraulic power of the bit can be formulated as follows: within the maximum available pressure of the pump, the flow rate of the drilling fluid and the size of the nozzle should be chosen so that the bit gains the maximum possible power to clean the bottom of the well. It is known that the efficiency of jet bits can be improved by increasing the hydraulic power of the pump. ROP will increase with hydraulic power until cuttings are removed as quickly as they form. Once this level of «perfect cleaning» is reached, there should be no further in-

crease in ROP with hydraulic power. However, due to the loss of pressure due to friction in the drill string and the annulus, the hydraulic power developed at the bottom of the well is different from the hydraulic power developed by the pump. Therefore, the important parameter is the power of the bit, and not the power of the pump. It is clear, however, that bit power is not necessarily maximized by operating the pump at its maximum possible power.

The criterion for maximum jet impact can be formulated as follows: within the maximum available pump pressure, the drilling fluid flow rate and nozzle size should be chosen so that the bit generates the maximum possible jet impact for bottom hole cleaning.

The criterion for the maximum nozzle speed can be formulated as follows: within the maximum available pump pressure, the drilling fluid flow rate and nozzle size should be chosen so that the bit will create the maximum possible jet speed for bottomhole cleaning.

Nozzle speed can be increased by reducing the flow rate, which reduces parasitic pressure loss. In the field, the flow rate is set to the minimum flow rate, which is determined by the minimum annulus velocity required to lift cuttings.

As for the question of which criterion is best for optimizing bit hydraulics, most people use the maximum bit hydraulic power criterion or the maximum bit hydraulic force criterion at shallow to medium depths, and then switch to maximum nozzle speed at greater depths.

Between the criteria for maximum bit hydraulic power and maximum bit hydraulic shock force, none of the criteria turned out to be the best in all cases, because the difference in applying these two procedures is negligible. If the jet impact force is at its maximum, the hydraulic power will be within 90% of the maximum, and vice versa. Another argument is that in many cases the bits provide hydraulic performance in excess of what is required, so the effect of design using different criteria is masked.

The concept of hydraulic bit power was introduced as a design criterion in the early 1950s. This is a measure of the work required to force drilling fluid through bit nozzles. This work is related to the removal of cuttings from under the bit. Hydraulic bit power is the most common design procedure, probably because it was the first to be used.

The concept of hydraulic shock force as a design criterion was introduced in the mid-1950s. The hydraulic hammer force is a measure of the force exerted by the fluid as it exits the nozzles of the bit. This fluid force cleans the bottom hole through direct erosion and cross flow under the bit.

The force of the water hammer under the bit seems to be more logical than the hydraulic power of the bit when considering bottom-hole cleanup design techniques. Bits with jet nozzles extended closer to the bottom of the well are widely used.

Since the extension of the nozzles does not change the hydraulic power of the bit but changes the force of the hydraulic shock on the bottom of the well, it is believed that the latter is directly related to the cleaning of the well.

The criteria for bit hydraulic power and water hammer strength are widely used in the development of drilling fluid hydraulics programs. The debate over which design criterion to use can be contentious, as any of them can be used to optimize bottom hole cleaning requirements. Drilling tests in real drilling conditions determine the

optimal cleaning requirements. Thus, if bottom hole cleaning requirements are determined using bit hydraulic power, then that hydraulic power should be the basis for the calculation. The same applies to the force of a water hammer.

In seams of normal hardness, where there is no definite point of failure, the amount of bottomhole cleaning required can be determined directly in field work. It can be difficult to determine the cleanout required to achieve maximum ROP in very soft formations.

In these formations, the maximum penetration rates are achieved with the maximum hydrodynamic impact on the bottomhole. Thus, the problem is to use the maximum jet action that is economically feasible. The economic feasibility depends on the maximum ROP possible, the condition of the well and other factors such as connection time and maintenance of ancillary equipment.

With high-capacity pumps, it is possible to achieve a higher level of bit hydraulics (power, impact force, or nozzle speed) than is necessary to adequately clean the bottom hole. Using higher than necessary bit hydraulics is not only wasteful but can also be harmful.

This is because high flow rates in the system can lead to well and pipe erosion, as well as premature failure of pump parts.

It is important to know that pump maintenance costs increase as pump pressure increases. Showing a direct mathematical relationship between pump pressure and maintenance costs is difficult because many other variables also have a direct effect on pump maintenance costs. In fact, pump maintenance costs are rising much faster than increasing pump pressure. For example, the cost of maintaining a pump often more than doubles when the pump pressure increases from 17 000 to 20 000 kPa). Exact figures for specific drilling rigs or operations should be determined depending on the operating conditions in the field.

Conclusions. If the need for cleanout can be determined from ROP data obtained with similar lithology under different bit hydraulic conditions, then pump energy consumption should be reduced by reducing flow until the desired level of bit hydraulics is achieved if the pump is running at the maximum allowable pressure. The same logic can be applied using either hydraulic power or impact force as the hydraulic parameter.

In addition, when the mud pump does not meet the drilling fluid circulation requirements, it is necessary to replace the mud pump with a pump of a higher-pressure rating or power rating.

References:

1. Abahusayn, M., B. Foster, J. Brink, M. Kuck, and J. Longo. 2012. Nikaitchuq Extended-Reach Drilling: Designing for Success on the North Slope of Alaska. SPE Drilling & Completion. 27(04), p. 501–515.
2. Erge, O., Ozbayoglu, E. M., Miska, S., Yu, M., Takach, N., Saasen, A., & May, R., 2015. The Effects of Drillstring-Eccentricity, -Rotation, and-Buckling Configurations on Annular Frictional Pressure Losses While Circulating Yield-Power-Law Fluids. SPE Drilling & Completion.
3. Guo, B., & Liu, G. (2011). Mud Hydraulics Optimization. Applied Drilling Circulation Systems, p. 81–105.
4. Kelessidis, V. C., Dalamarinis, P., & Maglione, R., 2011. Experimental study and predictions of pressure losses of fluids modeled as Herschel-Bulkley in concentric and eccentric annuli in laminar, transitional and turbulent flows. Journal of Petroleum Science and Engineering. 77(3), p. 305–312.
5. Li, X., Gao, D., Tan, L., Zhang, H., Chen, X., & Zhou, Y. (2017). Study on the Drilling Fluid Flow Rate Allowable Range in Offshore Drilling Considering the Extended-Reach Limit. Abu Dhabi International Petroleum Exhibition & Conference. doi:10.2118/188435-ms
6. Xin, Li, Deli, Gao, Yingcao, Zhou, et al., 2016a. A model for extended-reach limit analysis in offshore horizontal drilling based on formation fracture pressure. Journal of Petroleum Science and Engineering. 146, p. 400–408.
7. Xin, Li, Deli, Gao, Yingcao, Zhou, et al., 2016b. Study on open-hole extended-reach limit model analysis for horizontal drilling in shales. Journal of Natural Gas Science and Engineering. 34, p. 520–533.
8. Xin, Li, Deli, Gao, Yingcao, Zhou, et al., 2016c. General approach for the calculation and optimal control of the extended-reach limit in horizontal drilling based on the mud weight window. Journal of Natural Gas Science and Engineering. 35, p. 964–979.

Воздействие гололёдно-изморозевых отложений на работу высокочастотных защит ЛЭП

Никонов Виталий Владимирович, заместитель начальника службы релейной защиты и автоматики
Филиал АО «Россети Тюмень» «Энергокомплекс»

Исследованы особенности влияния гололёда на проводах ЛЭП на работу высокочастотных защит. Рассмотрен принцип работы ВЧ-защит, типы гололёдных образований и особенности их появления, методы мониторинга гололёда на проводах и основные способы борьбы с ним. Выделены недостатки ВЧ-защит ЛЭП в части влияния гололёда. Даны предложения по устранению отрицательного влияния климатических проявлений на работу ВЧ-защит воздушных ЛЭП.

Ключевые слова: высокочастотная защита, воздушная линия электропередачи, гололёд, несущий провод, релейная защита, ВЧ связь, затухание сигнала, удаление гололёда.

The impact of ice on the operation of high-frequency power line protection

Nikonov Vitalii Vladimirovich, deputy head of the relay protection and automation service
Branch of JSC «Rosseti Tyumen» «Energocomplex»

The features of the influence of ice on power transmission lines on the operation of high-frequency protections are considered. The principle of operation of HF protection, types of ice formations and features of their appearance, methods of monitoring ice on wires, and the main ways to combat it are considered also. The disadvantages of RF protection of power transmission lines in terms of the influence of ice are highlighted. Proposals are given to eliminate the negative impact of climatic manifestations on the operation of HF protection of overhead power lines

Keywords: high-frequency protection, overhead power line, ice, carrier wire, relay protection, HF communication, signal attenuation, ice removal.

Введение

Центральная часть России с умеренно-континентальным климатом подвержена значительным перепадам годовых температур, что в осенне-весенний период может приводить к образованию ледяного покрытия разной структуры на проводах воздушных ЛЭП, что создаёт проблемы как в отношении прочности конструкций ЛЭП, так и для качества передаваемых по проводам ЛЭП служебных ВЧ сигналов. В настоящей работе методами аналитического обзора и анализа доступной информации исследован вопрос, данный в заглавии, для выработки решения проблемы влияния гололёда на работу ВЧ-связи по проводам ЛЭП и синтеза начального предложения.

ВЧ-защиты воздушных ЛЭП — Основным видом релейной защиты ЛЭП с напряжением выше 110 кВ является проведение необходимых отключений по ВЧ-сигналам, передаваемым по проводам ЛЭП [1] между концевыми подстанциями контролируемого участка. Информация между границами защищаемого участка передаётся как по фазным проводам, так и по тросам грозозащиты. Типовая структура ВЧ системы связи в энергетике показана на рисунке 1, и включает в себя источник — приёмник информации ИП, аппаратуру уплотнения АУ — модулятор-демодулятор; аппаратуру обработки АО — заградительный режекторный фильтр, отделяющий участок связи от остальной ЛЭП; аппаратура присоединения АП — чаще всего конденсатор на тысячи пФ, который обеспечивает развязку системы от рабочего напряжения ЛЭП.

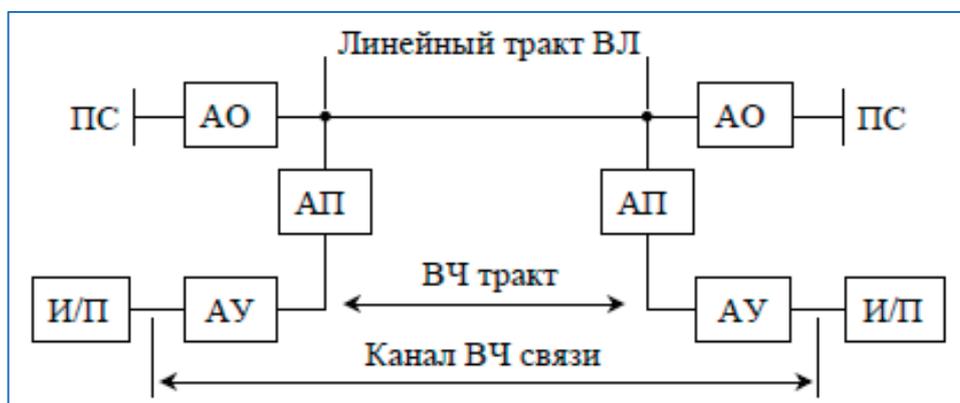


Рис. 1. Общая структура ВЧ канала связи на воздушных ЛЭП

Не касаясь устройства перечисленных аппаратов, рассмотрим особенности распространения ВЧ сигнала на участке линейного тракта ЛЭП, с учетом образования гололедно-изморозевых отложений (ГИО) на проводах [1–3]. Суть ВЧ релейной защиты состоит в отключении ЛЭП при возникновении повреждений (КЗ, обрыв) — по управляющим сигналам, передаваемым по проводам между концевыми подстанциями защищаемого участка. В этом смысле условия распространения и передачи сигналов по проводу имеют первостепенное значение для надежности ВЧ-защит ЛЭП. Для повышения надёжности ВЧ связи в энергетике применяется частотное разделение каналов. Помехи связи, создаваемые коронным разрядом на элементах ЛЭП, подавляются узкополосной полосовой фильтрацией в каналах связи. Подключение ВЧ-аппаратуры к ЛЭП

производится по схеме «фаза — земля», когда рабочие сигналы прокладываются к проводу фазы или тросу — по отношению к земле. Для организации дуплексной связи между концевыми подстанциями применяется временное уплотнение с чередованием импульсов и пауз ВЧ сигнала от каждого передатчика. Амплитуды действующих сигналов — на уровне десятков вольт, чувствительность приёмников — доли вольта. Диапазон частоты ВЧ-каналов связи — от десятков до сотен кГц. Автоматический контроль исправности канала ВЧ связи проводится с периодичностью (0.5 , 5.5) часа [1–3] путём послышки запроса по линии связи и ожидания соответствующего ответа от другой стороны связи. Высокочастотные защиты состоят из двух комплектов, расположенных по концам защищаемой линии. Для их действия необходима связь между полуккомплектами защиты,

осуществляемая с помощью токов высокой частоты, передаваемых по проводам защищаемой линии. Таким образом, по каналу высокочастотной связи осуществляется контроль за работой оборудования подстанций, а также передаются команды управления концевыми выключателями. Одним из факторов, влияющих на качество ВЧ-связи по проводам ЛЭП, является образование льда на проводах [4].

Гололёдно-изморозевые отложения (ГИО) на проводах ЛЭП — Принято классифицировать на следующие основные группы [3]:

- иней и кристаллическая изморозь в результате сублимации водяного пара;
- зернистая изморозь в результате осаждения переохлажденной воды;
- матовый или стекловидный гололед плотностью 0.6–0.9 г/см³;
- замерзший мокрый снег плотностью 0.2–0.6 г/см³;
- сложные отложения из нескольких слоёв изморози и гололеда.

На плотность отложений оказывает влияние температура воздуха, определяющая продолжительность образования ГИО. Имеет значение ветер, который ведёт к слипанию капель, растеканию и дроблению их по поверхности. Влияет геометрия ЛЭП — высота подвеса, диаметр проводов, их закручивание. Оказывают влияние также рельеф местности и потоки в атмосфере. Установлены допустимые — нормативные толщины льда на проводе для разных высот подвеса, измеряемые в десятках миллиметров [3]. Неконтролируемые ГИО вызывают критические нагрузки на провода и опоры воздушных ЛЭП, что приводит к их повреждению: обрыву проводов и поломке опор ЛЭП. Прогнозирование ГИО на основе метеорологических данных воздушной среды применяется, но надёжного результата на данный момент не даёт. Данные прогноза могут быть предупреждением о возможной угрозе ГИО, но не являются указанием о необходимости плавки гололеда на проводах в данный момент.

Гололед увеличивает затухание ВЧ сигналов, которые передаются по воздушным ЛЭП, в связи с диэлектрическими потерями в слое гололедного покрытия провода [5]. Кроме того, наличие ГИО уменьшает скорость распространения ВЧ сигналов из-за изменения диэлектрических свойств среды, окружающей провода. Наличие электрического поля вокруг ЛЭП ведёт к притягиванию дождевых капель к проводам. Силовой ток нагревает провод и снижает вероятность ГИО. Процесс гололедообразования может длиться от нескольких часов или суток до 2–3 месяцев с колебаниями интенсивности. Таким образом, защита ЛЭП от появления ГИО является актуальным вопросом энергетики, определяющим надёжность снабжения электроэнергией потребителей.

Технологии мониторинга ГИО — Для исследования ГИО на проводах воздушных ЛЭП [6] наибольшее распространение получили методы — тензометрический, локационный и инструментально — параметрический. При взвешивании провода с ГИО необходима компенсация ветровой нагрузки на провод, для выполнения которой в состав измерительной системы добавляются измерение скорости и направления ветра, по которым

и рассчитывают ветровую нагрузку для её учёта. Локационный импульсный метод диагностики ГИО основан на измерении времени прихода отраженного сигнала и его амплитуды, которые меняются в зависимости от толщины ГИО. Инструментально-параметрический метод построен на применении инклинометров и термометров с автономным питанием, а также соответствующей автономной аппаратуры сбора и обработки информации. Изменяя дополнительный наклон провода вблизи опоры, и его температуру — результаты вводят в математическую модель, дающую удлинение провода, и удельную нагрузку, вызванную наличием ГИО. В итоге существует множество различных приборов, построенных на разных принципах — со своими преимуществами и недостатками. Данный перечень можно дополнять. У данного направления достаточно велики систематические погрешности, так как влияет много параметров, как — солнце, лед, дождь, влажность, ветер и другое.

На сегодняшний день контроль гололедообразования на ВЛЭП практически не автоматизирован и осуществляется посредством исключительно визуальных осмотров линий и редких измерительных средств. Перспективно компьютерное зрение — наблюдение провиса провода интеллектуальной видеокамерой. Широко обсуждается идея автономных сигнализаторов гололёда на опорах ЛЭП, включающих в себя все описанные выше датчики, вместе с процессорами и средствами связи с базой [7]. Таким образом, исследование показало — мониторинг появления ГИО является прецизионным наукоёмким процессом, требующим индивидуального подхода и высокой компетенции исполнителей.

Борьба с ГИО — Основной способ своевременного устранения наледи с воздушных ЛЭП — плавка гололеда путём протекания по проводам повышенного тока [8, 9], как переменного, так и постоянного. Высокая эффективность плавки достигается при наличии достоверных данных о характере и количестве гололедообразования, а также точных данных о метеоусловиях на трассе линии. Известен способ удаления гололеда за счет нагрева проводов токами высокой частоты (ВЧ), когда за счет скин-эффекта повышается плотность тока в проводе и его температура при меньших затратах энергии. Плавка гололеда предусматривается при толщине стенки гололёда на проводе в среднем более 25 мм. Малые слои ГИО удаляют путём скалывания перемещающимися по проводу устройствами — управляемыми роботами. Кроме плавки током, сброс отложения с проводов производят за счет встряхивания провода шестами, взведенными пружинами [10], искусственной вибрацией, токами искусственных КЗ. Например, устройство УВК-110 — Устройство Возбуждения Колебаний для ЛЭП напряжением 110 кВ — успешно производится серийно, и построено на пороговом ударном возбуждении провода при достижении заданной величины веса провода в пределах (290 , 380) кг [10]. При срабатывании — ускорение достигает до 5g, усилие воздействия — до 5 тонн. Однократное воздействие — взведенная пружина. Плавка гололёда переменным током промышленной частоты требует значительных мощностей источника питания (десятки МВ.А), поскольку активное сопротивление проводов воздушной линии значительно меньше индуктивного сопротивления. Используют импульсные токи, под действием ко-

торых провода ЛЭП притягиваются или отталкиваются, сбрасывая гололёдные образования. Таким образом, плавка ГИО отработана не хуже, чем его обнаружение, и вопрос состоит только в комплексировании общей системы ВЧ-защиты ЛЭП от обледенения.

ВЧ-связь по проводам ЛЭП, заданная по условиям задачи — не имеет прямого отношения к проблемам обнаружения ГИО и его устранения. К тому же показано, что мониторинг ГИО — задача непростая, наукоёмкая, и до повсеместного внедрения здесь еще далеко. Задача состоит лишь в обеспечении работоспособности ВЧ-защит ЛЭП при наличии обледенения. Прогнозирование данных — недостоверно, а мониторинг — сложная технология. Поэтому желательно предложить способ получения информации о состоянии ГИО на ЛЭП — средствами самой ВЧ-связи. Важно понимать, что мониторингом ГИО оборудованы единичные ЛЭП, а ВЧ-связью — большинство. Основной недостаток существующей ВЧ-связи на ЛЭП состоит в нарушении связи при появлении гололёда, в результате чего персонал вынужден отключать ВЧ защиты.

Рассмотрим видимые недостатки систем ВЧ-связи в связи с влиянием феномена ГИО, основные аспекты которого рассмотрены выше. Авторы работы [11] обнаружили особенность эксплуатации системы ВЧ-связи ПВЗУ, выражающуюся в существенном влиянии ГИО на приемную часть данной системы. Утверждается, что ВЧ защита, использующая ВЧ-связь по проводам защищаемой ЛЭП, изменяет свои свойства при появлении гололёда на проводах защищаемой ЛЭП. Образование ГИО ослабляет ВЧ сигнал, нарушает связь по ВЧ-каналу. В результате срабатывает защита, как бы от исчезновения сигнала по причине неисправности ЛЭП (КЗ, обрыв). В ведомстве авторов работы 36 из 43 ЛЭП оснащены такими ВЧ защитами, что повышает достоверность сделанного наблюдения. Установлено, что зимой неоднократно ВЧ сигнал пропадал не из-за аварии, а из-за гололёда. При наличии ГИО полукомплекты ВЧ защит не могут обмениваться ВЧ-сигналами, срабатывает защита и отключает ЛЭП. При большом наблюдаемом ослаблении сигнала персонал вынужден выключать ВЧ-связь, в результате

чего ЛЭП работают без защиты от КЗ и обрывов. Персонал пытался подстраивать чувствительность приёмника периодически вручную — что оказалось неоперативно в условиях эксплуатации ЛЭП. При исчезновении ГИО — сигнал становится очень большой; автоматическая подстройка не предусмотрена.

В результате авторы сами предложили переключать чувствительность ступенчато — для чего ввели в систему дополнительный тумблер. При появлении сигнализации о низком уровне сигнала тумблер включают и повышают усиление приёмника, затем выключают. Предложенный метод не позволяет плавно регулировать усиление, сразу на 30–35 дБ. Схема модернизации приведена на рисунке 3. Описанная ситуация требует поиска решения проблемы влияния ГИО на ВЧ-связь в рамках данной системы связи с учётом особенностей, выявленных авторами работы [11].

Новое предложение — Для устранения влияния ГИО на ВЧ-связь по проводам ЛЭП предлагается применить принцип автоматической регулировки усиления (АРУ), который успешно применяется в эфирной радиосвязи с начала прошлого века [12]. Структурная схема устройства, в применении к ВЧ-связи по проводам ЛЭП приведена на рисунке 2 по аналогии с рисунком 1 выше. Линейный тракт воздушной ЛЭП ограничен заградительными режекторными фильтрами АО с обеих сторон. Допустим, правый на схеме полукомплект передаёт, а левый принимает импульсные сигналы, содержащие информацию о состоянии линии на передающем конце. Провод ЛЭП подвергается воздействию ГИО, в результате чего уровень принимаемого сигнала слева непрерывно падает. Измерительное устройство ИУ регистрирует пониженный уровень сигнала, и управляет фазовым манипулятором ФМ так, чтобы правый передатчик давал в линию импульсный сигнал с определенной фазой относительно своего начала, допустим — первый полупериод отрицательный. Правый приемник содержит фазовый детектор ФД, который выделяет условленную фазу входящего сигнала, и подает сигнал на регулируемый усилитель мощности РУМ о необходимости дальнейшего повышения уровня передаваемого в линию импульсного сигнала.

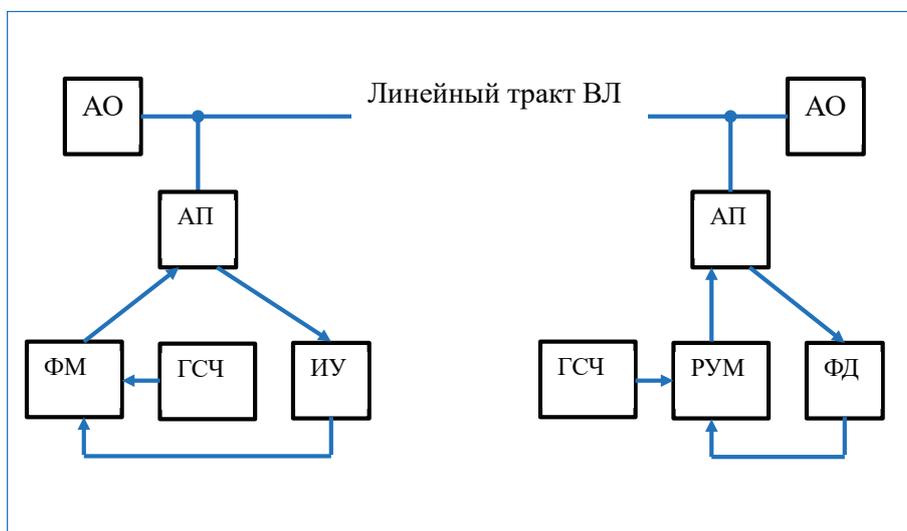


Рис. 2. Структура АРУ в ВЧ-связи на ЛЭП

Так продолжается до тех пор, пока ИУ не обнаружит нормальный уровень сигнала, переключит фазу сигнала, излучаемого из левого полуконтакта, на обратную, детектор ФД увидит это изменение и прекратит увеличение уровня на РУМ. Система займет устойчивое состояние, соответствующее действительному затуханию сигнала на линии, вызванному наличием ГИО и его ростом. После снятия ГИО с провода тем или иным способом уровень принимаемого сигнала опять возрастет до прежних значений, много превышающих номинальный уровень. Чтобы вернуть сигнал на прежний уровень предлагается организовать постоянное пошаговое снижение усиления РУМ до тех пор, пока ИУ не обнаружит номинальный уровень сигнала, и не инициирует его повышение описанным выше способом. Таким образом, уровень сигнала, принимаемого из ЛЭП, будет автоматически стабилизирован на заданном уровне, у коэффициента усиления РУМ будет пропорционален действительному значению затухания сигнала в линии, вызванного в том числе и наличием ГИО, что позволит осуществлять диагностику текущего уровня ГИО.

Литература:

1. Скитальцев В. С. Высокочастотные каналы релейной защиты. Учебное пособие. Центр подготовки кадров энергетики. 2005.
2. Высокочастотные защиты ЛЭП — Студопедия (studopedia.ru), Принцип работы и назначение ВЧ-каналов связи высоковольтных линий электропередач» Школа для электрика — электротехнический портал (electricalschool.info),
3. Назначение и виды высокочастотных защит — Студопедия.Нет (studopedia.net);
4. Защита линий электропередач от гололедообразования — Студенческий научный форум (scienceforum.ru);
5. Минуллин Р. Г., Губаев Д. Ф. Обнаружение гололедных образований на линиях электропередачи локационным зондированием. — Казань: Казан. гос. энерг. ун-т, 2010.-208 с.
6. Дементьев С. С. Интеллектуальная система мониторинга гололедообразования на воздушных ЛЭП. Диссертация. Волгоградский ГТУ. 2019.
7. Датчик гололедной нагрузки | Предотвращение и ликвидация гололедных аварий (leg.co.ua);
8. Современные методы борьбы с гололедными отложениями на проводах воздушных линий электропередачи средствами силовой электроники | ООО «Энергия-Т» (energy-t.ru),
9. Защита воздушных линий электропередачи от гололёда (elektro-montagnik.ru);
10. Устройство возбуждения колебаний УВК-110. ООО «Композит». Паспорт КЭС.007.00.00.ПС. Новосибирск. 2020.
11. Внедрение и опыт эксплуатации оперативного изменения чувствительности ВЧ-приемников основных защит при появлении гололедно-изморозевых отложений на линиях электропередачи | Статьи журнала «ЭЛЕКТРОЭНЕРГИЯ. Передача и распределение» (eepir.ru);
12. Есаков В. Ф., Кудрин И. Г., Шноль М. М. Автоматическая регулировка усиления в усилителях НЧ. Массовая Радиобиблиотека. Вып. 752. Связь. 1970.

Заключение

В результате выполненного исследования дано конкретное предложение по доработке действующей системы ВЧ-связи, позволяющее устранить влияния ГИО на систему защиты воздушной ЛЭП. Дополнительно можно предложить такие нововведения, как — переход на частотную модуляцию ВЧ сигналов для повышения помехозащищённости и электромагнитной совместимости; более широкое использование дронов вертолетного типа для локальных наблюдений ГИО и качества проводов с помощью мобильных магнитометра, пирометра, сканирующего лидара, тепловизора — за этим будущее; и наконец — переходить на кабельные ЛЭП, где таких проблем нет.

В заключение следует сказать, что отдельные системы выявления и плавления льда не противоречат ВЧ-защитам. Если эти системы справятся со льдом, то ВЧ-защитам будет проще работать. Но лучше разделить — пусть системы устраняют лед во избежание аварий, но пусть ВЧ-защиты работают со льдом на ЛЭП, что и предлагается в данной работе.

Методы испытания изоляции в комплектных распределительных устройствах

Самофалов Дмитрий Сергеевич, студент магистратуры

Научный руководитель: Балакин Алексей Игоревич, кандидат технических наук, доцент
Севастопольский государственный университет

Одним из важным вопросов автоматизации технологических процессов является автоматизация приемо-сдаточных испытаний, особенно это касается технологически сложных изделий как шкафы КРУ

Целью данной работы является обзор методов испытания изоляции в шкафах КРУ, их достоинства и недостатки и внедрение их в измерительный комплекс.

Испытание изоляции в шкафах КРУ — это проверка сопротивления изоляции цепей оперативного питания, а также проверка электрической прочности изоляции главных цепей. Методика замеров сопротивления изоляции основывается на законе Ома для электрической цепи.

Результатом исследования является подобранное оборудование для проведения испытаний изоляции.

Ключевые слова: КРУ, мегаомметр, изоляция, сопротивление, измерительный комплекс, измерение, напряжение.

Одним из важным вопросов автоматизации технологических процессов является автоматизация приемо-сдаточных испытаний, особенно это касается технологически сложных изделий как шкафы КРУ. При проведении испытаний вручную затрачивается много времени. А также сами испытания являются опасными, так как при нарушении инструкции персонал может серьезно пострадать.

Целью данной работы является обзор существующих методов испытания изоляции, подбор выбор оборудования, определение достоинств приборов, а также возможности их внедрения в измерительный комплекс.

Сопротивление изоляции — важнейший показатель, характеризующий работоспособность электрооборудования и его безопасность для обслуживающего персонала. В большей степени этот параметр касается кабельных линий и соединительных проводов, которые при эксплуатации подвергаются различного рода воздействиям. Методика замеров сопротивления изоляции основывается на законе Ома для электрической цепи.

Согласно этому закону, искомый показатель представляется как результат деления напряжения, приложенного к изоляционному покрытию, на величину тока, протекающего через

него. Диагностика электропроводки и силовых кабелей — обязательная составляющая профилактических мероприятий, позволяющих поддерживать их работоспособность на должном уровне. Проверка сопротивления изоляции электротехнических объектов проводится с учетом требований действующих нормативов (ПУЭ, в частности).

Для измерения сопротивления изоляции цепей оперативного питания рекомендуется использовать мегаомметр. Мегаомметр — специальный измеритель, посредством которого выполняются замеры высоких показателей сопротивления. Основное отличие от традиционных омметров представлено тем, что замеры осуществляются на значительном уровне напряжения, самостоятельно генерируемым изоляционными измерителями. Основные составные части, установленные внутри корпуса, представлены источником напряжения, имеющим постоянную и откалиброванную величину, а также токовым измерителем и клеммными выходами. Мегаомметры используются в замерах изоляционного сопротивления, а также с целью определения коэффициента изоляционной абсорбции электрического оборудования, которое не пребывает в условиях рабочего напряжения. Существует множество моделей Мегаомметров, однако было решено использовать модель ПСИ-2530 (рис 1.).



Рис. 1. Мегаомметр ПСИ-2530

Данная модель предназначена для измерения сопротивления изоляции электрических цепей, не находящихся под напряжением, и измерения переменного напряжения до 700 В.

К важным особенностям данного устройства следует отнести:

- Автоматический выбор диапазонов измерения
- Защита от подключения к необесточенной сети
- Программируемое время измерения

- Защита от неправильного включения
- Внутренняя память на 10000 измерений и связь с компьютером
- Максимальное испытательное напряжение на разомкнутых гнездах 2,5 кВ.

Для проверки электрической прочности изоляции главных цепей рекомендуется использовать измерительные комплексы. Одним из таких комплексов является РЕТОМ-6000 (рис. 2)



Рис. 2. Измерительный комплекс РЕТОМ-6000

Комплекс предназначен для проверки электрической прочности и сопротивления изоляции электрооборудования и аппаратов электроустановок потребителей повышенным напряжением переменного и постоянного тока до 6000 В

Особенности РЕТОМ-6000:

- возможность работы как в автоматическом, так и в ручном режимах;
- высокая точность и стабильность выходного напряжения до 6000 В;
- измерение сопротивления изоляции до 2 ГОм;
- снятие ВАХ ТТ (110–750 кВ) напряжением до 2 кВ и током до 2 А;

- при измерении тока утечки имеется возможность установки порогового значения отключения прибора, позволяющая уменьшить разрушительное воздействие на изоляцию;
- фиксация на индикаторе значений напряжения, тока, сопротивления и времени пробоя;

Таким образом подобранное оборудование позволит успешно проводить испытания изоляции в комплектных распределительных устройствах, а также внедрить их в автоматизированный измерительный комплекс. Такой подход существенно сократит время проведения приемосдаточных испытаний для устройств КРУ.

Литература:

1. Магазинлаб — магазин лабораторного и контрольно-измерительного. — URL: <https://magazinlab.ru>
2. Союз-прибор. Контрольно-измерительные приборы и оборудование. — URL: <https://www.souz-pribor.ru/>
3. <https://dynamics.com.ru/production/retom-6000?ysclid=lg9bi4ciq9463641032>

Методы оптимизации потерь электроэнергии в распределительных электрических сетях

Филатова Анастасия Александровна, студент магистратуры
Уфимский университет науки и технологий

В статье автор рассматривает методы оптимизации потерь электроэнергии в распределительных электрических сетях.

Ключевые слова: потери электроэнергии, распределительные сети, технологический фактор, коммерческая составляющая, математическое и компьютерное моделирование параметров, оценка эффективности.

Потери электроэнергии в распределительных сетях являются довольно существенной проблемой. В настоящее время энергоснабжение организации разрабатывают проекты и различные решения, которые позволяют снизить объем потерь.

Данный показатель зависит от многих факторов и параметров сети. Распределительные сети являются сложнейшими в отношении определения достоверных данных по объему потерь электроэнергии. Используемые методы расчёта не позволяют в полной мере определить технические потери в ЛЭП.

В России, как и в ряде европейских стран, широкое применение нашла Автоматическая система контроля и учета электроэнергии (АСКУЭ). Внедрение данной системы позволило снизить достаточно большой объем потерь электроэнергии среди потребителей, что обусловлено неправильной схемой питания, недобросовестностью граждан.

Под потерями подразумевается разница между отпущенной потребителям электроэнергией и фактически поступившей к ним. Для нормирования потерь и расчетов их фактической величины, была принята следующая классификация:

1. Технологический фактор. Он напрямую зависит от характерных физических процессов, и может меняться под воздействием нагрузочной составляющей, условно-постоянных затрат, а также климатических условий.

2. Расходы, затрачиваемые на эксплуатацию вспомогательного оборудования и обеспечение необходимых условий для работы персонала.

3. Коммерческая составляющая. К данной категории относятся погрешности приборов учета, а также другие факторы, вызывающие недоучет электроэнергии.

Для определения потерь электроэнергии в распределительных сетях и системы её учета необходимо:

— Определение оптимальных параметров сети и системы контроля и учета электроэнергии;

— Математическое и компьютерное моделирование параметров и методики определения потерь электроэнергии;

— Оценка эффективности от разработки и внедрения иной системы контроля и учета электроэнергии.

Для определения как технических, так и коммерческих потерь электроэнергии необходим достаточно большой объем исходной информации. Действующее оборудование не позволяет в полной мере получить необходимые данные. Из этого следует, что необходима как техническая модернизация оборудования, так и системная.

Задача работы заключается в том, чтобы определить наиболее перспективный метод определения потерь электро-

энергии и разработать альтернативную систему учета, с применением математических и компьютерных моделей.

Основные причины потерь электроэнергии

1. Нагрузочные потери, они возникают в ЛЭП, оборудовании и различных элементах электросетей. Такие расходы напрямую зависят от суммарной нагрузки. В данную составляющую входят:

— Потери в ЛЭП, они напрямую связаны с силой тока. При транспортировке энергии на расстояния происходит нагрев проводников. На расчет потерь в линии влияют следующие технические параметры: длина, сечение, удельная плотность проводника (медь, алюминий, сплавы), коэффициенты потерь электроэнергии, в частности, коэффициент распределенности нагрузки, коэффициент формы графика.

— Расход в трансформаторах, имеющий магнитную и электрическую природу. В качестве примера ниже представлена таблица, в которой приводятся данные затрат на трансформаторах напряжения подстанций в сетях 10 кВ.

Нецелевой расход в других элементах не входит в данную категорию, ввиду сложности таких расчетов и незначительного объема затрат. Для этого предусмотрена следующая составляющая.

2. Категория условно-постоянных расходов. В нее входят затраты, связанные со штатной эксплуатацией электрооборудования, к таковым относятся:

— Холодная работа силовых установок.

— Затраты в оборудовании, обеспечивающем компенсацию реактивной нагрузки.

— Другие виды затрат в различных устройствах, характеристики которых не зависят от нагрузки. В качестве примера можно привести силовую изоляцию, приборы учета в сетях 0,4 кВ, измерительные трансформаторы тока, ограничители перенапряжения.

3. Климатическая составляющая. Нецелевой расход электроэнергии может быть связан с климатическими условиями характерными для той местности, где проходят ЛЭП. В сетях 6 кВ и выше от этого зависит величина тока утечки в изоляторах.

4. Коммерческая составляющая.

Под данными затратами подразумевается сальдо между абсолютными (фактическими) и техническими потерями. В идеале такая разница должна стремиться к нулю, но на практике это не реально. В первую очередь это связано с особенностями приборов учета отпущенной электроэнергии и электросчетчиков, установленных у конечных потребителей. Речь идет о погрешности. Существует ряд конкретных мероприятий для уменьшения потерь такого вида.

К данной составляющей также относятся ошибки в счетах, выставленных потребителю и хищения электроэнергии. В первом случае подобная ситуация может возникнуть по следующим причинам:

- в договоре на поставку электроэнергии указана неполная или некорректная информация о потребителе;
- неправильно указанный тариф;
- отсутствие контроля за данными приборов учета;
- ошибки, связанные с ранее откорректированными счетами и т.д.

Что касается хищений, то эта проблема имеет место быть во всех странах. Как правило, такими противозаконными действиями занимаются недобросовестные бытовые потребители. Заметим, что иногда возникают инциденты и с предприятиями, но такие случаи довольно редки, поэтому не являются определяющими. Характерно, что пик хищений приходится на холодное время года, причем в тех регионах, где имеются проблемы с теплоснабжением.

Распределительные сети 0,4–6(10) кВ являются занимают чуть менее половины от протяженности всей энергосистемы России. Этот фактор обуславливает определенные трудности к подходу определения потерь электроэнергии. Чтобы корректно рассчитать величину потерь, необходимо изменить

подход к их определению. Как технические, так и коммерческие потери на сегодняшний день имеют достаточно большую погрешность их определения.

В данной работе для определения наиболее точной методики расчета потерь были использованы существующие математические модели действующих методик, а так же разработана математическая модель новой методики определения технических потерь электроэнергии в сети. На основе разработанной математической модели была создана компьютерная модель на языке программирования C+. Помимо этого использовались методы анализа и сравнения.

В настоящее время предложенные методы определения потерь электроэнергии не получили широкого применения. Это обусловлено тем, что действующее оборудование не способно определять необходимые для расчетов данные. Для их внедрения необходима достаточно крупная модернизация как технической части распределительных сетей, так и программной.

Результатом внедрения разработанных новых технологий в определении потерь электроэнергии, может стать более прогнозируемое ее потребление, полный контроль ее качества и учета в режиме реального времени, своевременный финансовый расчет со стороны потребителей, что сказывается на качестве обслуживания и модернизации оборудования.

Литература:

1. Автоматизированная система коммерческого учета электроэнергии (АСКУЭ) <http://www.energomera.ru/ru/products/askue/about>
2. Правила устройства электроустановок ПУЭ Издание седьмое 2018 г.
3. Воротницкий В. Э., Железко Ю. С., Казанцев В. Н. Потери электроэнергии в электрических сетях энергосистем. — М.: Энергоатомиздат, 1983.
4. Железко Ю. С. Расчет, анализ и нормирование потерь электроэнергии в электрических сетях. — М.: НУ ЭНАС, 2002.
5. Воротницкий В. Э., Загорский Я. Т., Апрыткин В. Н. Расчет, нормирование и снижение потерь электроэнергии в городских электрических сетях. — Электрические станции, 2000.

Determination of control parameters in evaluation of cleaning the well

Shibiyev Farid Bayram, student master's degree
Scientific adviser: Kuznetsov Vyacheslav Alekseyevich, docent
Azerbaijan State University of Oil and Industry (Baku)

Based on the studies, the following parameters were selected and described as control parameters for assessing the quality and efficiency of wellbore cleaning: well inclination, penetration rate, fluid and cuttings density, apparent viscosity of the fluid, penetration rate and rotation of the drill pipe. Their evaluation and ranges of application are given.

Keywords: wellbore cleaning, hole inclination, ROP, fluid density, cuttings density, fluid apparent viscosity, drill pipe rotation.

Wellbore cleaning is one of the main tasks in drilling oil and gas wells. When planning a well or drilling operations, one of the key parameters that must be determined is the minimum required flow rate to transport cuttings to the surface. A study by Amoco shows that 70% of lost time due to unplanned events is caused by stuck drill pipe [6] and approximately one third of all stuck pipe problems are due to poor cuttings transport [4].

Based on the studies performed, the well inclination angle, penetration rate, density of fluid and cuttings, apparent viscosity of the fluid, rate of penetration and rotation of the drill pipe were selected as control parameters.

Well inclination angle. Studies have shown that the relationship between the angle of inclination of the well and the concentration of cuttings is not linear [5]. At angles of inclination less than 15°, the

sludge concentration is slightly higher than in vertical cases; from 15 to 30°, the sludge concentration changes gradually as the angle of inclination increases; the range from 30 to 60° is «critical» for sludge transport, as the sludge concentration increases significantly; at angles of inclination from 60 to 90°, the formation of sludge layers is inevitable [8].

Density difference. Gravity is the main cause of cuttings settling. Thus, the difference between the density of the slurry and the density of the liquid plays a large role in the settling of the slurry, and the settling can be reduced if this gap is reduced. The density of cuttings observed when drilling oil and gas wells ranges from 2.4 to 2.82 g/cm³; at the same time, the density of drilling fluids mainly varies from 0.9 to 2.5 g/cm³. Thus, the density difference ranges from 0.6 to 1.9 g/cm³.

The Density Influence Factor is used to predict the sludge concentration at different sludge density or mud density. It can be obtained using the following equation:

$$K = \sqrt{\frac{\rho_{cut} - \rho_{mud}}{1,6\rho_{water}}} \tag{1}$$

When the density of the cuttings is equal to the density of the liquid, the cuttings slip rate becomes zero and cleanup is no longer a problem. However, such a scenario almost never occurs in practice while drilling.

Viscosity of a liquid. The effect of fluid viscosity on well cleanout depends on the angle of inclination of the well. Cuttings transport is a combination of weighing and carrying out in the wellbore. Liquids with high viscosity tend to gel within the sludge bed, resulting in difficulty in lifting the deposited sludge, causing high sludge concentrations. Low viscosity leads to insufficient particle shear, which also leads to high cuttings concentration in the wellbore [7].

In wells with small angles of inclination, suspension prevails in the process of cuttings transfer and liquids with high viscosity work somewhat better [8]. In high slope areas, cuttings tend to be deposited on the bottom wall of the annulus. High viscosity reduces the fluid velocity in the near-wall region and increases the strength of the cuttings layer [3, 7].

Thus, gel strength, consistency index and liquid behavior index affect the concentration of the slurry. In laboratory experiments, a viscometer reading of 100 rpm is commonly used because the shear rate at this rotational speed best reflects the shear rate that is observed in the annulus during drilling [2].

Based on this criterion, drilling fluids are divided into three categories: low viscosity fluids ($\theta_{100} < 10$), moderately thick fluids ($10 < \theta_{100} < 20$) and thick fluids ($\theta_{100} > 20$).

Penetration speed. There is an almost linear relationship between ROP and cuttings concentration in the wellbore [5]. The penetration rate range (from 10 to 45 m/h) is acceptable for practical use. Based on the authors' experience from pilot testing, this approach is not recommended for cases with ROP above 75 m/h or less than 3 m/h.

Drill pipe rotation. The effect of drill pipe rotation on cuttings concentration depends on the angle of inclination of the wellbore. In highly deviated wells, the rotation of the drill pipe tangentially oscillates the cuttings layer and shakes the cuttings from the bottom of the annulus, which facilitates the removal of the cuttings by a high-velocity fluid flow to the top of the annulus. At medium inclination angles, cuttings also tend to be deposited on the bottom wall of the annulus. Since the angle of inclination in this position is smaller than in the strongly inclined part, the amount of precipitation (caused mainly by gravity) is less. Cuttings are easier to carry to the top, so the effect of drill pipe rotation in this area is negligible. In nearly vertical wells, the effect of drill pipe rotation on cuttings concentration is negligible.

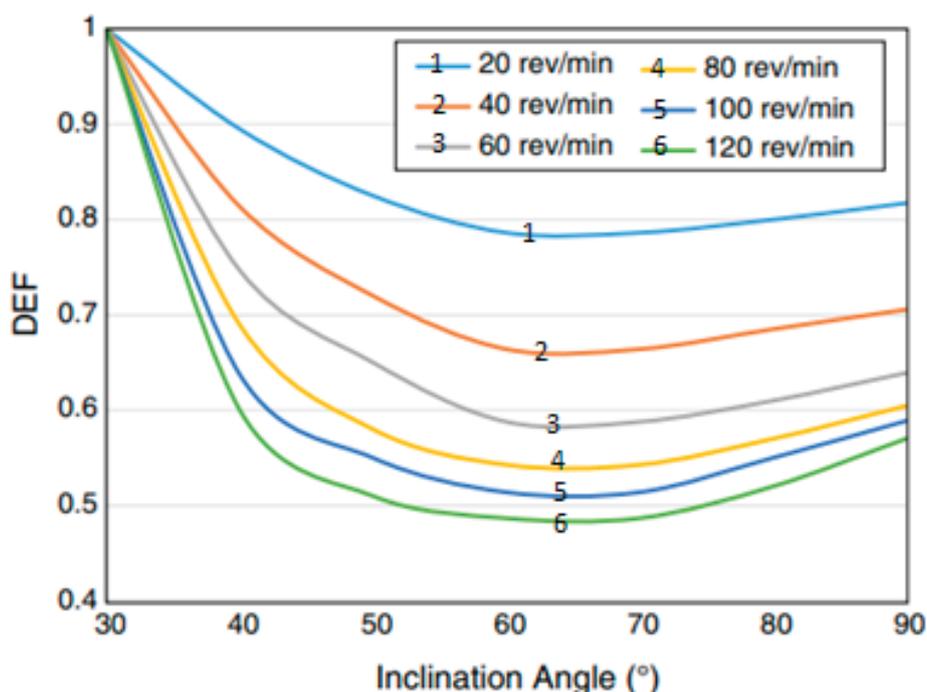


Fig. 1. Graph of the effect of rotation of the drill pipe [1]

The author [1] investigated the effect of drill pipe rotation on cuttings transport by conducting a series of experimental tests on an 8« x 4.5» x 90 ft flow loop. In this article, the effect of drill pipe rotation is considered using the drill string rotation factor (DEF). DEF is obtained with the correlations proposed by [1] for 0.08 inches. sludge, as shown in Fig. 1.

The influence of drill pipe rotation depends on the angle of inclination, fluid properties, rotation speed and cuttings dimensions. However, the most important role is played by the speed of rotation of drill pipes and the angle of inclination of the well [1]. Fig. 1. is based on light thin liquid data.

Conclusion. Thus, it can be argued that the most unfavorable part for ERD wellbore cleanup is between 45 and 55°. If the well clea-

nout requirement is met for this part, it should not be a problem for other parts of the well. Since the cuttings slide down when flow decreases in this area, the pump should not be stopped until all the cuttings have been removed to prevent clogging of the wellbore.

The results were confirmed [8] by geometry data with a diameter ratio of 1 to 2.5 (borehole diameter/pipe diameter).

For conditions with very large diameter ratios (e.g., coiled tubing drilling) and very small diameter ratios (eg, casing drilling), the results can be significantly skewed. This method may also not work for very small cuttings (less than 1 mm) and large cuttings (> 5 mm).

In addition, this method cannot be used in situations with very high cuttings concentration (more than 40%), such as low fluid velocity (less than 0.61 m/s) and high ROP (more than 75 m/h).

References:

1. Bassal, A. A. 1996. The Effect of Drillpipe Rotation on Cuttings Transport in Inclined Wellbores. MS thesis, The University of Tulsa, Tulsa, Oklahoma (May 1996).
2. Bourgoyne, A. T., Millheim, K. K., Chenevert, M. E. et al. 1986. Applied Drilling Engineering, 113–189. Richardson, Texas: SPE.
3. Hashemian, Y., Yu, M., Miska, S. et al. 2014. Accurate Predictions of Velocity Profiles and Frictional Pressure Losses in Annular YPL-Fluid Flow. J Can Pet Technol 53 (6). SPE-173181-PA. <http://dx.doi.org/10.2118/173181-PA>.
4. Hopkins, C. J. and Leicksenring, R. A. 1995. Reducing the Risk of Stuck Pipe in the Netherlands. Presented at the SPE IADC Drilling Conference, Amsterdam, 29 February-2 March. SPE-29422-MS. <http://dx.doi.org/10.2118/29422-MS>.
5. Larsen, T. F. 1990. A Study of the Critical Fluid Velocity in Cuttings Transport for Inclined Wellbores. MS thesis, The University of Tulsa, Tulsa, Oklahoma.
6. Massie, G. W., Castle-Smith, J., Lee, J. W. et al. 1995. Amoco's Training Initiative Reduces Wellsite Drilling Problems. Pet. Eng. Intl. 67 (3). United States, <http://www.osti.gov/scitech/biblio/39900>.
7. Saasen, A. et al. 2002. The Effect of Drilling Fluid Rheological Properties on Hole Cleaning. Presented at the IADC/SPE Drilling Conference, Dallas, 26–28 February. SPE-74558-MS. <http://dx.doi.org/10.2118/74558-MS>.
8. Zhang, F., Miska, S., Yu, M., Ozbayoglu, E., & Takach, N. (2017). A Fast Graphic Approach to Estimate Hole Cleaning for Directional Drilling. SPE Drilling & Completion, 32(01), 51–58. doi:10.2118/173681-pa

Overview of operating procedures for reducing the risks of the managed pressure drilling method

Shukurli Aliaga Elshad, student master's degree
Scientific adviser: Jabbarova Gullu Valeh, teacher
Azerbaijan State University of Oil and Industry (Baku)

The article presents a brief description of the controlled pressure method, which is one of the effective approaches for drilling wells in a narrow range of drilling fluid densities. This method has been successfully applied to the exploration and development of offshore fields, with a significant reduction in operational risks and well costs. To implement this method, it is necessary to conduct staff training and impose increased requirements on the management of operations.

The article presents a well management matrix in the event of an inflow, as well as various contingency actions in response to unforeseen events, downhole equipment failures and surface equipment failures.

Keywords: offshore drilling, high pressure and high temperatures, mud density, managed pressure drilling method, risk, control matrix.

With the exploration and development of high pressure and high temperature (HPHT) areas, the drilling fluid density (MW) safe window is narrowing, resulting in increased drilling time with an increased risk of potential drilling incidents in the well, and sometimes even shutting down the well [13].

Methods. The controlled pressure method (MPD) is a drilling process that uses surface back pressure (SBP) [17] at normal hydrostatic pressure in the column, which allows drilling complex formations with narrow MW windows while maintaining a constant bottom hole pressure [9]. The loss of equivalent circulation density

(ECD) is equivalently compensated for by the SBP, and thus continuous drilling operations can be performed while remaining within the pore pressure gradient window at all times. An automated MPD system with SBP manipulation should not violate the mud density window in case of inflow or loss detection. MPD is one of the effective approaches to solving the complex problem of safe operation in a narrow MW drilling window [7]. In addition, the rate of penetration increases and the formation pollution decreases.

MPD has been successfully applied to the exploration and development of offshore HPHT fields, such as the North Sea basin and the Gulf of Mexico basin, with a significant reduction in operational risks and well costs [5,8].

Since MPD is a non-standard operation that includes many operations such as well control, pipe connection and tripping, it must take into account compliance with special operating standards.

Results and Discussion. In the offshore conditions with HPHT, MPD operations face additional challenges due to limited platform space (e.g. escape routes and preparation areas). As a result, detailed procedures such as staff training and operations management are required. In addition, personnel should be aware of their roles and responsibilities in the wellsite training program and be educated in pre-designed emergency procedures [2]. Therefore, it is noted that the human factor and safety training of personnel should reduce operational risks during offshore MPD operations [1,11,12,14].

In order to reduce the risk and teach safety in marine operations, the MPD in fig. 1 shows the information flow among the personnel involved in MPD operations.

Drilling Supervisor (DS), Drilling Rig Manager (DRM) and MPD Supervisor.

The DS is the «key person» in monitoring the safe operation of the MPD. In addition to their normal roles and responsibilities, the DS is responsible for coordinating and ensuring overall smooth and safe operation throughout the MPD operation, ensuring that all rig personnel are aware of the operation of the MPD as compared to conventional drilling.

The drilling crew (DC) is responsible for shutting in the well and performing well control operations using the rig’s well control system. DRM is the head of the drilling crew, as well as a key person

in overseeing the safe execution of the MPD operation. The Drilling Foreman (DF) is responsible for ensuring that the drilling operations and associated site activities are managed in such a way as to ensure safe drilling. The driller (D) is the person in charge of personnel supervision, and his main task is to ensure that instructions are carried out completely and safely. The driller must accurately understand his responsibilities under the MPD and inform supervisors of any indication of an abnormal event during the operation of the MPD. The Driller Assistant (DA) replaces the driller and must be able to take on the same duties as the driller and therefore be qualified.

The MPD Supervisor (SMPD) is another key person in overseeing the safe operation of the MPD. He is responsible for training all key personnel to ensure they are fully trained and understand the operation of the MPD, discusses MPD related issues with the SD, and ensures that the entire MPD operation runs smoothly and safely. The MPD Engineer (EMPD) is responsible for ensuring that the well is drilled in accordance with the MPD program, monitoring the state of the well to ensure the conditions of the MPD. The rotary wellhead operator (RWHO) works alongside a supervisor to ensure the entire operation runs smoothly and safely. The throttle operator (OT) is solely responsible for the overall operation of the throttle and hardware and must be present at all times to monitor the condition of the necessary parts and evaluate any alarms. The throttle operator maintains and operates the throttle manifold and ensures that all necessary parts are in place and that all equipment is operating in accordance with design criteria. The drilling site training program consists of two parts, which must also be carried out at the drilling site prior to the start of MPD operations [6].

A successful project in the HPHT environment starts with a clear plan; therefore, it is necessary to plan emergency procedures during MPD. Changes in pressure and flow patterns indicate what is happening in the well.

Well flow is the most common occurrence. an unexpected drilling event that occurs during times of extreme high pressure offshore and, if not handled properly, can cause a major blowout that can destroy the rig and result in death of personnel, resulting in well shut-in [4,15].

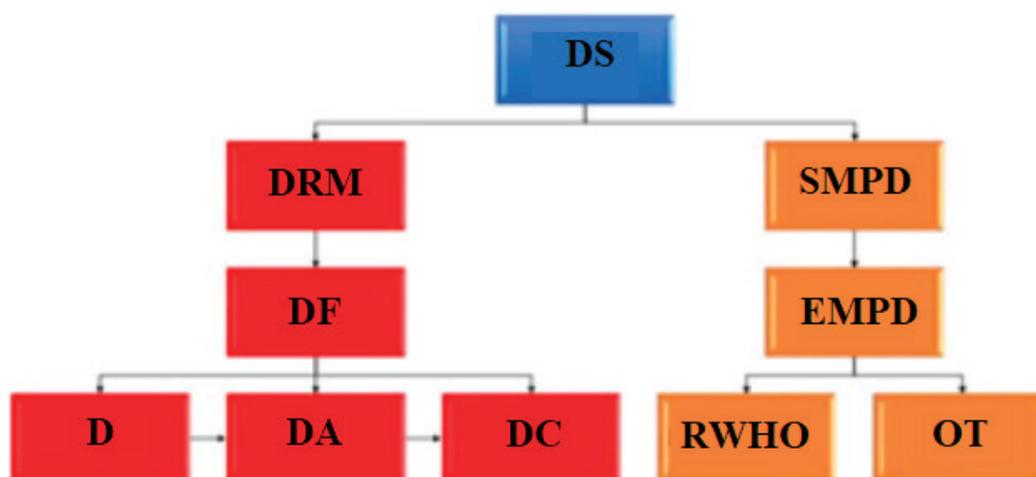


Fig. 1. The flow of information among the staff during the MPD operations [16]

On the fig. 2 presents the well management matrix for the inflow MPD, as well as various contingency actions in response to unforeseen events, downhole equipment failures and surface equipment failures.

		Drilling at Planned SBP	Pipe Connection with SBP at Planned SBP	>Planned SBP & <Operational Limit	SBP > Operational HIGHEST Limit
Influx indicator	No influx	Continue drilling	Continue connection	Increase pump rate, MW, or both. And reduce SBP to planned or contingency levels.	Stop operation. Space out tool joint. Shut in well on rig blowout preventer (BOP) and evaluate next action. Line up to control well through the rig choke.
	Influx <0,3 m ³	Stop drilling. Allow MPD system to increase SBP to Flow in = Flow out, stop the influx and add safe margin. Space out tool joint. Keep circulation at drilling rate. Circulation influx out through choke manifold. Evaluate SBP.	Stop connection. Allow MPD system to increase SBP to Flow in = Flow out, stop the influx and add safe margin. Stab Full Opening Safe Valve (FOSV). Connect the top drive. Space out tool joint. Keep circulation with MPD pump. Circulation influx out through choke manifold. Evaluate SBP.	Increase pump rate, MW, or both. And reduce SBP to planned or contingency levels.	Stop operation. Space out tool joint. Stop main pumps circulation. Shut in BOP. Line up to control well through the rig choke.
	Influx >0,3 m ³	Stop drilling. Space out tool joint. Stop pumps circulation. Shut in BOP. Line up to control well through the rig choke.	Stop connection. Space out tool joint. Stop main pumps circulation. Shut in BOP. Line up to control well through the rig choke. Evaluate SBP.	Stop operation. Space out tool joint. Stop main pumps circulation. Shut in BOP. Line up to control well through the rig choke.	Stop operation. Space out tool joint. Stop main pumps circulation. Shut in BOP. Line up to control well through the rig choke.

Fig. 2. Well control matrix [3]

Conclusions. The operating procedures of the MPD include the roles and responsibilities of key personnel during MPD operations, so staff training is required.

If the well control matrix is followed, then the MPD technology will significantly increase the operational efficiency and safety in offshore drilling of HPHT wells with narrow mud density windows.

References:

1. Awe, S., Akinfolarin, A., Erinle, A. O. et al. 2018. Optimizing MPD Performance in Highly Permeable Exploratory HPHT Reservoirs: Dealing with Human Factor and Technology Limitations. Paper presented at the SPE/IADC Managed Pressure Drilling and Underbalanced Operations Conference and Exhibition, New Orleans, Louisiana, USA, 17–18 April. SPE-190012-MS. <https://doi.org/10.2118/190012-MS>.
2. Cadd, M., Steven, L., Graham, R. et al. 2017. Integrating MPD into HPHT Well Planning. Paper presented at the Abu Dhabi International Petroleum Exhibition & Conference, Abu Dhabi, UAE, 13–16 November. SPE-188335-MS. <https://doi.org/10.2118/188335-MS>.
3. Culen, M. S., Brand, P. R., Bacon, W. et al. 2016. Evolution of the MPD Operations Matrix: The Influx Management Envelope. Paper presented at the SPE/IADC Managed Pressure Drilling and Underbalanced Operations Conference and Exhibition, Galveston, Texas, USA, 12–13 April. SPE-179191-MS. <https://doi.org/10.2118/179191-MS>.
4. Gabaldon, O. R., Brand, P. R., Culen, M. S. et al. 2017. Case Study: First Experience of Developing an Influx Management Envelope IME for a Deep-water MPD Operation. Paper presented at the IADC/SPE Managed Pressure Drilling & Underbalanced Operations Conference & Exhibition, Rio de Janeiro, Brazil, 28–29 March. SPE-185289-MS. <https://doi.org/10.2118/185289-MS>.
5. Graham, R., Geddes, M., Harris, T. et al. 2015. MPD Technology Used to Deliver Challenging HPHT Drilling Campaign. Paper presented at the SPE Offshore Europe Conference and Exhibition, Aberdeen, Scotland, UK, 8–11 September. SPE-175479-MS. <https://doi.org/10.2118/175479-MS>.
6. Haggins, R. 2014. MPD Training Competencies: The Challenges of a Young Product Line. Paper presented at the SPE/IADC Managed Pressure Drilling & Underbalanced Operations Conference & Exhibition, Madrid, Spain, 8–9 April. SPE-168959-MS. <https://doi.org/10.2118/168959-MS>.
7. Hannegan, D. M. 2006. Case Studies — Offshore Managed Pressure Drilling. Paper presented at the SPE Annual Technical Conference and Exhibition, San Antonio, Texas, USA, 24–27 September. SPE-101855-MS. <https://doi.org/10.2118/101855-MS>.

8. Hannegan, D. M. 2011. Managed Pressure Drilling Applications on Offshore HPHT Wells. Paper presented at the Offshore Technology Conference, Houston, Texas, USA, 2–5 May. OTC-21208-MS. <https://doi.org/10.4043/21208-MS>.
9. Hilt, B. 2013. Managed Pressure Drilling. Paper presented at the SPE Annual Technical Conference and Exhibition, New Orleans, Louisiana, USA, 30 September–2 October. SPE-167621-STU. <https://doi.org/10.2118/167621-STU>.
10. Hollman, L., Haq, I., Christenson, C. et al. 2015. Developing a MPD Operation Matrix—Case History. Paper presented at the SPE/IADC Drilling Conference and Exhibition, London, England, UK, 17–19 March. SPE-173094-MS. <https://doi.org/10.2118/173094-MS>.
11. Howell, R., McKenzie, B., Leslie, C. et al. 2019. Advanced Drilling Simulators for Well Control Training: Bringing Together People, Procedures and New Technology. Paper presented at the SPE/IADC International Drilling Conference and Exhibition, The Hague, The Netherlands, 5–7 March. SPE-194181-MS. <https://doi.org/10.2118/194181-MS>.
12. Knode, T., Schonacher, D., and Ritchie, N. 2018. Wellsite Risk Management Improvement Including Human Factors. Paper presented at the SPE International Conference and Exhibition on Health, Safety, Security, Environment, and Social Responsibility, Abu Dhabi, UAE, 16–18 April. SPE-190630-MS. <https://doi.org/10.2118/190630-MS>.
13. Nas, S. W., Toralde, J. S., and Wuest, C. 2009. Offshore Managed Pressure Drilling Experiences in Asia Pacific. Paper presented at the SPE/IADC Drilling Conference and Exhibition, Amsterdam, The Netherlands, 17–19 March. SPE-119875-MS. <https://doi.org/10.2118/119875-MS>.
14. Rommetveit, R., Davidson, I., and Svendsen, M. 2017. Real Time Engineering-Based Simulation Training Addresses Risk in Managed Pressure Drilling. Paper presented at the SPE/IADC Drilling Conference and Exhibition, The Hague, The Netherlands, 14–16 March. SPE-184700-MS. <https://doi.org/10.2118/184700-MS>.
15. Yin, Q., Yang, J., Borujeni, A. T. et al. 2019. Intelligent Early Kick Detection in Ultra-Deepwater High-Temperature High-Pressure (HPHT) Wells Based on Big Data Technology. Paper presented at the 29th International Ocean and Polar Engineering Conference, Honolulu, Hawaii, USA, 16–21 June. ISOPE-I-19–603.
16. Yin, Q., Yang, J., Li, Z., Huang, Y., Luo, M., Wang, B., Zhao, X. (2020). A Field Case Study of Managed Pressure Drilling in Offshore Ultra High-Pressure High-Temperature Exploration Well in the South China Sea. *SPE Drilling & Completion*. 35 (04): 503–524.
17. <https://iadclexicon.org/glossary/s/>.

АРХИТЕКТУРА, ДИЗАЙН И СТРОИТЕЛЬСТВО

Рекуперация воздуха в системе домового отопления

Байдов Антон Владимирович, кандидат технических наук, доцент;
Аль-Хашеди Хамзах Абдуллах Муршид, студент магистратуры;
Александров Виктор Владимирович, студент;
Объедков Вадим Валериевич, студент
Рязанский институт (филиал) Московского политехнического университета

В статье рассматривается устройство для передачи тепловой энергии от вытяжного воздуха к приточному.

Ключевые слова: рекуператор воздуха, вентиляция, кондиционирование, микроклимат, потери тепла.

Recuperation of air in the house heating system

Baidov Anton Vladimirovich, candidate of technical sciences, associate professor;
Al-Hashedy Hamzah Abdullah Murshid, student master's degree;
Alexandrov Viktor Vladimirovich, student;
Obedkov Vadim Valerievich, student
Ryazan Institute (branch) of Moscow Polytechnic University

The article discusses a device for transferring thermal energy from exhaust air to supply air.

Keywords: air recuperator, ventilation, air conditioning, microclimate, heat loss.

Одно из устройств, используемых для возврата тепла в технологический процесс, — воздушные рекуператоры [2]. Рекуператоры воздуха — теплообменники, специальная конструкция которых используется для вентиляции помещений с уменьшенными потерями тепла, что позволяет снизить нагрузку на отопительную систему [3]. Основная функция рекуператора — нагреть приточный воздух с минимальными тепловыми потерями. Нагретый воздух из помещения удаляется, а воздух с улицы поступает в комнату, нагретый до комфортной температуры. Современные модели оснащены автоматическим блоком управления для удобства использования. Приточно-вытяжная вентиляция с рекуператором создает благоприятный микроклимат и экономит деньги (рис. 1).

Рекуператор состоит из корпуса, к которому подсоединены патрубки, внутри которого расположены вентиляторы, фильтры и теплообменные кассеты. Основные принципы рекуператора воздуха:

- воздух забирается из помещений по воздуховодам;
- с помощью вентилятора подается в систему рекуперации;
- тёплый и холодный воздух пропускаются через рекуператор;

- охлаждённый воздух выбрасывается в атмосферу;
- свежий воздух с улицы, проходящий через рекуператор, частично забирает тепло у выбрасываемого на улицу и подаётся в нагретом состоянии для отопления помещения [1].

Рекуператоры представлены на рынке в нескольких видах: роторные, пластинчатые, рециркуляционные водяные, камерные, фреоновые. Они имеют особенности и отличия, о которых нужно знать при установке.

При выборе рекуператора рекомендуется обратить внимание на следующие характеристики:

- материал корпуса, его толщина, наличие изоляции;
- сила вентиляционного напора;
- наличие дополнительных возможностей, которые способны сделать работу прибора легче и эффективнее [3].

Для проведения лабораторных исследований по теме проектной деятельности лучше использовать трубчатый горизонтальный теплообменник, показанный на рис. 2 [4]. Такой вид установки характеризуется невысоким показателем КПД, но способен промоделировать основные процессы теплообмена в простейших помещениях.

При проведении лабораторных исследований будут исследоваться следующие факторы:

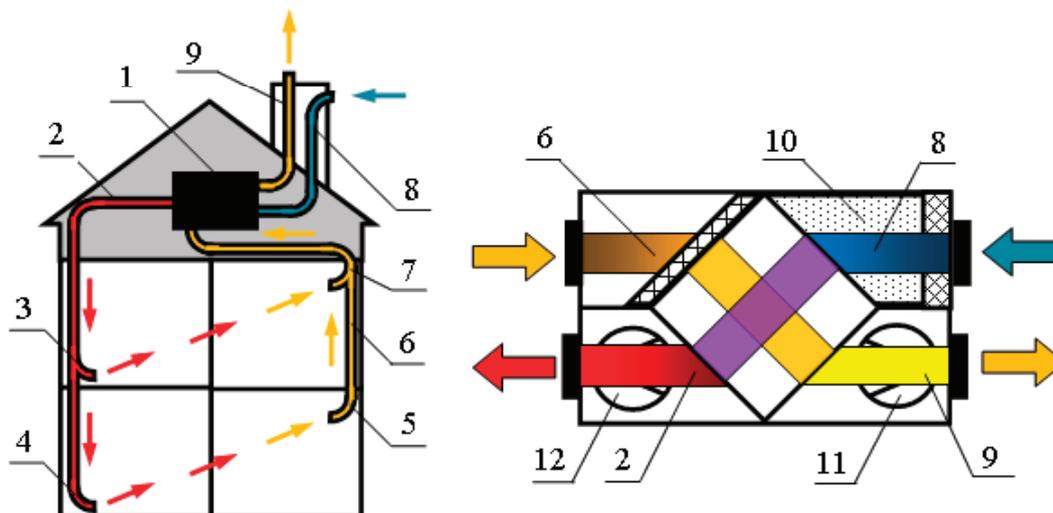


Рис. 1. Принцип работы рекуператора воздуха в доме: 1 — рекуператор; 2 — магистраль тёплого приточного воздуха; 3 — отводка тёплого воздуха на второй этаж; 4 — отводка тёплого воздуха на первый этаж; 5 — забор тёплого воздуха с первого этажа; 6 — магистраль тёплого вытяжного воздуха; 7 — забор тёплого со второго этажа; 8 — магистраль приточного воздуха; 9 — магистраль охлаждённого вытяжного воздуха; 10 — фильтр; 11 — вытяжной вентилятор; 12 — приточный вентилятор

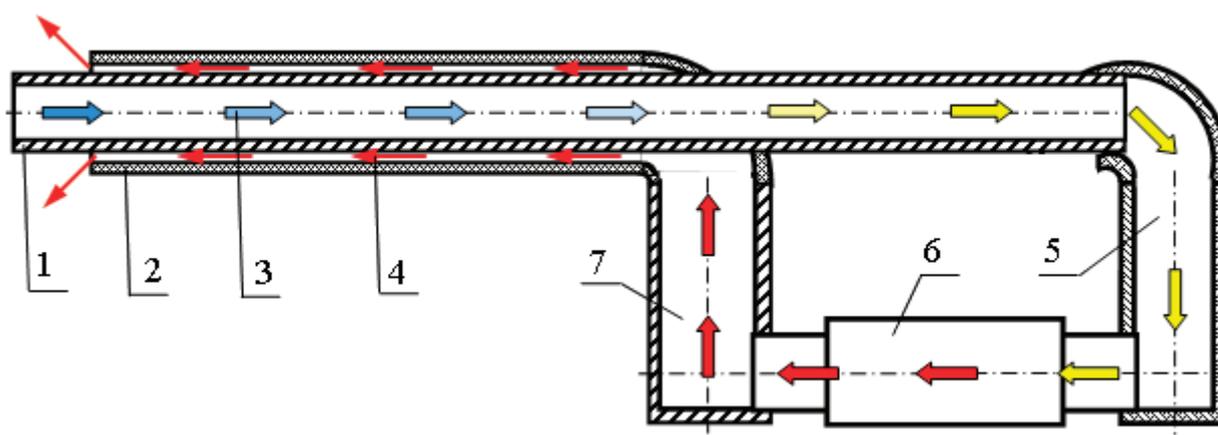


Рис. 2. Горизонтальный трубчатый рекуператор: 1 — внутренняя металлическая труба; 2 — наружный термокожух; 3 — нагреваемый воздух; 4 — охлаждаемый воздух; 5 — кожух подачи нагретого воздуха; 6 — строительный фен; 7 — кожух подачи горячего воздуха на рекуперацию

- температура окружающей среды;
- температура подогрева воздуха в строительном фене;
- температура воздуха на выходе из наружного термокожуха.

В качестве функции отклика будет рассматриваться величина рекуперации, как отношение затраченной энергии с рекуперацией к энергии без рекуперации.

Принудительная вентиляционная система с рекуперацией — это возможность сэкономить тепло и электрическую энергию. Особенно актуальной покупка специального воздухообменника считается для квартиры и частного дома. Такое вложение средств довольно быстро окупается, а также способствует сохранению здорового микроклимата в помещении.

Литература:

1. Что такое рекуператор воздуха: устройство и принцип работы, его виды, критерии выбора и обзор лучших моделей [Электронный ресурс]. URL: <https://ventilsystem.ru>.
2. <https://www.mosng.ru/articles/chto-takoe-rekuperator-vozdukha/>
3. Все о рекуператорах воздуха [Электронный ресурс]. URL: <https://stroy-podskazka.ru/rekuperator/vozduha/>.
4. Куцев И. Е., Денискина Н. В. Экспериментальные исследования воздушного отопления канального типа с принудительной вентиляцией. // Инновации и инвестиции № 1, 2023 — с. 224–228.

Выбор технологий возведения зданий в стесненных условиях исторической застройки

Бравый Александр Юрьевич, студент магистратуры;
Богданов Артем Сергеевич, студент магистратуры;
Уваров Георгий Дмитриевич, студент магистратуры
Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет

В статье рассматривается проблема возведения монолитных зданий в стесненных условиях городской застройки Санкт-Петербурга. При решении проблемы использован метод комплексной экспертной оценки строительных технологий в различных условиях городского строительства. По результатам исследования сделан вывод о том, что технология возведения зданий из монолитного железобетона применима в условиях исторического центра особенно в сочетании с монолитными технологиями освоения подземного пространства, такими как стена в грунте, буронабивные сваи, «top-down» метод. Кроме того, в статье рассмотрена область рационального применения традиционной кладочной и сборно-монолитной технологии строительства в Санкт-Петербурге.

Ключевые слова: технологии возведения зданий, экспертная оценка, критерии, место строительства, стесненные условия, историческая часть города, технологии капитального ремонта и нового строительства.

С появлением на строительном рынке крупнощитовой опалубки с палубой из влагостойкой фанеры, закрепленной на металлическом каркасе, развивается технология возведения зданий из монолитного железобетона. При монолитной технологии возведения зданий все работы выполняются на строительной площадке с использованием строительных кранов и бетононасосов для подачи бетонной смеси в опалубку [1, с. 75–2, с. 52]. «Одним из преимуществ технологии монолитного строительства является выгодное комбинирование монолитных технологий освоения подземного пространства с монолитными технологиями строительства надземной части монолитных зданий, что важно при возведении зданий в исторической части Санкт-Петербурга» [3, с. 87–4, с. 102].

Технологии возведения зданий имеют свои особенности, которые в зависимости от места и задач строительства выступают как преимущества или недостатки выбираемого способа строительства. Это послужило актуальностью комплексной оценки применимости технологий возведения зданий в различных условиях городского строительства.

Проводимые сравнения по расходу материала, затратам труда в заводских и построечных условиях дают одностороннюю, субъективную оценку технологии, тем более сравнение не связано с местом и условиями строительства, поэтому авторы применили метод экспертных оценок при исследовании рациональной области применения технологий возведения зданий.

На предварительном этапе проводился выбор критериев сравнения строительных технологий. На втором этапе исследования оценивались методами экспертного опроса специалистами по заранее разработанной анкете архитектурные, прочностные и экономические характеристики современных архитектурно-строительных систем с различными технологиями строительства несущих и ограждающих конструкций. Для выбора критериев и сравнения по ним технологий возведения зданий применяется метод экспертных оценок.

За основу была принята следующая последовательность выработки экспертного решения:

1. Формирование квалифицированной экспертной группы;
2. Рассмотрение проблемы;

3. Подготовка анкеты;
4. Рассмотрение возможных вариантов ответов членами экспертной группы;
5. Анкетирование;
6. Математическая обработка вариантов ответов;
7. Обсуждение результатов анкетирования и принятие решения об их достоверности;
8. Оглашение результатов экспертной оценки в случае их достоверности или подготовка повторного экспертного опроса.

Для выбора значимых критериев оценки технологии домостроения выполнено их ранжирование по значимости (весомости) (таб.1).

Для проведения сравнительной экспертной оценки технологий возведения зданий выбраны следующие значимые критерии:

1. Фасадные архитектурные решения;
2. Планировочные архитектурные решения;
3. Звукоизоляция межквартирных конструкций;
4. Допустимая этажность здания;
5. Прочность и сейсмостойкость здания;
6. Долговечность несущих элементов здания;
7. Капиталоемкость технологии;
8. Себестоимость работ;
9. Трудоемкость работ;
10. Массовость (пригодность для массового строительства).

Авторами разработана анкета для проведения комплексной экспертной оценки строительных технологий, применяемых в жилищном строительстве Санкт-Петербурга. За основу взяты десять наиболее значимых критериев и десятибалльная оценка каждого критерия. Каждый критерий оценивался от 1 до 10 баллов, а комплексная оценка изменяется в пределах от 10 до 100 баллов.

Результаты экспертной оценки технологий возведения зданий сведены в табл. 2.

Наиболее интересные научные результаты в области применения различных технологий, при капитальном ремонте кирпичных зданий, построенных до 1917 года, а также при новом строительстве в исторических российских городах, в том числе в Москве и Санкт-Петербурге, изложены в монографии, рассматривающей проблему домостроения как главный элемент в си-

Таблица 1. Ранжирование критериев оценки технологии возведения здания по значимости

№ п/п	Критерии оценки технологии возведения здания	Значимость критерия по десятибалльной шкале
1	Фасадные архитектурные решения	8
2	Планировочные архитектурные решения (свобода планировки)	7
3	Приведенная общая площадь на 1 квартиру	6 менее 6,93
4	Теплоизоляция (приблизительно равная за счет утеплителя)	5 менее 6,93
5	Звукоизоляция	9
6	Этажность	8
7	Прочность и сейсмостойкость	10
8	Долговечность	9
9	Капиталоемкость	8
10	Себестоимость	9
11	Трудоемкость	9
12	Массовость	7
13	Материалоемкость	5 менее 6,93
14	Индустриальность	4 менее 6,93
	Сумма баллов	104
	Средний балл	6,93

Таблица 2. Результаты экспертной оценки основных домостроительных технологий строительных систем жилых зданий, возводимых в Санкт-Петербурге

№ п/п	Критерии оценки технологии строительства многоквартирного жилого дома	Значение критерия оценки технологий			
		кладка	панель	монолит	КУБ
1	Фасадные архитектурные решения	10	3	6	6
2	Планировочные архитектурные решения	7	3	9	10
3	Звукоизоляция (минимальная 1 балл)	9	3	5	4
4	Этажность (минимальная 1 балл)	7	8	10	9
5	Прочность и сейсмостойкость (минимальная 1 балл)	4	7	10	8
6	Долговечность (минимальная 1 балл)	10	7	10	8
7	Капиталоемкость (минимальная 10 баллов)	5	4	8	5
8	Себестоимость (минимальная 10 баллов)	5	10	7	9
9	Трудоемкость (максимальная 1 балл)	4	9	7	8
10	Массовость (минимальная 1 балл)	4	10	8	9
	Итого технология строительной системы (максимальное значение 100 баллов)	65	64	80	76

стеме сохранения и развития архитектурно-планировочной структуры исторических городов [4, с. 134].

Подводя итоги комплексной оценки технологий возведения зданий, авторы пришли к выводу о том, что наиболее прием-

лема в стесненных условиях исторической части Санкт-Петербурга технология монолитного строительства в сочетании с кладочной технологией устройства сложных наружных стен фасадов.

Литература:

1. Евтюков с. А., Тилинин Ю. И., Щербаков А. П. К вопросу автоматизации процессов монолитного домостроения с учетом исследования конструкционных сталей в строительной робототехнике // Вестник гражданских инженеров. — 3 (74). — С 72–79.
2. Подбор состава комплекта средств механизации в зависимости от способа выполнения демонтажных работ//Бирюков А. Н., Бирюков Ю. А., Кравченко И. Н., Токарев Н. В. Строительные и дорожные машины. 2018. № 3. С. 49–55.
3. Гайдо А. Н., Верстов В. В. К вопросу определения технологических параметров производства свайных работ в стесненных условиях // Вестник гражданских инженеров, — 2017–3 (62). С. 84–94.
4. Домостроительные технологии в системе сохранения и развития архитектурно-планировочной структуры исторических российских городов: монография / Ю.И. Тилинин, О.А. Пастух (гл. 1), Д.А. Животов, А.Н. Панин; Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет. — Санкт-Петербург: СПбГАСУ, 2022. — 239 с.

Обеспечение сейсмической стойкости объекта культурного наследия

Комарова Кристина Антоновна, студент магистратуры
Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет

В статье приведены данные обследования объекта культурного наследия, установлена категория технического состояния и степень сейсмостойкости, разработан и численно подтвержден эффективный вариант сейсмоусиления.

Ключевые слова: памятники, сейсмоусиление, техническое состояние.

В антропологическом смысле термин «культура» может быть определен как «сложное целое, которое включает знания, убеждения, искусство, мораль, закон, обычаи и любые другие особенности и привычки, приобретенные человеком как членом общества». «Культурный материал» впоследствии может рассматриваться как проявление любого из этих составляющих элементов «сложного целого».

Сохранение культурного материала (объектов культурного наследия) является важной социальной, технической и экономической задачей, поскольку оно является частью нашей идентичности и передает из поколения в поколение знания о нашей истории.

В настоящее время многие исторические и культурные памятники находятся в неудовлетворительном состоянии, обладают недостаточной несущей способностью, характеризуются наличием большого количества повреждений и подвержены пагубным природным и антропогенным факторам. По различным данным до 70% памятников в нашей стране, находящихся под государственной охраной, требуют принятия срочных мер для предотвращения их разрушения и уничтожения.

Особенно важна защита исторических сооружений в районах с высокой сейсмической активностью, поскольку большая часть исторических зданий — это кирпичные или каменные конструкции, обладающие недостаточным сопротивлением боковой нагрузке.

Несмотря на то, что во многих сейсмически опасных районах мира накоплен внушительный опыт обеспечения сейсмостойкости зданий существующей застройки, при проектировании многих объектов культурного наследия не учитывался тот уровень сейсмоопасности, который предусмотрен современными нормами.

Также отмечаются существенные отклонения конструктивных особенностей и параметров исторических зданий от требуемых для обеспечения сейсмической устойчивости, обозначенных в действующих нормах проектирования [1]:

- отсутствие антисейсмических поясов в уровне перекрытий;
- отсутствие арматурных сеток в кладке в местах сопряжений стен и по контуру;
- недостаточная длина опирания и ненадежное закрепление несущих конструкций перекрытия в стенах, как следствие конструкции здания не включаются в совместную работу при сейсмических воздействиях;
- несимметричная/непростая форма в плане;
- шаги несущих конструктивных элементов, превышающие допустимые;
- недостаточно обрамление проемов или превышение рекомендуемых размеров.

Анализ результатов обследования

Двенадцатиместная водолечебница, построенная в 1906 г. рядом со зданием грязелечебницы и купальнями К. С. Гинали, представляет собой 1-этажное здание с мансардой и подвальным помещением, наружные стены которого состоят из бутовой кладки из инкерманского известняка и кладки из известняка-ракушечника толщиной 730–920 мм, перекрытия — своды Монье по стальным балкам, покрытие — деревянная стропильная система.

В сентябре 1927 г. в ходе сильного землетрясения многие аналогичные здания подверглись значительным повреждениям.



Рис. 1. Исторический вид на «Водолечебницу К. С. Гинали»



Рис. 2. Состояние «Водолечебнице К. С. Гинали» в настоящее время

В техническом обследовании здания водолечебницы (табл. 1) можно на примере обнаруженных дефектов и повреждений проследить последствия пагубного влияния атмосферных и антропогенных факторов и эксплуатации без

мониторинга и своевременного ремонта и реставрации. По результатам обследования зданию была присвоена аварийная категория состояния.

Таблица 1. Ведомость дефектов исторического здания Водолечебницы

Фото	Описание дефекта	Возможные причины появления
	Горизонтальная трещина в стене пристройки шириной 10мм	Деформации здания, отклонение стены от вертикали
	Выщелачивание раствора бутовой кладки до 80% от площади кладки; деструкция штукатурного слоя до 85% от площади отделки	Длительная эксплуатация без капитального ремонта; отсутствие гидроизоляции
	Вертикальные трещины в карнизе и над оконными перемычками шириной раскрытия до 3мм; Деструкция карниза до 90% от площади карниза;	Длительная эксплуатация без капитального ремонта; Атмосферные воздействия;
	Утрата клинчатого элемента перемычки. Деструкция и расслоение внутренней забутовки каменной кладки стены	Длительная эксплуатация без капитального ремонта; Деформации здания

Таблица 1 (продолжение)

Фото	Описание дефекта	Возможные причины появления
	Вертикальные трещины в стене шириной раскрытия до 5 мм	Деформации Здания; Разрушение стропильной системы и последующее намокание
	Заполнение дверного проема; Некачественное заполнение швов.	Перепланировка здания
	Глубокая биокоррозия и разрушение деревянных балок до 90% от площади перекрытия	Длительная эксплуатация без капитального ремонта

Анализ сейсмической стойкости

Одним из существенных факторов, которые вызвали повреждение здания, является сейсмическое воздействие. Распределение числа землетрясений и сейсмической энергии по годам

за 2010–2020 гг было проанализировано в [2] и представлено в табл. 2, в которой N — число землетрясений за год, ΣE — суммарная, выделившаяся в очагах этих землетрясений сейсмическая энергия, а также K_{\max} — энергетический уровень самого сильного землетрясения года.

Таблица 2. Данные о количестве землетрясений за 2010–2020 г.

Год	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	Среднее	2020
K_{\max}	10	11	12	10	11	11	13	11	11	10		
N	91	92	53	64	119	58	59	89	100	85	81	88
$E10^9$ Дж	33	144	1288	53	191	149	13104	113	364	49	1551	248

Численное моделирование здания (которое производилось в программном комплексе SCAD++ с использованием фактических конструктивных систем и данных о характеристиках материалов) и аналитический расчет подтвердили сейсмическую уязвимость здания и необходимости усиления его конструктивных элементов.

Усиление памятников архитектуры и истории предполагает минимальное вмешательство, низкую инвазивность и сохранение исторической целостности и предмета охраны памятника.

По согласованию историко-культурной экспертизы было принято решение о выполнении усиления путем устройства армированных штукатурных обоев простенков и антисейсмических поясов.

Принятые решения по усилению были оценены путем сравнения динамических параметров, полученных до и после усиления в программном комплексе. Полученные значения сведены в таблицу 3, из которой следует, что динамические параметры снижаются в 1,35 раза, что свидетельствует о повышении сейсмостойкости.

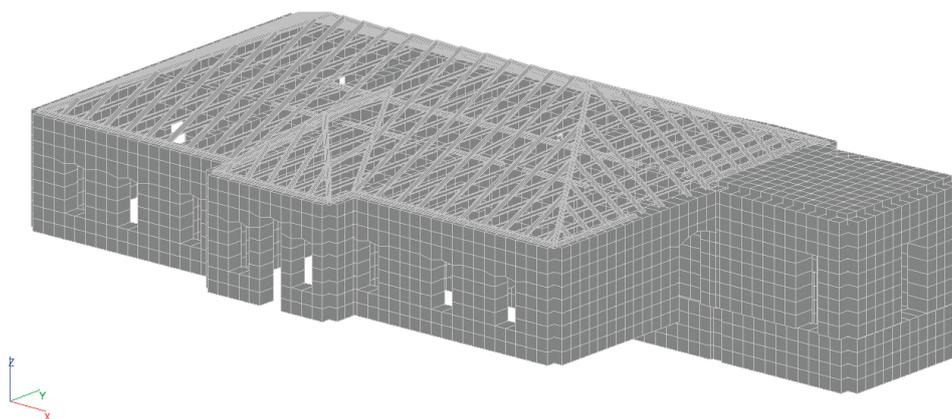


Рис. 3. Модель здания в программном комплексе SCAD++

Таблица 3. Сравнение динамических параметров

Направление	До усиления		После усиления	
	f_{σ} , Гц	T_{σ} , сек	f_{σ} , Гц	T_{σ} , сек
Продольное	4,028	0,221	6,329	0,158
Поперечное	4,517	0,228	6,54	0,153

Вывод

Техническое состояние основных несущих конструкций здания водолечебницы при эксплуатации в естественных природно-климатических и технических условиях по классификации ГОСТ 55567–2013 [3] и ГОСТ 31937–2011 [4] и при проектном зем-

летрясения в 9 баллов характеризуется категорией «аварийная». По результатам расчета на контрольное землетрясение требуется усиление конструкций здания для приведения его к действующим нормативным документам при условии сохранения общего архитектурного облика здания. Эффективность работ по усилению подтверждена расчетом в программном комплексе.

Литература:

1. СП 14.13330.2018 «Строительство в сейсмических районах. Актуализированная редакция СНиП II-7–81*»;
2. Свидлова В. А., Бондарь М. Н. Сейсмичность Крыма в 2020 году. Ученые записки Крымского федерального университета имени В. И. Вернадского — 63 с., 2022;
3. ГОСТ 55567–2013 «Порядок организации и ведения инженерно-технических исследований на объектах культурного наследия. Памятники истории и культуры. Общие требования»;
4. ГОСТ 31937–2011 «Здания и сооружения. Правила обследования и мониторинга технического состояния».

Исследование технологии усиления простенков исторических зданий

Лисицкая Юлиана Андреевна, студент магистратуры
 Научный руководитель: Тилинин Юрий Иванович, кандидат технических наук, доцент
 Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет

Санкт-Петербург, как ни один другой город России, насыщен большим количеством исторических зданий с кирпичными стенами. В их число входят здания, принадлежащие общевойсковой инфраструктуре Санкт-Петербургского гарнизона. Эти объекты являются федеральной собственностью, при ремонте и реконструкции которых ведется строгий расчет стоимости и предъявляются повышенные требования к при-

менению методов выполнения ремонтно-восстановительных работ.

В связи с этим актуальным является изучение технологий усиления кирпичных стен исторических зданий с применением комбинированных технологических решений, повышающих эффективность и надежность мероприятий по ремонту и реконструкции.

Для кирпичных стен инъекцию предлагается совмещать с усилением стальной облоймой. При отсутствии данных о старении композиционных материалов в процессе эксплуатации предлагается сочетать технологии усиления композитами с традиционными технологиями.

Ключевые слова: Исторические здания, реконструкция, кирпичные стены, износ, армирование, стальная облойма, железобетонная облойма, наклейка, композит, углеволокно, инъекция.

К историческим зданиям, принадлежащим общевойсковой инфраструктуре Санкт-Петербургского гарнизона, относятся здание военной комендатуры, дом офицеров, здания военных музеев, научно-исследовательских институтов и вузов (рис. 1) Минобороны, здания госпиталей, военных комиссариатов (рис. 2) и штабов.

Загородный проспект в Санкт-Петербурге. Историческое здание женского корпуса бывшей Обуховской больницы.

Историческое здание Военно-медицинского музея с фасадом на Загородный проспект вначале было построено как здание лазарета.

«В 1833 г.— арх. Мочульский В. О., инж. Ёжиков — перестройка здания для госпиталя, фасад украсила колоннада и церковная колокольня.

В 1866 г.— капитальный ремонт, надстроен 3-й этаж, сняты колонны и колокольня

1947–1951 — арх. Журавлёв Борис Николаевич, арх. Чайко Игорь Михайлович, перестройка здания для Военно-медицинского музея, фасад снова украшен колоннами, а также бюстами выдающихся медиков.

Фасаду придали торжественный и парадный вид. Между полуколоннами портика появились скульптурные портреты корифеев отечественной медицины — Н. И. Пирогова, С. П. Боткина, И. П. Павлова, З. П. Соловьева и Н. Н. Бурденко». (URL: <https://www.citywalls.ru/house1698.html>)

Ниже приводится выдержка из охранного обязательства собственника или иного законного владельца объекта культурного наследия «Главное здание госпиталя». (URL: https://kgior.gov.spb.ru/media/acts/2016/09/23/40-292_%D0%A1-%D0%9F%D0%B1_%D0%9B%D0%B0%D0%B7%D0%B0%D1%80%D0%B5%D1%82%D0%BD%D1%8B%D0%B9_%D0%BF%D0%B5%D1%80%D0%B5%D1%83%D0%BB%D0%BE-%D0%BA_%D0%B4_2_%D0%BB%D0%B8%D1%82_%D0%98.pdf)

На рис. 3. можно увидеть несущие конструкции из кирпича: своды и колонны квадратного и круглого сечения.

Исторические центры российских городов, особенно Санкт-Петербурга, представляющие архитектурную ценность в виде отдельных оштукатуренных кирпичных с зданий с изящным архитектурным декором и сформированных ими архитектурных ансамблей были сохранены от внедрения массовой застройки типовыми зданиями [1].

Кладочные технологии кирпичного домостроения остаются и до сегодняшнего дня наиболее приемлемыми в центре Санкт-Петербурга. Наибольшую актуальность с точки зрения строительства имеет проблема совершенствования технологии усиления каменных конструкций при реставрации и ремонте исторических кирпичных зданий [2].



Рис. 1. Клиника военно-морской терапии Военно-медицинской академии

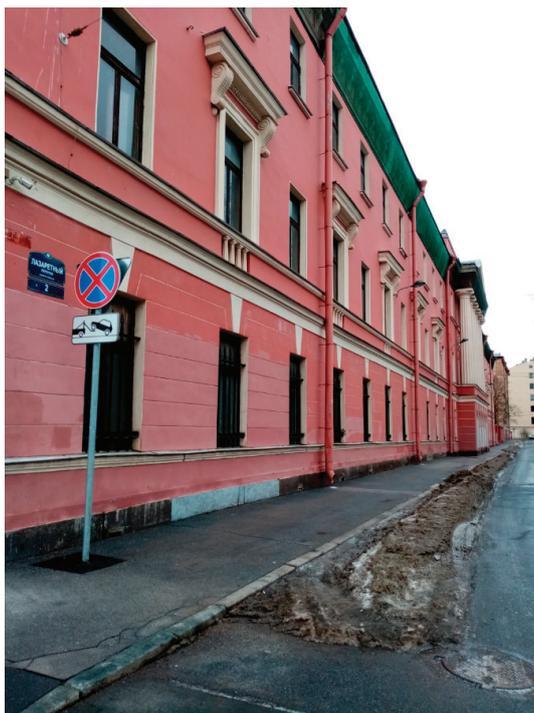


Рис. 2. Военно-медицинский музей, Бывший Александровский госпиталь лейб-гвардии Семеновского полка. Историческое здание построено в 1799–1800 годах (архитекторы Демерцов Ф. И., Волков Ф. И.). Стиль: классицизм

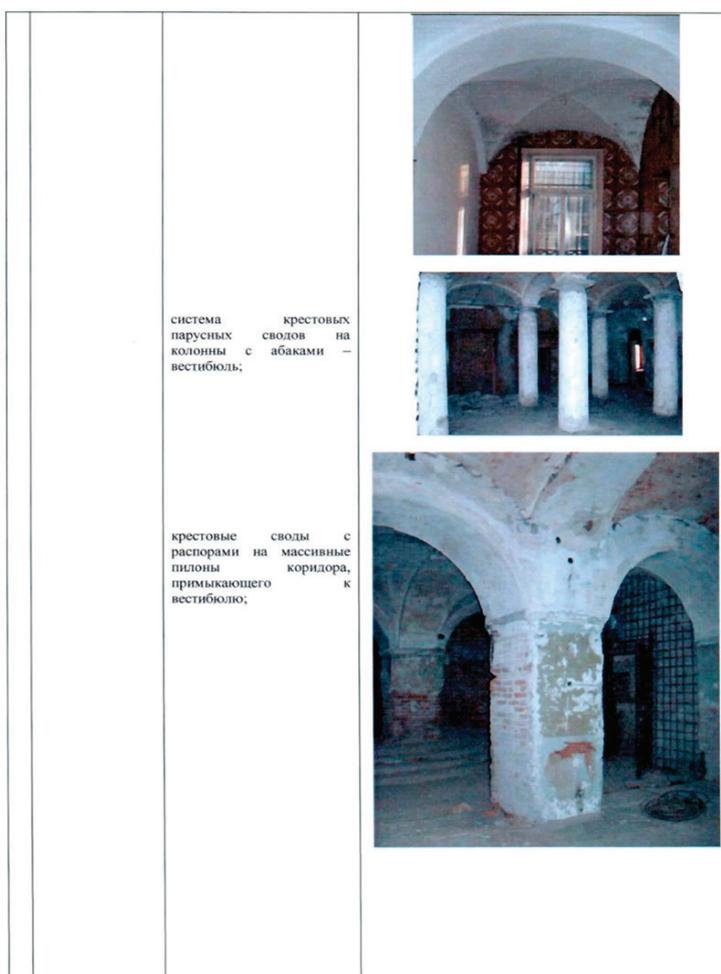


Рис. 3. Несущие конструкции из кирпича: своды и колонны квадратного и круглого сечения

Основные технологические процессы, выполняемые при ремонте и усилении кирпичных стен, связаны с ремонтом цокольной части стены, установкой перемычек над устраиваемыми проемами в стене, обрамлением в обойму простенков и столбов, перекладкой участков стены, цементированием кирпичной кладки [3].

Усиление столбов и простенков обоймами зарекомендовало себя как проверенный и наиболее надежный способ повышения несущей способности ремонтируемых конструкций.

Они состоят из вертикально устанавливаемых уголков и соединяющих их поперечных планок из полосовой стали [4].

Обоймы колонн и простенков показаны на рис. 4. Стальные обоймы выполняют из прокатного стального уголка с полкой 120 мм, размещаемого в углах, и стальных планок из прокатной полосы. Перед установкой обоймы выполняется нагрев поперечных стальных планок до температуры 150°C, а затем производится электросварка планок с уголком [5].

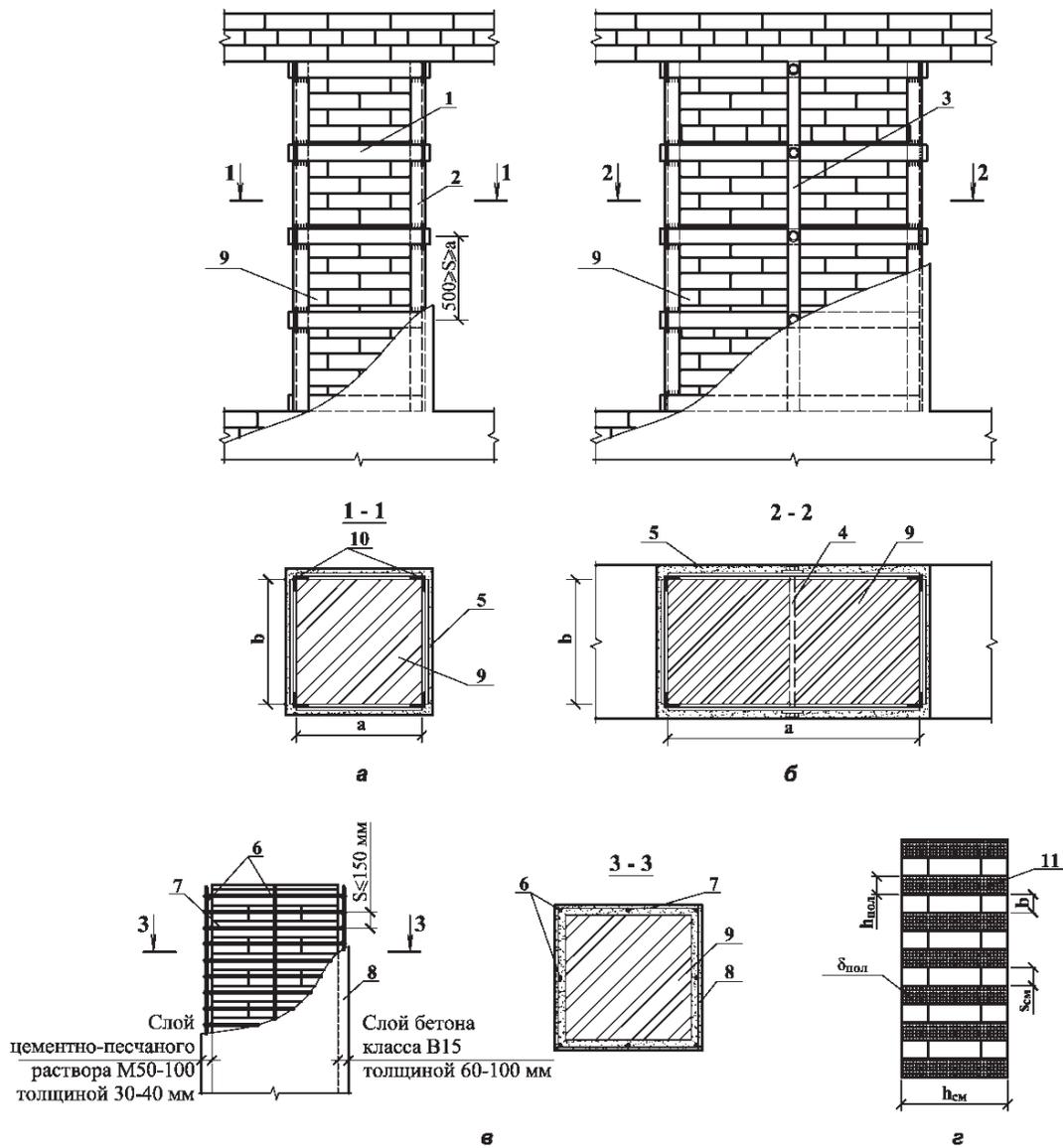


Рис. 4. Усиление каменных конструкций устройством обоймы: а — стальной, при соотношении сторон сечения меньше 1:2; б — то же, при соотношении сторон сечения больше 1:2; в-железобетонной и растворной; г — бандажами из углеволокна; 1 — хомуты (планки) из круглой или полосовой стали; 2 — уголки; 3 — промежуточные вертикальные планки из полосовой стали; 4 — стяжные болты; 5 — слой цементно-песчаного раствора; 6 — вертикальная арматура обоймы; 7 — сварные хомуты обоймы; 8 — растворная или железобетонная обойма; 9 — усиливаемый каменный элемент; 10 — слой цементно-песчаного раствора [6]

После установки стальные обоймы оштукатуривают по металлической сетке [6].

Процесс инъектирования ремонтируемой каменной кладки с целью ее упрочнения включает в себя установку пакеров, под-

соединение к ним трубопроводов и нагнетание в кладку подаваемого по ним под давлением цементного или полимерцементного раствора. Нагнетание раствора в кладку через предварительно установленные пакеры показано на рис. 5.



Рис. 5. Нагнетание раствора в кладку через предварительно установленные пакеры

Для производства работ применяют цементные, цементно-песчаные, цементно-полимерные и полимерные растворы. Вид применяемых инъекционных растворов и их состав зависят от величины раскрытия трещин. В кирпичную кладку инъекционные растворы нагнетают под давлением 0,6 МПа. Плотность заполнения массива кладки контролируют по радиусу распространения раствора, по вытеканию раствора из контрольных отверстий. Растворы, проникая в щели и трещины массива кладки, после затвердевания обеспечивают необхо-

димую монолитность. Помимо применения стальной обоймы и инъектирования применяются монолитные железобетонные обоймы.

С появлением на строительном рынке композитных материалов начали набирать популярность обоймы из полимерных материалов с углеродистыми волокнами.

Результаты проведенной экспертной оценки технологий усиления каменных конструкций при реставрации и ремонте исторических кирпичных зданий приводятся в табл. 1.

Таблица 1. Результаты экспертной оценки технологий усиления каменных конструкций при реставрации и ремонте исторических кирпичных зданий

п/п	Критерии оценки технологии	Значение критерия оценки по десятибалльной шкале технологии усиления колонн			
		Стальная обойма	Монолитная железобетонная обойма	Углеродистое внешнее армирование (обойма)	Инъектирование
1	Удельные затраты трудовых ресурсов	7	4	5	6
2	Удельные затраты материалов	9	8	3	6
3	Удельные среднегодовые затраты на текущий ремонт конструкций после их усиления	7	7	3	7
4	Прогнозируемая долговечность материалов конструкций усиления	7	8	4	6
5	Удельная стоимость технологического оборудования в единицу времени	5	6	7	5
6	Итого технология усиления колонн (максимальное значение 100 баллов)	35	33	22	30

Несмотря на традиционность применения усиливающих стальных обоев их эффективность при реставрации и ремонте кирпичных зданий исторического центра Санкт-Петербурга по-прежнему наиболее высокая и, что немаловажно, надежная. Опираясь на результаты экспертных оценок технологий усиления каменных конструкций, предлагается совмещать инъек-

тирование кладки и устройство стальной обоймы при усилении кирпичных колонн и простенков.

Вывод: Результаты исследований технологических процессов предназначены для применения при реконструкции и капитальном ремонте исторических кирпичных зданий в части сочетания инъектирования с традиционной стальной обоей.

Литература:

1. Рыбнов Е. И., Егоров А. Н., Хайдуцкий З., Гдимиян Н. Г. Организация и планирование работы производственных структур при крупномасштабном жилищном строительстве // Вестник гражданских инженеров. 2018. № 3(68) с. 98–102
2. Головина С. Г., Сокол Ю. В. К вопросу исследования совместной работы строительных материалов в наружных ограждающих конструкциях в бывших доходных домах исторического центра Санкт-Петербурга // Вестник гражданских инженеров. 2018 № 3 (68). С. 112–117
3. Юдина А. Ф., Евтюков С. А., Тилинин Ю. И. Развитие технологий жилищного строительства в Санкт-Петербурге // Вестник гражданских инженеров. — 2019 — № 1 (72). — с. 110–119 СПб.: СПбГАСУ, 2019.
4. Юдина А. Ф., Тилинин Ю. И. Выбор критериев сравнительной оценки технологий жилищного домостроения // «Architecture and Engineering» (ISSN: 2500–0055) — 2019 — № 1 — с. 47–52, СПб.: СПбГАСУ, 2019
5. Тилинин Ю. И. Организация и технология производства работ при реконструкции жилых кирпичных зданий исторического центра Санкт-Петербурга / Сборник научных трудов участников межвузовской научно-практической конференции: Современные направления развития технологии, организации и экономики строительства / под общ. ред. д.т.н. профессора А. Н. Бирюкова. — СПб.: ВИ (ИТ), 2015. — С. 264–270.
6. Восстановление и повышение несущей способности кирпичных стен. Проектирование и строительство. Правила, контроль выполнения и требования к результатам работ. СТО // Авторский коллектив: доктор технических наук, профессор А. Н. Мамин; доктор технических наук, профессор Э. Н. Кодыш (ОАО «ЦНИИПромзданий»); кандидат технических наук, профессор А. И. Бедов (ФГБОУ ВПО «МГСУ»). М.: НОСТРОЙ, 2013. — 119 с.
7. Тилинин Ю. И., Лазарев А. Н. Ценность старой жилой застройки и идеи комплексной реконструкции центра Санкт-Петербурга // Научные проблемы специальных военно-строительных и фортификационных комплексов, обустройства войск и управления производственной деятельностью строительных предприятий КС МО РФ (Сборник научных трудов НИГ-1) ВИТУ, 2004. — 359 с.
8. Юдина А. А. Реконструкция и техническая реставрация зданий и сооружений — 5-е изд., стер. — М.: Издательский центр «Академия», 2016. — 304 с.
9. Ведомственные строительные нормы и правила оценки физического износа жилых зданий ВСН 53–86(р) // Разработаны Академией коммунального хозяйства им. К. Д. Памфилова Минжилкомхоза РСФСР (руководитель темы — канд. техн. наук Э. Ш. Шифрина, ответственный исполнитель — канд. техн. наук С. Н. Нотенко), ЦМИПКС Минвуза СССР (канд. техн. наук А. Г. Ройтман). М.: Госгражданстрой. 26 с.
10. Тилинин Ю. И., Животов Д. А., Гурова Ю. В. Технология оклейки бетонных колонн углеродистым материалом // Сборник научных трудов участников межвузовской научно-практической конференции: Современные направления развития технологии, организации и экономики строительства / под общ. ред. д.т.н. профессора А. Н. Бирюкова. — СПб.: ВИ (ИТ), 2019. — С. 263–273 (авторское участие — 0,21 п.л)
11. Рекомендации по расчету усиления железобетонных конструкций системой внешнего армирования из полимерных композитов FibARM. М. НИИЖБ. 2012. 29 с.
12. Тилинин Ю. И. Организация и технология производства работ при реконструкции жилых кирпичных зданий исторического центра Санкт-Петербурга / Сборник научных трудов участников межвузовской научно-практической конференции: Современные направления развития технологии, организации и экономики строительства / под общ. ред. д.т.н. профессора А. Н. Бирюкова. — СПб.: ВИ (ИТ), 2015. — С. 264–270.
13. Юдина А. Ф., Бадьян Г. М., Верстов В. В. Технологические процессы в строительстве. — 2-е изд., стер. — М.: Издательский центр «Академия», 2014. — 304 с.
14. Тилинин Ю. И., Юдина А. Ф., Животов Д. А. Совершенствование технологии усиления бетонных колонн при реконструкции каркасных зданий — Вестник гражданских инженеров. — 2019 — № 2 (73). — С. 104–111 СПб.: СПбГАСУ, 2019.
15. СП 164.1325800.2014 Усиление железобетонных конструкций композитными материалами. Правила проектирования. — М.: Минстрой России, 2015. — 52 с.
16. Домостроительные технологии в системе сохранения и развития архитектурно-планировочной структуры исторических российских городов: монография / Ю. И. Тилинин, О. А. Пастух (гл. 1), Д. А. Животов, А. Н. Панин; Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет. — Санкт-Петербург: СПбГАСУ, 2022. — 239 с.

Анализ методик расчета конструкций из CLT в разных странах

Ноздрачева Виктория Александровна, студент магистратуры
Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет

В статье рассматриваются способы расчета конструкций из древесины перекрестно клееной по различным методикам, используемым в разных странах в настоящее время.

Ключевые слова: Еврокод, зарубежные нормы, методики расчета, CLT, деревянные конструкции, перекрестно клееная древесина.

Введение

В настоящее время существует потребность в возведении зданий с применением новых материалов для решения различных инженерных задач. На территории Российской Федерации есть предприятия по производству CLT-панелей, необходим анализ методик расчета таких конструкций. Рассматриваются рекомендации по данной теме и способы расчета конструкций из древесины перекрестно клееной в разных странах с целью выявления более приемлемой методики для расчета таких конструкций в нашей стране. Выявляются сходства и различия в расчетах разных стран.

Методики расчетов

При расчете стеновых панелей CLT необходимо избегать растягивающих усилий в направлении, перпендикулярном преобладающему направлению волокон. CLT рассматривается как ортотропная пластина с тремя взаимно перпендикулярными плоскостями симметрии с разными свойствами в каждом направлении. Также следует избегать эксцентриситета приложения нагрузки. В нормативной документации Российской Федерации отсутствует конкретная методика расчета таких конструкций.

Расчет производится по предельным состояниям 1 и 2 групп. По 1 группе предельных состояний в основном панели рассчи-

тываются при сжатии в разных направлениях, изгибе в одном или двух направлениях по нормальным и касательным напряжениям. Касательные напряжения рассматриваются в разных направлениях. Также для стен производится расчет на устойчивость. При расчетах используется эффективное сечение, для которого вычисляется эффективный момент инерции. Для плит нужно проводить большее количество проверок, возникает крутящий момент, нормальные и касательные напряжения действуют в разных направлениях. Стены нагружены в двух перпендикулярных плоскостях — вертикальной и горизонтальной нагрузкой. В несущих стенах преобладают вертикальные нагрузки.

Ни одна теоретическая методика не стала общепринятой для европейских проектировщиков и производителей. В европейских странах выделяют 5 классов длительности нагрузки: постоянная, долгосрочная, среднесрочная, краткосрочная и мгновенная (таблица 1). В Канаде выделяется краткосрочное, стандартное и долгосрочное воздействие (таблица 2), и приводится следующее уравнение для расчета коэффициента длительности нагрузки:

$$K_D = 1.0 - 0.50 \log\left(\frac{P_L}{P_S}\right) \geq 0.65, \quad (1)$$

где P_L — заданная долгосрочная нагрузка;

P_S — заданная нормативная нагрузка, основанная на нагрузках S и L , действующих отдельно или в комбинации.

Таблица 1. Классы длительности нагрузки в европейских нормах

Класс продолжительности нагрузки	Длительность нагрузки
Постоянная	> 10 лет
Долгосрочная	6 месяцев — 10 лет
Среднесрочная	1 неделя — 6 месяцев
Краткосрочная	< 1 недели
Мгновенная	Не определяется

Таблица 2. Коэффициенты длительности нагрузки в канадских нормах

Продолжительность воздействия	Коэффициент длительности, K_D
Краткосрочное	1,15
Стандартное	1,00
Долгосрочное	0,65

Таблица 3. Режимы длительности загрузки в российских нормах

Обозначение режимов нагружения	Характеристика режимов нагружения	Приведенное расчетное время действия нагрузки, с	Коэффициент длительной прочности, $m_{дл}$
А	Линейно возрастающая нагрузка при стандартных машинных испытаниях	1–10	1,0
Б	Совместное действие постоянной и длительной временной нагрузок, напряжение от которых превышает 80% полного напряжения в элементах конструкций от всех нагрузок	10^8 – 10^9	0,53
В	Совместное действие постоянной и кратковременной снеговой нагрузок	10^6 – 10^7	0,66
Г	Совместное действие постоянной и кратковременной ветровой и (или) монтажной нагрузок	10^3 – 10^4	0,8
Д	Совместное действие постоянной и сейсмической нагрузок	10 – 10^2	0,92
Е	Действие импульсивных и ударных нагрузок	10^{-1} – 10^{-8}	1,1–1,35
Ж	Совместное действие постоянной и кратковременной снеговой нагрузок в условиях пожара	10^3 – 10^4	0,8
И	Для опор воздушных линий электропередачи — гололедная, монтажная, ветровая при гололеде, от тяжения проводов при температуре ниже среднегодовой	10^4 – 10^5	0,85
К	Для опор воздушных линий электропередачи — при обрыве проводов и тросов	10^{-1} – 10^{-2}	1,1

Таблица 4. Классы условий эксплуатации в Европе

Класс эксплуатации	Климатические условия
1	Температурные условия: 68 °F (20 °C); влажность > 65%
2	Температурные условия: 68 °F (20 °C); влажность > 85%
3	Показатели, превышающие значения, используемые для класса 2

В таблице 3 согласно [2] представлены 9 режимов длительности загрузки.

В США и Канаде используются аналогичные формулы для расчета полного прогиба конструкций из CLT. В США приводится уравнение для расчета полного прогиба при длительном нагружении, когда конструкция регулируется прогибом и он должен быть ограничен. В Канаде максимальный прогиб при заданной нагрузке, действующей перпендикулярно плоскости панели, может быть рассчитан как сумма прогибов, обусловленных моментом и сдвигом, с учетом эффектов податливости. Общий прогиб может быть выражен как сумма прогибов при кратковременных и длительных нагрузках:

$$\Delta_T = K_{CF} \Delta_{LT} + \Delta_{ST} \quad (2)$$

где K_{CF} — коэффициент деформации (податливости), зависящий от времени.

$K_{CF} = 1,5$ для конструкционного клееного бруса при сухих условиях эксплуатации;

$K_{CF} = 2,0$ для конструкционного клееного бруса, используемого во влажных условиях эксплуатации (т.е. там, где содержание влаги 16% и выше),

для деревянных конструкционных панелей, используемых в сухих условиях эксплуатации (где содержание влаги в процессе эксплуатации составляет менее 16%), для необработанных пиломатериалов или для выдержанных пиломатериалов, используемых во влажных условиях эксплуатации (где содержание влаги превышает 19% в течение длительного периода времени);

Δ_{LT} — мгновенный прогиб из-за долговременной составляющей расчетной нагрузки;

Δ_{ST} — прогиб из-за кратковременной или нормальной составляющей расчетной нагрузки [1].

Заключение

Панели CLT работают на изгиб и сжатие при воздействии на них вертикальных нагрузок и моментов. В большинстве случаев деформация происходит в ослабленном направлении конструкции, поэтому в методике расчета в Швеции применяются правила для изгиба и сжатия колонны [3].

Литература:

1. CLT Handbook.— Cross-laminated timber, US edition, 2013.— 288 с.
2. СП 64.13330.2017. Деревянные конструкции. Актуализированная редакция СНиП II-25-80 (с Изменениями N1, 2, 3). М.: Стандартинформ, 2017.
3. The CLT Handbook. CLT structures — facts and planning. Swedish wood.— Stockholm, 2019.— 188 с.
4. Справочник по КМД. Технический университет г. Грац.— Грац, 2010.— 391 с.

Из-за меняющейся продольной и поперечной ориентации слоев с различными свойствами материала в поперечном сечении в Австрии учитывают параметры материала отдельных слоев для определения изгибной жесткости [4].

Таким образом, в работе были рассмотрены существующие методики расчета панелей из древесины перекрестно клееной в разных странах, уделено внимание их сходствам и различиям.

Триада традиционного костюма: красота, целесообразность, символизм

Проколопа Елена Владимировна, кандидат технических наук, доцент;

Ткаченко Егор Евгеньевич, студент

Орловский государственный университет имени И. С. Тургенева

Гармоничное сочетание функциональности, целесообразности и красоты традиционного костюма, и использование данных качеств в решении современных образцов одежды.

Ключевые слова: традиционный костюм, одежда.

Громадно и обширно наследие русского народа. Оно копилось веками, в него вкладывали люди не только свой труд, но и свою душу, свои мечты, надежды, радости и горести.

Изменения в костюме созвучны с общим развитием общества, появлением новых материалов, усовершенствованием производства. XX век внес резкие коррективы в одежду, особенно женскую. Малофункциональная, громоздкая одежда была заменена на простую, с рациональным кроем, функциональную и красивую одежду. Эти же качества являются основополагающими в народной одежде. Мудрое всесторонне продуманное решение традиционных костюмов разных регионов мира, скорее всего, объясняет тот факт, что современные художники все чаще обращаются к нему в поисках вдохновения.

Народный костюм не только источник для исследований, но и богатый материал для творческих трансформаций народного искусства в современные решения. Это та тема, которая помогает художнику внести в мир моды тайны народной мудрости. Велико значение символизма в традиционном костюме. В одежде появляются символы, формулы добра на вороте, защищающем шею, подоле, касающемся ног, и самое главное — на рукавах, особенно закрывающих женские руки, которые сеяли и жали, готовили пищу и ухаживали за детьми. Знаки добра вышивались, ткались разноцветными нитями, да так чтобы тайный смысл не сразу стал ясен всем. Первоначально рисунки-обереги имели прямой магический смысл. С эволюционным развитием общества, отодвигались старые верования, исчезла из рисунков колдовская сила, и оставалась кра-

сота, понятная и близкая в любые времена. Традиционный костюм кладезь гениально простых и поистине талантливых решений формообразования, кроя, колорита и особенностей декоративной отделки. При раскрое многих видов народной одежды «раскладку лекал» не делали, а резали ткань с таким расчетом, чтобы отходов не оставалось. Говоря языком технолога, их процент был равен нулю. Это можно сказать и о покрое словацких штанов, грузинских шальвар, платьев туркменок и узбечек и о многих других видах народного костюма. Так же кроилась и русская рубаха — «чтоб петуху негде было клюнуть!» (рис. 1).

В покрое не забывались и требования гигиены. В рубахе — косоворотке вышивка и кант, обычно красного цвета, зачастую располагалась по застежке (ее часто трогали руками, и она быстро грязнелась), ластовица тоже кроилась из красной материи. В народной одежде часто прибегали к складкам, сборкам, защипам — все это способствовало хорошему воздухообмену. В народном костюме линии покроя издавна служили и средством художественной выразительности. Их не стремились скрыть, а напротив, подчеркивали, выявляли: «как ни крой — все швы наружу выйдут». Конструктивные линии нередко подчеркивали вышивкой, кантом, обтачкой.

Многие народные одежды являются итогом соединения нескольких национальных культур, например одежда крестьянок Орловской губернии, в которую входили рубаха, понева (род женской одежды), передник-завеса, сложный головной убор из нескольких элементов и шейные украшения — «ожерелка», бус

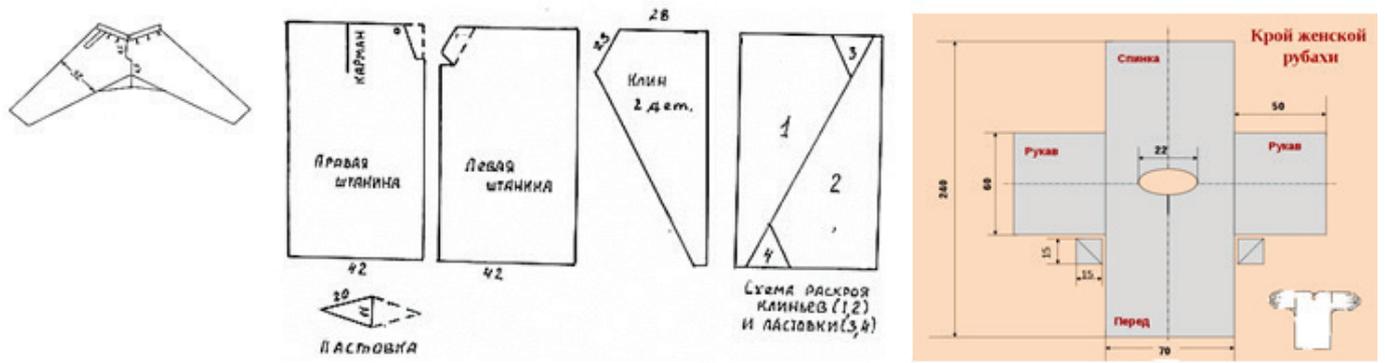


Рис. 1. Безотходный крой традиционной одежды



Рис. 2. Соединения национальных культур в одежде

либо гайтана [2]. Орловские поневы перекликаются с болгарскими «престилками» и украинскими «плахтами» (рис. 2).

При смешении разных культур получилось нечто новое, которое шлифовалось веками. Именно гармоничное сочетание функциональности, красоты и простоты традиционного костюма привлекало и привлекает художников к созданию коллекций современной одежды. В 20-е годы Н.П. Ламанова и В.И. Мухина создают платье рубашечного покроя, с традици-

онной русской вышивкой [1]. На протяжении последующих десятилетий художники продолжают создавать образцы одежды с использованием национальных мотивов. В 60-е годы начинает плодотворно работать В. Зайцев [1]. Он пытается органично соединить остроту современной моды и эмоциональность русской старины (рис. 3). Сейчас работает плеяда молодых дизайнеров, черпающих идеи, навеянные традиционными костюмами, воплощая их в современные коллекции одежды.



Рис. 3. Модели Зайцева В. с использованием национальных мотивов

Действительно многовековой опыт создания одежды дал потрясающий результат — это гармоничное соединение человека и одежды, соединение функционального и эстетического. Народная одежда пропитана любовью и вековым от-

бором всего лучшего чему научилось человечество. Данная тема неисчерпаема, так как является прекрасной школой профессионального мастерства и неиссякаемым источником творчества.

Литература:

1. Горина, Г. С. Народные традиции в моделировании одежды / Г. С. Горина. — М: Легкая индустрия, 1974. — 182 с.
2. Пармон, Ф. М. Русский народный костюм как художественно-конструкторский источник творчества: Моногр. [Текст] / Ф. М. Пармон. — М.: Легпромбытиздат, 1994. — 272 с.

Солнечная электростанция башенного типа

Ходжадурдыев Ходжадурды, студент;
 Гурбанов Аннаклыч, преподаватель;
 Баймухаммедов Дурдымухаммет Ишанкулиевич, зав. кафедрой;
 Тыллануров Ыслам, преподаватель
 Туркменский государственный архитектурно-строительный институт (г. Ашхабад)

Председатель Народного Совета Национального Совета Гурбангулы Бердымухамедов планирует реализовать перспективные проекты в области электроэнергетики в рамках «Национальной программы социально-экономического развития Туркменистана на 2022–2052 годы» Ахалской и Дарвезинской государственных электростанций, расположенных в Ахалском велаяте, государственная электростанция «Аваза» в Балканском велаяте Дашогузского велаята Планируется перевод Дашогузской государственная электростанция, «Ватан» и Лебапской государственная электростанция в Лебапе на интегральную схему, а в Марыйском и Лебапском велаятах — строительство электростанций, работающих на интегральной схеме.

В рамках реализации «Концепции развития района Туркменского озера Алтын асыр» в 2019–2025 годах планируется строительство многофункциональных солнечных и ветряных электростанций мощностью 10 мегаватт.

В соответствии с «Программой социально-экономического развития страны Президента Туркменистана на 2022–2028 годы» в совместный оборот должны быть переданы газотурбинные мощности Ахалской, Дарвезинской, Авазинской, Дашогузской, Лебапской государственных электростанций, газотурбинной электростанции в городе Сейди и Марыйском велаяте. Готовятся предложения по строительству объединенной электростанции в этрапе Огуз хана.

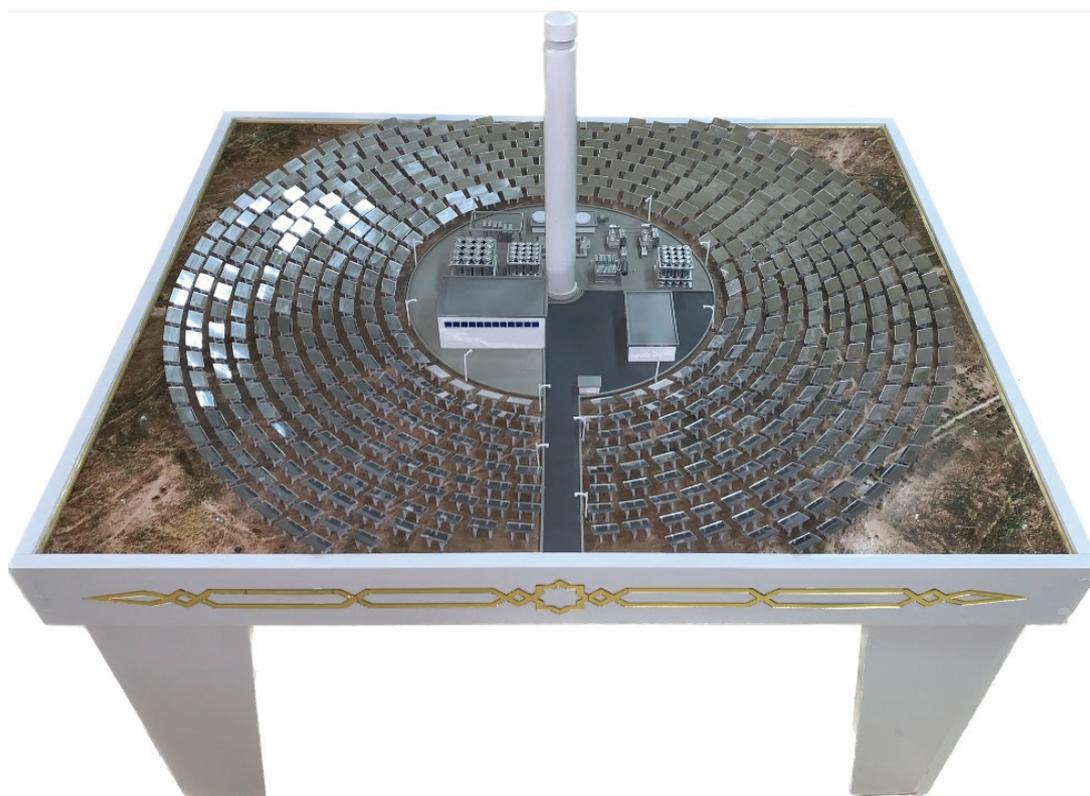


Рис. 1. Солнечная электростанция башенного типа

В Туркменистан одной из главных проблем является поддержание чистоты окружающей среды в нашей стране и во всем мире. С этой точки зрения «зеленая» чистая электроэнергия является одним из важнейших вопросов при создании альтернативных источников энергии. В этом нашем проекте мы внедряем современные технологии для обеспечения экологически чистой электроэнергией населенных пунктов.

В этом проекте, концентрируя солнечные лучи в одной точке, используя современные материалы в приемнике тепловой энергии, используя соль в качестве теплоносителя, тепловая энергия нагревается без потерь до низкой температуры 400°C расплавленной соли, до высокой температуры 700°C, а в теплообменнике превращает воду в пар. С помощью турбинных насосов мы получаем электрическую энергию, раскручивая ротор генератора высокого давления.

Состав проекта: низкотемпературный термос, башня, солнечный коллектор, высокотемпературный термос, теплообменник, чистый сухой пар, турбогенератор, трансформатор и передача электроэнергии.

Идея создания солнечной электростанции башенного типа была разработана в 1949 году Г.М. Крижижановским в Государственном научно-исследовательском энергетическом институте (ЭНИИ). Предложена схема солнечной станции, в которой сосредоточенный солнечный приемник установлен на башне, а гелиостаты установлены на рельсах, вокруг которых платформы вращаются по концентрическим окружностям. При движении солнца рефлектор направляет отраженные потоки гелиостатов на приемник. В солнечном ресивере достигается высокая температура, позволяющая получить перегретый пар, необходимый для работы паровой турбины. Предлагаемая схема ориентирована на разработку концепций гидроэлектростанций башенного типа.

В 1986 году в Крыму была построена солнечная электростанция мощностью 5 МВт. Эта электростанция имела следующие параметры:

- количество гелиостатов 1600;
- размеры одного гелиостата 5x5 м;
- общая площадь гелиостатов 40 000 м²;
- высота башни 70 м;
- и пар нагревали до 250°C.

Испытания электростанции показали, что она выходит на проектную мощность, но из-за климатических условий выбранная площадка в Крыму не подходила для СССР. После 1991 года солнечную электростанцию демонтировали.

В проекте комплексной солнечной электростанции под Кировском В начале 1990-х годов в рамках программы «Чистая энергетика» Миннауки России была разработана экспериментальная солнечная электростанция максимальной мощностью 1,5 МВт. Научное руководство было реализовано институтом им. М. Крыжижановского (Москва) (ЭНИИ), главным проектировщиком станции выступил Ростовтеплоэлектропроект (РОТЭП). Солнечная электростанция должна была вырабатывать электрическую и тепловую энергию для ближайшего населенного пункта. Предусматривается, что солнечная электростанция будет состоять из двух независимых частей: одна — фотоэлектрическая, а другая будет использовать установки с двигателями Стирлинга.

Фотогальваническая часть состояла из параболических концентраторов, обеспечивающих в 40 раз большую концентрацию солнечных элементов с водяным охлаждением. КПД оптической системы 0,7; ширина концентратора 3,2 м; площадь остекления 102,4 м²; максимальная мощность 30 кВт. Он использовался в системе теплоснабжения, извлекая из солнечной тепловой энергии.

Термодинамическая часть станции с генераторами Стирлинга: каждый модуль должен иметь два параболических концентратора общей площадью 85 м², эффективность солнечного излучения 0,9%; максимальная мощность одного модуля 50 кВт; Вес модуля 11 тонн.

Строительство солнечной электростанции планировалось в 1996 году, но из-за известных событий на Северном Кавказе строительство не началось, хотя были готовы прототипы установки с генератором Стирлинга и модулями параболического цилиндра.

Солнечная энергия с параболическими желобными концентраторами: недостатки станций

Можно отметить следующие недостатки данных солнечная электростанция

1. Мощность станции меняется в зависимости от высоты положения солнца. Концентраторы расположены почти горизонтально на поверхности (с наклоном 3° с севера на юг), поэтому в условиях малой солнечной активности в концентраторах и стеклеприемнике возникают пассивные теневые полосы и френелевские потери при входе и выходе солнечного света из стекла. В результате при отражении 94% стекла эффективность системы концентрации составляет 68%.
2. Невозможность поднятия температуры пара выше 400–500°C, так как концентрация в рабочих пробах станции более 70, что близко к максимально допустимому (в 100 раз) для параболических цилиндров.
3. Проблема очистки концентратора. Уборка чистящими машинами имеет множество недостатков, в том числе низкое качество уборки, большой расход воды и т.д.

Недостатки солнечных электростанций с параболическими концентраторами

- 1) Для набора больших мощностей необходимо подключать много маломощных установок, что увеличивает вероятность выхода из строя.
- 2) Сложная и дорогая технология производства параболических концентраторов.
- 3) Необходимость точного наведения концентраторов.

Результат

Концентрирующие системы для башенных и параболических (ПС) солнечных электростанций имеют оптический переменный коэффициент, зависящий от положения солнца, так как это изменяет оптический путь в стекле гелиостатов и параболических концентраторов и изменяет френелевские

потери в свете. Концентраторы с параболическими поверхностями лишены этого недостатка, поскольку они всегда ориентированы перпендикулярно падающему солнечному потоку.

Электростанции башенного типа имеют дополнительные аэродинамические потери на открытых поверхностях лучеприемника, что снижает эффективность.

Гидроэлектростанция с параболическими концентраторами типа SEGS IX с лучеприемниками длиной 84020 м дает избыточные тепловые и гидравлические потери даже при вакуумной изоляции лучеприемников.

Низкая концентрация типа SEGS содержит около 70, что приводит к температуре теплопередачи 393°C и эффективности турбины 37,6%, температуре пара 540°C для башенных типов с эффективностью 39,4%.

Следует отметить, что изготовление параболических большого диаметра является сложным и дорогостоящим.

Одиночные модули имеют относительно небольшую мощность, в результате чего для набора мегаваттной мощности требуется большое количество установок, что снижает надежность работы станции.

Кроме того, при расположении турбины или двигателя Стирлинга на высоте 10 и более метров в центре обогатительной фабрики и установке на удаленных опорах требуются дополнительные уравнивающие меры.

Все перечисленные системы концентраторов относятся к «открытому» типу, что означает, что поверхности концентраторов и приемников подвергаются всем атмосферным воздействиям, включая загрязнение и потерю света.

Недостаток этого проекта в том, что, учитывая недостатки ранее построенных электростанций, мы устраним эти недостатки и получим малую мощность в случае мелкосерийного строительства.

Литература:

1. Конституция Туркменистана. Ашхабад, 2016.
2. Национальная программа Президента Туркменистана «На период до 2020 года по реформированию условий жизни населения сел, городов, поселков в этрапе и этрапских центров». Ашхабад, 2007.
3. Бердымухамедов Г. Элеktропотенциал Туркменистана. — А.: Туркменское государственное издательство, 2022.
4. Гурбанов А., Бабаев А., Оразов К. Учебник для вузов. Релейная защита и автоматика. — А.: Туркменская государственная издательская служба, 2022.
5. Рожкова Л. Д., Карнеева Л. К., Чиркова Т. В. Электрооборудование электрических станций и подстанций. — М.: Издательский центр «Академия», 2007.

Молодой ученый

Международный научный журнал
№ 15 (462) / 2023

Выпускающий редактор Г. А. Кайнова
Ответственные редакторы Е. И. Осянина, О. А. Шульга, З. А. Огурцова
Художник Е. А. Шишков
Подготовка оригинал-макета П. Я. 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 26.04.2023. Дата выхода в свет: 03.05.2023.

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

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

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

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

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