

ISSN 2072-0297

МОЛОДОЙ УЧЁНЫЙ

МЕЖДУНАРОДНЫЙ НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ



8
ЧАСТЬ I
2023

Молодой ученый

Международный научный журнал

№ 8 (455) / 2023

Издается с декабря 2008 г.

Выходит еженедельно

Главный редактор: Ахметов Ильдар Геннадьевич, кандидат технических наук

Редакционная коллегия:

Жураев Хуснурин Олтингебаевич, 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 Таира Ибрагим кызы, кандидат химических наук (Азербайджан)

Ахметова Валерия Валерьевна, кандидат медицинских наук

Бердиев Эргаш Абдуллаевич, кандидат медицинских наук (Узбекистан)

Брезгин Вячеслав Сергеевич, кандидат экономических наук

Данилов Олег Евгеньевич, кандидат педагогических наук

Дёмин Александр Викторович, кандидат биологических наук

Дядюн Кристина Владимировна, кандидат юридических наук

Желнова Кристина Владимировна, кандидат экономических наук

Жуйкова Тамара Павловна, кандидат педагогических наук

Игнатова Мария Александровна, кандидат искусствоведения

Искаков Руслан Маратбекович, кандидат технических наук (Казахстан)

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

Кенесов Асхат Алмасович, кандидат политических наук

Коварда Владимир Васильевич, кандидат физико-математических наук

Комогорцев Максим Геннадьевич, кандидат технических наук

Котляров Алексей Васильевич, кандидат геолого-минералогических наук

Кузьмина Виолетта Михайловна, кандидат исторических наук, кандидат психологических наук

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

Кучерявенко Светлана Алексеевна, кандидат экономических наук

Лескова Екатерина Викторовна, кандидат физико-математических наук

Макеева Ирина Александровна, кандидат педагогических наук

Матвиенко Евгений Владимирович, кандидат биологических наук

Матроскина Татьяна Викторовна, кандидат экономических наук

Матусевич Марина Степановна, кандидат педагогических наук

Мусаева Ума Алиевна, кандидат технических наук

Насимов Мурат Орленбаевич, кандидат политических наук (Казахстан)

Паридинова Ботагоз Жаппаровна, магистр философии (Казахстан)

Прончев Геннадий Борисович, кандидат физико-математических наук

Рахмонов Азиз Боситович, доктор философии (PhD) по педагогическим наукам (Узбекистан)

Семахин Андрей Михайлович, кандидат технических наук

Сенцов Аркадий Эдуардович, кандидат политических наук

Сенюшкин Николай Сергеевич, кандидат технических наук

Султанова Дилшода Намозовна, доктор архитектурных наук (Узбекистан)

Титова Елена Ивановна, кандидат педагогических наук

Ткаченко Ирина Георгиевна, кандидат филологических наук

Федорова Мария Сергеевна, кандидат архитектуры

Фозилов Садриддин Файзуллаевич, кандидат химических наук (Узбекистан)

Яхина Асия Сергеевна, кандидат технических наук

Ячинова Светлана Николаевна, кандидат педагогических наук

Международный редакционный совет:

Айрян Заруи Геворковна, кандидат филологических наук, доцент (Армения)
Арошидзе Паата Леонидович, доктор экономических наук, ассоциированный профессор (Грузия)
Атаев Загир Вагитович, кандидат географических наук, профессор (Россия)
Ахмеденов Кажмурат Максутович, кандидат географических наук, ассоциированный профессор (Казахстан)
Бидова Бэла Бертовна, доктор юридических наук, доцент (Россия)
Борисов Вячеслав Викторович, доктор педагогических наук, профессор (Украина)
Буриев Хасан Чутбаевич, доктор биологических наук, профессор (Узбекистан)
Велковска Гена Цветкова, доктор экономических наук, доцент (Болгария)
Гайич Тамара, доктор экономических наук (Сербия)
Данатаров Агахан, кандидат технических наук (Туркменистан)
Данилов Александр Максимович, доктор технических наук, профессор (Россия)
Демидов Алексей Александрович, доктор медицинских наук, профессор (Россия)
Досманбетов Динар Бакбергенович, доктор философии (PhD), проректор по развитию и экономическим вопросам (Казахстан)
Ешиев Абдыракман Молдоалиевич, доктор медицинских наук, доцент, зав. отделением (Кыргызстан)
Жолдошев Сапарбай Тезекбаевич, доктор медицинских наук, профессор (Кыргызстан)
Игисинов Нурбек Сагинбекович, доктор медицинских наук, профессор (Казахстан)
Кадыров Кутлуг-Бек Бекмурадович, доктор педагогических наук, и.о. профессора, декан (Узбекистан)
Каленский Александр Васильевич, доктор физико-математических наук, профессор (Россия)
Козырева Ольга Анатольевна, кандидат педагогических наук, доцент (Россия)
Колпак Евгений Петрович, доктор физико-математических наук, профессор (Россия)
Кошербаева Айгерим Нуралиевна, доктор педагогических наук, профессор (Казахстан)
Курпаяниди Константин Иванович, доктор философии (PhD) по экономическим наукам (Узбекистан)
Куташов Вячеслав Анатольевич, доктор медицинских наук, профессор (Россия)
Кыят Эмине Лейла, доктор экономических наук (Турция)
Лю Цзюань, доктор филологических наук, профессор (Китай)
Малес Людмила Владимировна, доктор социологических наук, доцент (Украина)
Нагервадзе Марина Алиевна, доктор биологических наук, профессор (Грузия)
Нурмамедли Фазиль Алигусейн оглы, кандидат геолого-минералогических наук (Азербайджан)
Прокопьев Николай Яковлевич, доктор медицинских наук, профессор (Россия)
Прокофьева Марина Анатольевна, кандидат педагогических наук, доцент (Казахстан)
Рахматуллин Рафаэль Юсупович, доктор философских наук, профессор (Россия)
Ребезов Максим Борисович, доктор сельскохозяйственных наук, профессор (Россия)
Сорока Юлия Георгиевна, доктор социологических наук, доцент (Украина)
Султанова Диляшода 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 доктор Иванов Вячеслав Иванович (1866–1949), поэт и теоретик символизма.

Родился Вячеслав Иванов в Москве, в семье землемера. Вячеслава сознательно не допускали к общению со сверстниками: мать считала их «недалекими и дурно воспитанными». В 1874 году Вячеслава отдали в домашнюю школу Туган-Барановских, где он общался с сыном владельца — будущим экономистом и общественным деятелем Михаилом Туган-Барановским. Осенью 1875 года 9-летний Вячеслав Иванов начал занятия в подготовительном классе Первой Московской гимназии. Окончив ее, поступил в Московский университет. Пройдя два курса историко-филологического факультета, Иванов с 1886 года продолжил образование в Берлине, где занимался историей под руководством Моммзена, филологией, философией.

С 1891 года в течение нескольких лет Иванов объехал многие страны Европы, был в Палестине, Александрии, приезжал в Россию, но жил преимущественно в Италии. Основным предметом научных занятий Иванова была проблема религии Диониса и происхождения трагедии. В 1904 году в «Новом пути» печаталось его исследование «Эллинская религия страдающего бога», в 1905 году в «Вопросах жизни» — «Религия Диониса». Эти исследования нашли свое завершение в диссертации «Дионис и прадионисийство», которую он в силу ряда жизненных обстоятельств, в том числе из-за потери связи со своим научным руководителем Гиршфельдом, не мог защитить в Берлине, а сделал это только в 1923 году в Бакинском университете.

Важнейшим фактором в формировании мировоззрения Вячеслава Иванова можно назвать учение Ницше, с одной стороны, и славянофилов и Владимира Соловьева с другой. В 1905 году Иванов поселился в Петербурге на квартире давней подруги своей второй супруги и быстро стал одним из вождей символизма. Квартира в доме 25/1 по улице Таврической была расположена на шестом этаже, под куполом над углом дома; благодаря своему расположению и сходству она получила название «Башня». «Ивановские среды» (1905–1907) — кружок, собирающийся у Иванова, где бывали тяготевшие к символизму поэты, художники, философы, ученые, — стали одним из центров движения, лабораторией поэтики и мировоззрения «второго поколения» символистов.

Жизнь в Башне была далека от роскоши и даже элементарного комфорта: мебели не хватало; по стенам и углам пропадала плесень, а устраивать вечера приходилось в складчину. Многократно описанные «башенные» собрания держались лишь на энтузиазме и артистизме хозяев и их посетителей. Первыми откликнулись театральные деятели: 22 августа 1905 года Н. Н. Вашкевич предложил создать театр «Дионисово действие», а 5 сентября появился В. Э. Мейерхольд. Этот проект впоследствии привел к созданию театра В. Ф. Комиссаржевской.

С первой недели сентября одними из первых на знаменитые «среды» явились В. Эрн и В. Пяст. 15 сентября в переписке зафиксированы Сологуб, Ремизов, Чулков, Осип

Дымов, а еще состоялось «пришествие» Бальмонта. В конце сентября Башню почили визитом А. Чеботаревская, Мережковский с Философовым и М. Гершензон. Собрания бывали самыми разными по направленности и составу участников: как для узкого круга единомышленников, так и для больших дискуссий «реалистов» с «модернистами», когда Башню посещали М. Горький, М. Арцыбашев, литературовед Д. Овсянникова-Куликовский и многие другие. Хозяева старались сделать обстановку максимально раскрепощающей.

Как теоретик и поэт Иванов выражал тенденции «младших символистов», резко противопоставляя их декадентству, импрессионизму и парнассизму, весьма сильно представленным в старшем поколении. Различая в ходе истории эпохи органических и критических культур, Иванов видел в декадентстве крайнее выражение критической культуры (буржуазной), которой на смену должна прийти культура органическая.

Диалектика творчества Вячеслава Иванова приводила к тому, что он, пытаясь творить искусство полножизненное,озвучное современности и предвосхищающее будущее, направленное на реальность, всенародное, на самом деле создавал искусство, хотя и монументальное, но мертвенное, ушедшее в прошлое, чуждое современности, действительности, келейное, непонятное не только народу, но и сколько-нибудь широкому кругу читателей.

Иванов не принял русской революции 1917 года, но занял по отношению к советской власти лояльную позицию, участвовал в деятельности Наркомпроса и Пролеткульта. В 1924 году был командирован Наркомпросом в Италию, откуда не вернулся. Иванов принципиально отстранился от всех творческих и политических течений русской эмиграции. До конца жизни он создавал свой magnum opus — «Повесть о Светомире царевиче». По форме это искусственный славянский эпос, написанный версейной прозой, близкой к библейской, с многочисленными фольклорными элементами, причем пятая песнь — на книжном церковнославянском языке.

После кончины Вячеслава Иванова панихида по нему была проведена в русской католической церкви Св. Антония близ Санта-Мария-Маджоре, и его похоронили на кладбище Верано. В 1988 году в присутствии сына Дмитрия (франко-итальянского журналиста, пишущего под псевдонимом Жан Нёвель) останки Вячеслава Ивановича были перенесены на кладбище Тестаччо, в семейную могилу Зиновьевых. Эта могила внесена в число исторических памятников и охраняется международным дипломатическим комитетом.

В 1983 году городской совет Рима установил на стене дома Ивановых по улице Леона Баттиста Альберти памятную доску. 17 июля 1994 года Дмитрий Иванов добился установки мемориальной доски в Санкт-Петербурге, на здании знаменитой Башни. По состоянию на 2016 год доска утрачена.

Екатерина Осянина, ответственный редактор

СОДЕРЖАНИЕ

МАТЕМАТИКА

Акмырадов Я.Ч., Аллаберенов С.А., Мередов О.А.	
Понятие дифференциальных уравнений и их развитие	1
Гырлыева Г.Т., Иламанов Б.Б.	
Развитие математического анализа и его значение в изучении наук	2

ФИЗИКА

Кириллов А.М., Култышев А.Д., Григорьев В.Ю.	
Закон обратных квадратов: теория и эксперимент	5

ХИМИЯ

Усова К.А., Захаров П.С., Шкуро А.Е.	
Перспективные направления применения лигнина в производстве полимерных и композиционных материалов	11

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНО- ЛОГИИ

Бычков А.К., Бянкина Д.Е., Вакорин М.П.	
Выбор системы управления проектами для разработки программного обеспечения.....	16
Джангиров М.Ф.	
Системы защиты от несанкционированного доступа.....	19
Ефремова А.И.	
Особенности разработки мобильной игры на Google Play и AppStore	23
Соколов Т.А.	
Проблемы разработки видеоигр в международных компаниях.....	25

Соколов Т.А.

Методы разработки видеоигр: выбор подходящей методологии для успешного проекта	27
---	----

Чистовская О.В.

Влияние мобильных, консольных и компьютерных платформ на создание нарратива в видеоиграх	29
---	----

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Alakbarov A.S.

Modern methods of stuck prevention during the drilling of directional wells	32
--	----

Баженов Е.А.

Влияние свободного газа на характеристики электроцентробежного насоса	34
--	----

Баженов Е.А.

Образование конусов воды и газа в добывающих скважинах.....	36
--	----

Иванова Т.Д.

Перспективы развития высокоскоростных пассажирских перевозок в международном сообщении	38
--	----

Кибишов А.Т., Исройлов Ф.М., Ерназар К.Е.

Вакуумированный фрактальный солнечный коллектор	40
--	----

Кирасиров О.М., Тендетник Д.

Технология 3D-печати в области обслуживания и ремонта автомобильного транспорта	43
--	----

Кирасиров О.М., Тендетник Д.

Адаптивные технологии в области обслуживания и ремонта автомобильного транспорта	45
---	----

Кондрашов А.Д., Нагайцев Д.В.,

Сыроежко Д.А., Исламов А.М., Макарова О.А.	
---	--

Производственные дефекты гаек и болтов	48
--	----

Фаттахов А. И., Константинов А. М.

Разработка технических решений по усилению
схемы выдачи мощности Хабаровской ТЭЦ-4 51

**АРХИТЕКТУРА, ДИЗАЙН
И СТРОИТЕЛЬСТВО****Турсынханов А. О., Полякова И. М.**

О расчетах рамных конструктивных систем
на прочность и устойчивость нестандартным
смешанным методом 66

ГЕОЛОГИЯ**Сидиков Ф. У.**

Применение ГИС-технологий при составлении
карт в инженерной-геологии на примере
проектирования Шурабской ГЭС
и ГЭС «Нурек-2» 71

Тяпков В. А.

Повышение эффективности работ при
нормализации забоя в скважинах
с эксплуатационной колонной d-102, 114 мм 77

МАТЕМАТИКА

Понятие дифференциальных уравнений и их развитие

Акмырадов Ягыр Чарыевич, преподаватель;
 Аллаберенов Сердар Акмыратович, преподаватель;
 Мередов Овемзухаммед Аннанурович, преподаватель
 Туркменский государственный университет имени Махтумкули (г. Ашхабад, Туркменистан)

В данной статье рассматриваются современные взгляды развития дифференциального уравнения и его значение в обучении. Проведен перекрестный и сравнительный анализ влияния методик и различных факторов на развитие математики.

Ключевые слова: анализ, метод, образование, математика, наука.

Уравнение, содержащее производную неизвестной функции, называется дифференциальным уравнением. Скорость изменения функции в точке определяется производными функции. Дифференциальное уравнение связывает эти производные с другими функциями. Дифференциальные уравнения в основном используются в областях биологии, физики, техники и многих других. Основное назначение дифференциального уравнения состоит в изучении решений, удовлетворяющих уравнениям, и изучении свойств решений. Давайте обсудим определение, типы, методы решения дифференциального уравнения, порядок и степень дифференциального уравнения, типы дифференциальных уравнений, примеры из реальной жизни и практические задачи.

Дифференциальное уравнение — это уравнение, которое содержит хотя бы одну производную неизвестной функции, либо обыкновенную производную, либо частную производную. Предположим, что скорость изменения функции y по отношению к x обратно пропорциональна y , мы выражаем ее как $dy/dx = k/y$.

В исчислении дифференциальное уравнение — это уравнение, которое включает производную (производные) зависимой переменной по отношению к независимой переменной (переменным). Производная представляет собой не что иное, как скорость изменения, а дифференциальное уравнение помогает нам представить отношение между изменяющейся величиной по отношению к изменению другой величины. $y=f(x)$ — функция, где y — зависимая переменная, f — неизвестная функция, x — независимая переменная. Несколько примеров:

1. $(dy/dx) = \sin x$
2. $(d^2y/dx^2) + k^2y = 0$
3. $(d^2y/dt^2) + (d^2x/dt^2) = x$

4. $(d^3y/dx^3) + x(dy/dx) - 4xy = 0$
5. $(rdr/d\theta) + \cos\theta = 5$

Порядок дифференциального уравнения — это наивысший порядок производной, входящей в уравнение. Рассмотрим следующие дифференциальные уравнения:

$$dy/dx = ex, (d4y/dx4) + y = 0, (d3y/dx3) + x2(d2y/dx2) = 0$$

В приведенных выше примерах дифференциальных уравнений старшие производные имеют первый, четвертый и третий порядок соответственно.

Вы можете видеть в первом примере, что это дифференциальное уравнение первого порядка, которое имеет степень, равную 1. Все линейные уравнения в виде производных имеют первый порядок. Он имеет только первую производную, такую как dy/dx , где x и y — две переменные, и представляется как: $dy/dx = f(x, y) = y'$.

Дифференциальное уравнение второго порядка

Уравнение, включающее производную второго порядка, является дифференциальным уравнением второго порядка. Он представлен так:

$$d/dx(dy/dx) = d2y/dx2 = f''(x) = y''.$$

Степень дифференциальных уравнений

Если дифференциальное уравнение представимо в полиномиальной форме, то интегральная степень возникающей производной старшего порядка называется степенью дифференциального уравнения. Степень дифференциального уравнения — это степень старшей производной, присутствующей в уравнении. Чтобы найти степень дифференциального уравнения, нам нужно иметь положительное целое число в качестве индекса каждой производной.

Дифференциальные уравнения классифицируются как:

- Обыкновенные дифференциальные уравнения

— Уравнения с частными производными

«Обыкновенное дифференциальное уравнение», также известное как ОДУ, представляет собой уравнение, которое содержит только одну независимую переменную и одну или несколько ее производных по переменной. Таким образом, обыкновенное дифференциальное уравнение представляется как отношение, имеющее одну независимую переменную x , вещественную зависимую переменную y , с некоторыми ее производными y' , y'' , ... y^n . по x . Обыкновенное дифференциальное уравнение может быть однородным или неоднородным.

Однородное дифференциальное уравнение

Дифференциальное уравнение, в котором степени всех членов одинаковы, называется однородным дифференциальным уравнением. В общем случае их можно представить как $P(x,y)dx + Q(x,y)dy = 0$, где $P(x,y)$ и $Q(x,y)$ — однородные функции одной степени.

Неоднородное дифференциальное уравнение

Дифференциальное уравнение, в котором степень всех членов не одинакова, называется однородным дифференциальным уравнением.

Пример: $xy(dy/dx) + y^2 + 2x = 0$ не является однородным дифференциальным уравнением.

Одним из видов неоднородного дифференциального уравнения является линейное дифференциальное уравнение, аналогичное линейному уравнению. Дифферен-

циальное уравнение вида $(dy/dx) + Py = Q$ (где P и Q — функции от x) называется линейным дифференциальным уравнением.

$(dy/dx) + Py = Q$ (где P, Q — константы или функции y).

Уравнение в частных производных

Уравнение, включающее только частные производные одной или нескольких функций двух или более независимых переменных, называется уравнением в частных производных, также известным как УЧП.

Дифференциальное уравнение имеет бесконечно много решений. Решение дифференциального уравнения называется интегрированием дифференциального уравнения, поскольку процесс нахождения решения дифференциального уравнения включает в себя интегрирование. Решение дифференциального уравнения — это выражение зависимой переменной через независимую переменную, которая удовлетворяет дифференциальному уравнению.

Решение, содержащее столько же произвольных констант, называется общим решением. Если мы приаем частные значения произвольным константам в общем решении дифференциального уравнения, полученное решение называется частным решением. Результат исключения одной произвольной константы дает дифференциальное уравнение первого порядка, а результат исключения двух произвольных констант приводит к дифференциальному уравнению второго порядка и так далее.

Литература:

- Бабенко, К. И. Основы численного анализа / К. И. Бабенко. — М.: Главная редакция физико-математической литературы издательства «Наука», 1986. — 744 с.
- Бакушинский, А. Элементы высшей математики и численных методов / А. Бакушинский, В. Власов. — М.: Прогресс, 2014. — 336 с.
- Босс, В. Лекции по математике. Том 1. Анализ. Учебное пособие / В. Босс. — М.: Либроком, 2016. — 216 с.
- Воробьев, Н. Н. Теория рядов / Н. Н. Воробьев. — М.: Главная редакция физико-математической литературы издательства «Наука», 1986. — 408 с.
- Гусак, А. А. Задачи и упражнения по высшей математике. Часть 2 / А. А. Гусак. — М.: Вышэйшая школа, 2013. — 384 с.

Развитие математического анализа и его значение в изучении наук

Гырлыева Гулбиби Тиркешовна, преподаватель;

Иламанов Байрамберди Байраммырадович, преподаватель

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

В данной статье рассматриваются современные взгляды развития математического анализа и его значение в других научных дисциплинах. Проведен перекрестный и сравнительный анализ влияния методик и различных факторов на развитие математики.

Ключевые слова: анализ, метод, образование, математика, наука.

Математика — это и искусство, и наука, и в ее основе лежит чистая математика. Чистая математика исследует границу математики и чистого разума. Это было опи-

сано как «та часть математической деятельности, которая выполняется без явного или непосредственного рассмотрения прямого применения», хотя то, что «чисто» в одно

эпоху, часто становится применимым позже. Финансы и криптография — современные примеры областей, в которых чистая математика применяется существенным образом.

Грубо говоря, анализ имеет дело с аппроксимацией определенных математических объектов, таких как числа или функции, другими объектами, которые легче понять или с которыми легче обращаться. Например, если вы хотите узнать первые несколько десятичных знаков числа пи, то, скорее всего, вы захотите записать число пи как предел последовательности чисел, которую вы уже знаете, как вычислить. Или пример наоборот: последовательность факториалов $n!$ выглядит эстетично, но в расчетах часто требуется приближение $n!$ что более четко показывает его порядок роста; такое приближение дается классической формулой Стирлинга:

$$n! \sim (n/e)^n \sqrt{2\pi n}.$$

Если вы хоть немного были знакомы с исчислением, то вы уже знаете по крайней мере одну из основных идей анализа — дифференцируемые функции локально аппроксимируются линейными. Можно утверждать, что эта идея послужила реальной отправной точкой анализа около трехсот лет назад.

Но вы можете быть уверены, что анализ, который вы изучаете сегодня, выглядит совсем не так, как три (или сто) лет назад. Как и в случае с другими жизненно важными разделами математики, анализ постоянно развивался и сегодня имеет важные приложения в науке, технике и экономике. Например, финансовая отрасль стала крупным работодателем математиков из-за использования анализа.

В настоящее время анализ накопил такой огромный массив результатов, что «краткий обзор» области буквально невозможен. Основные области, представляющие интерес для аналитиков отдела чистой математики, включают реальный анализ, анализ Фурье (и вейвлеты), функциональный анализ, теорию операторов и алгебры, гармонический анализ, теорию вероятностей и теорию меры. Дифференциальные уравнения — еще одна важная область анализа, изучаемая многими прикладными математиками в Ватерлоо.

Греческие математики, такие как Евдокс и Архимед, неформально использовали концепции пределов и сходимости, когда они использовали метод исчерпывания для вычисления площади и объема областей и твердых тел.

В Индии математик XII века Бхаскара придумал дифференциальное исчисление и привел примеры производной и дифференциального коэффициента, а также формулировку того, что сейчас известно, как теорема Ролля. В 14 веке математический анализ зародился у Мадхавы в Южной Индии, который развел основные идеи разложения функции в бесконечный ряд, степенного ряда, ряда Тейлора и рациональной аппроксимации бесконечного ряда. Он разработал ряд Тейлора тригонометрических функций синуса, косинуса, тангенса и арктангенса и оценил величину ошибок, возникающих при усечении

этих рядов. Он также разработал бесконечные цепные дроби, почленное интегрирование, аппроксимацию синуса и косинуса рядами Тейлора и степенные ряды радиуса, диаметра, длины окружности, π , $\pi/4$ и угла θ . Его последователи в школе Кералы еще больше расширили его работы до 16 века.

В Европе во второй половине 17 века Ньютон и Лейбниц разработали исчисление, которое под влиянием прикладной работы, продолжавшейся в 18 веке, превратилось в такие темы анализа, как вариационное исчисление, обыкновенные уравнения и уравнения в частных производных, Анализ Фурье и производящие функции. В этот период методы исчисления применялись для аппроксимации дискретных задач непрерывными.

В 18 веке Эйлер ввел понятие функции, и оно стало предметом споров среди математиков. В 19 веке Коши первым поставил исчисление на прочную логическую основу, введя понятие последовательности Коши. Он также начал формальную теорию комплексного анализа. Пуассон, Лиувиль, Фурье и другие занимались уравнениями в частных производных и гармоническим анализом.

В середине века Риман представил свою теорию интегрирования. Последняя треть XIX века была отмечена арифметизацией анализа Вейерштрассом, который считал, что геометрические рассуждения по своей сути вводят в заблуждение, и ввел определение предела «эpsilon-дельта». Затем математики начали беспокоиться о том, что они бездоказательно предполагают существование континуума действительных чисел. Затем Дедекинд построил действительные числа с помощью разрезов Дедекинда. Примерно в то же время попытки уточнить теоремы интегрирования Римана привели к изучению «размера» множества разрывов реальных функций.

Также стали создаваться «монстры» (нигде непрерывные функции, непрерывные, но нигде не дифференцируемые функции, заполняющие пространство кривые). В этом контексте Жордан разработал свою теорию меры, Кантор разработал то, что сейчас называется наивной теорией множеств, а Бэр доказал теорему Бэра о категориях. В начале 20 века исчисление было formalизовано с использованием аксиоматической теории множеств. Лебег решил проблему меры, а Гильберт ввел гильбертовы пространства для решения интегральных уравнений. Идея нормированного векторного пространства витала в воздухе, и в 1920-х гг. Банах создал функциональный анализ.

Математический анализ включает в себя следующие подполя:

- Реальный анализ, строгое изучение производных и интегралов функций действительных переменных. Это включает в себя изучение последовательностей и их пределов, рядов и мер.

- Функциональный анализ изучает пространства функций и вводит такие понятия, как банаховы и гильбертовы пространства.

- Гармонический анализ имеет дело с рядами Фурье и их абстракциями.

— Комплексный анализ, изучение функций из комплексной плоскости в комплексную плоскость, которые являются комплексно дифференцируемыми.

— *p*-адический анализ, изучение анализа в контексте *p*-адических чисел, который некоторыми интересными и неожиданными особенностями отличается от своих реальных и сложных аналогов.

— Нестандартный анализ, который исследует гипердействительные числа и их функции и дает строгое рассмотрение бесконечно малых и бесконечно больших чисел. Обычно ее относят к теории моделей.

— Численный анализ, изучение алгоритмов аппроксимации задач непрерывной математики.

Под **классическим анализом** обычно понимают любую работу, в которой не используются методы функционального анализа, и иногда его также называют **жестким анализом**; это также, естественно, относится к более традиционным темам. Изучение дифференциальных уравнений теперь используется совместно с другими областями, такими как динамические системы, хотя совпадение с «прямым» анализом велико.

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.: Прогресс, 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.
5. Гусак, А. А. Задачи и упражнения по высшей математике. Часть 2 / А. А. Гусак. — М.: Вышэйшая школа, 2013. — 384 с.

ФИЗИКА

Закон обратных квадратов: теория и эксперимент

Кириллов Андрей Михайлович, преподаватель физики;

Култышев Алексей Дмитриевич, студент;

Григорьев Владимир Юрьевич, студент

Автомобильно-дорожный колледж г. Сочи

В данной работе представлены результаты исследований закона обратных квадратов. На примере закона всемирного тяготения логически проанализирован характер закона обратных квадратов. Экспериментальное подтверждение закона реализовано с помощью исследований интенсивности светового и воздушного потоков. Целью работы также являлось вовлечение студентов СПО в научную проектную деятельность; знакомство с планированием и организацией научных экспериментов, с методами обработки и оформления их результатов. Показано, что при наличии относительно простого оборудования (даже в домашних условиях) можно проводить достаточно серьезные физические эксперименты.

Ключевые слова: закон обратных квадратов, закон всемирного тяготения, гравитация, поток, интенсивность потока, освещенность, давление, люксметр, анемометр, ветрометр, метод наименьших квадратов, MathCAD.

В качестве источника света использовался фонарик смартфона. Приемник (измеритель) — люксметр TASI TA8120, определяющий интенсивность светового потока (освещенность) до 10000 Лк.

Источником воздушного потока являлся бытовой вентилятор. Приемник (измеритель) — анемометр (ветрометр) Benetech GM816, позволяющий измерять скорость газового потока до 30 м/с.

Для построения графиков использовался математический пакет MathCAD. Угловой коэффициент и свободный член в линеаризованных зависимостях рассчитывались с помощью метода наименьших квадратов.

Закон всемирного тяготения

На примере закона всемирного тяготения рассмотрим характер закона обратных квадратов [1]. Жизненный опыт (или знание второго закона Ньютона) подсказывает нам, что величина силы, требуемой для изменений в состоянии движения (покоя) тела массой m , пропорционально ее величине. Здесь речь, конечно, об инерционной массе. Однако, очевидно, что и для массы гравитационной (тождественной инерционной), такая зависимость справедлива. Сила $F_{\text{гр}}$ притяжения между телами пропорциональна как массе первого тела m_1 , так и массе второго m_2 . Т. е. $F_{\text{гр}} \sim m_1 \cdot m_2$. Обобщив, получаем, что

$$F_{\text{гр}} \sim m_1 \cdot m_2. \quad (1)$$

Данная пропорциональность не позволяет рассчитать значение силы, но помогает ответить, например, на вопрос: «Во сколько раз сила притяжения некоторого тела

к телу массой $3m$ больше силы притяжения к телу массой m ?». Из соотношения (1) следует ответ: «В три раза».

Сила притяжения зависит, очевидно, также и от расстояния r между телами и должна уменьшаться по мере увеличения расстояния между ними. Сила, таким образом, обратна пропорциональна расстоянию — $F_{\text{гр}} \sim 1/r^2$.

Волна, образовавшаяся на поверхности воды от брошенного камня, расходится от точки падения (центра волны) кругами. Энергия (кинетическая) камня, преобразованная в волну (энергию колебаний), распределяется по окружности радиуса r . Длина окружности равна $2\pi r$. Чем дальше находится рассматриваемая точка от места падения камня, тем больше длина окружности, и, следовательно, меньше энергия колебаний в этой точке. Делаем вывод: *воздействие обратно пропорционально расстоянию r* .

Однако, гравитационное взаимодействие распределяется в пространстве во всех возможных направлениях (3D), а не в плоскости (2D). Рассмотрим следующую ситуацию. Пусть имеется точечный источник звука. Энергия, излучаемая источником (в виде звуковых волн), распределяется в этом случае по сфере радиуса r . Т. к. площадь S пропорциональна квадрату линейных размеров тела (для квадрата со стороной r — $S=r^2$, для окружности радиуса r — $S=\pi r^2$ и т. п.), то плотность энергии, принесенной волной в данную точку пространства будет убывать обратно пропорционально квадрату расстояния от источника [2]. Таким образом, *воздействие ослабевает*

пропорционально квадрату расстояния от точечного источника. Обобщив данный вывод на гравитационное взаимодействие, заключаем, что

$$F_{\text{гр}} \sim 1/r^2. \quad (2)$$

Объединив пропорциональности (1) и (2), получаем:

$$F_{\text{гр}} \sim \frac{m_1 \cdot m_2}{r^2}. \quad (3)$$

Таким образом, можно видеть, что гравитационное взаимодействие подчиняется закону обратных квадратов.

Проверка размерностей в соотношении (3) показывает, что коэффициент пропорциональности, который нужно в него ввести (чтобы «превратить его в полноценную формулу») должен иметь размерность $\text{Н}\cdot\text{м}^2/\text{кг}^2$. Определить численное значение этого коэффициента теоретические

невозможно, т. к. он является фундаментальной физической постоянной. Этот коэффициент определен экспериментально, равен $G=6,67 \cdot 10^{-11} \text{ Н}\cdot\text{м}^2/\text{кг}^2$, и называется *гравитационной постоянной*. В итоге закон всемирного тяготения имеет вид:

$$F_{\text{гр}} = G \frac{m_1 \cdot m_2}{r^2}. \quad (4)$$

Закон обратных квадратов для светового потока

В данном разделе описаны результаты эксперимента по проверке закона обратных квадратов для светового потока, идущего от фонарика смартфона. Измерение интенсивности потока (освещенность) измерялась люксметром марки TASI TA8120. Схема эксперимента приведена на рисунке 1. Результаты измерений внесены в таблицу 1.

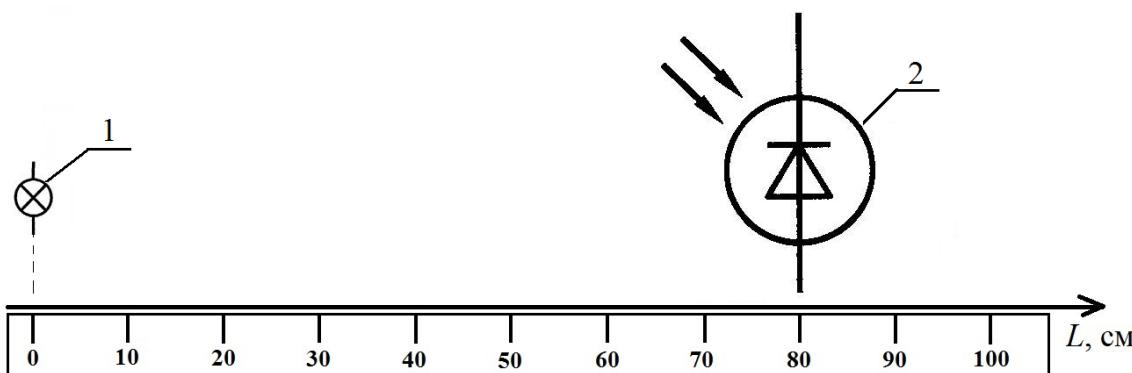


Рис. 1. Схема эксперимента по исследованию зависимости интенсивности светового потока (освещенности) от расстояния: 1 — источник света (фонарик смартфона), 2 — фотоприемник (люксметр)

Таблица 1. Результаты измерений

№ измерения	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Расстояние L , см	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
Освещенность, Лк	90,2	165,3	93,5	61,8	39,8	28,2	21,2	16,7	11,9	9,4

Сразу же обращает на себя внимание результат измерения при расстоянии между источником и приемником, равным 10 см. Он явно «выпадает» из общей тенденции к уменьшению освещенности при увеличении расстояния. Предполагается, что это связано с тем, что при таком близком расстоянии фронт светового потока падает не на всю «рабочую» поверхность фотоприемника, а только на его часть. Очевидно, каждая единица площади фоточувствительной поверхности люксметра обладает максимальным пороговым значением интенсивности светового потока на нее падающего. При малых расстояниях от источника площадь сферического светового фронта еще мала и освещенность превышает пороговые значения для данного люксметра, поэтому его показания оказываются меньше реальной величины интенсивности. В дальнейшем результат этого измерения при обработке учитывать не будем.

График зависимости светового потока от расстояния между источником и приемником представлен на рисунке 2.

Чтобы убедиться в справедливости закона обратных квадратов, необходимо построить график в координатах «интенсивность — обратный квадрат расстояния», т. е. график зависимости освещенности от $1/L^2$ (рис. 3).

Из графика (рис. 3) можно видеть, что экспериментальные точки, со значениями обратного квадрата меньше 10 (соответствуют расстояниям от источника до приемника от 40 см и более), «укладываются» на прямую. Это означает, что, при расстояниях L приблизительно от 40 см и более, размером источника света можно пренебречь (он становится материальной точкой, т. е. точечным источником) и начинает «работать» закон обратных квадратов.

Закон обратных квадратов для воздушного потока

Раздел содержит результаты исследования зависимости скорости воздушного потока от расстояния между его источником (вентилятор) и приемником (анемометр Benetech GM816) (см. фото). Схема эксперимента представлена на рисунке 5. Результаты измерений внесены в таблицу 2.

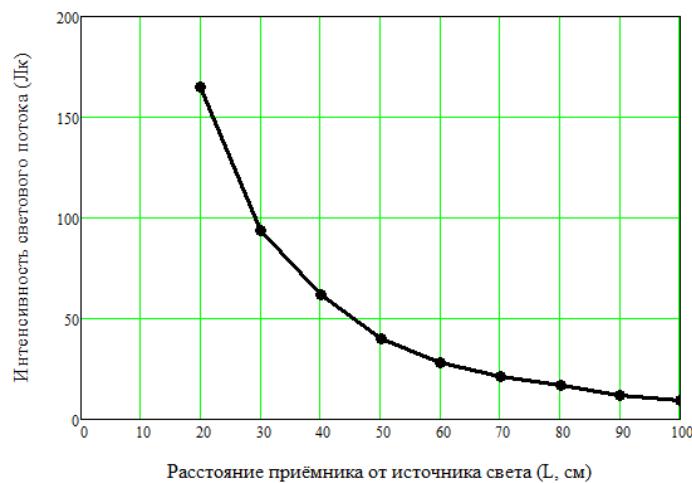


Рис. 2. Зависимость освещенности от расстояния между источником и приемником

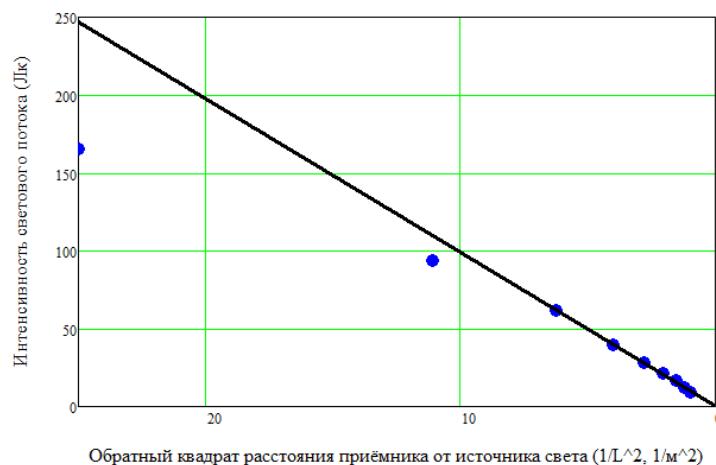


Рис. 3. Линеаризованный график зависимости освещенности от расстояния (угловой коэффициент и свободный член линейной зависимости, рассчитанные по методу наименьших квадратов, равны $a=9,86$ Лк·м² и $b=0,43$ Лк, соответственно)



Рис. 4. Источник и приёмник воздушного потока, измерение расстояние между ними

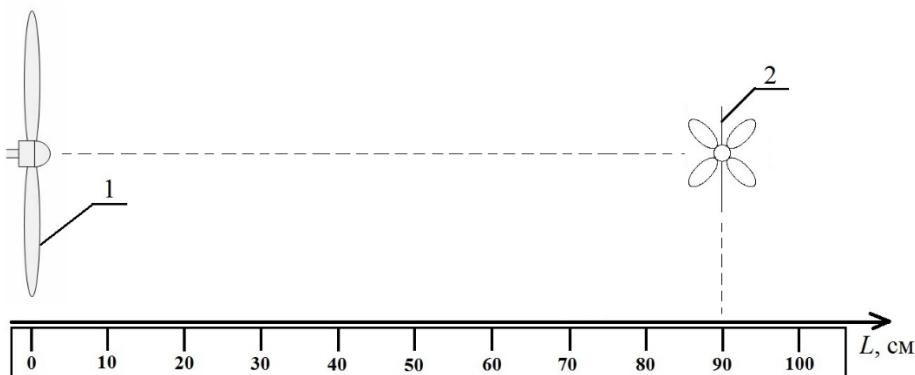


Рис. 5. Схема эксперимента по исследованию зависимости скорости газового потока от расстояния до источника:
1 — источник воздушного потока (вентилятор), 2 — анемометр (ветрометр)

Таблица 2. Результаты измерений скорости воздушного потока при различных расстояниях

№ измерения	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Расстояние L , см	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
Скорость потока, м/с	3,5	3,3	3,1	2,5	2,2	1,8	1,6	1,5	1,4	1,2

График зависимости воздушного потока от расстояния между источником и приемником представлен на рисунке 6.

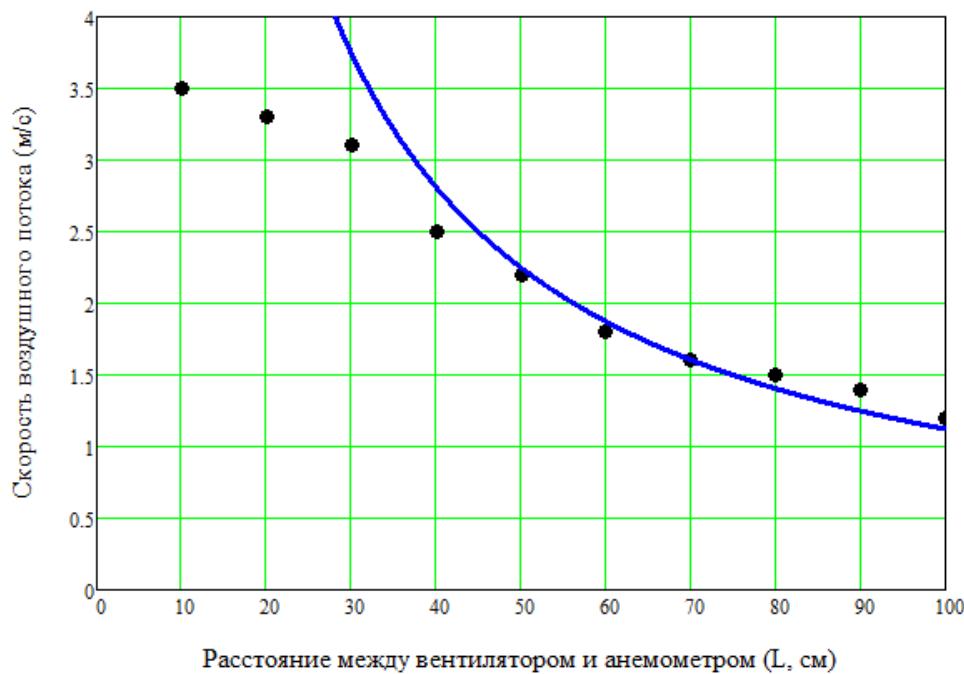


Рис. 6. Зависимость скорости потока от расстояния между источником и приемником

На графике (рис. 6) точками нанесены результаты экспериментальных измерений (табл. 2). Сплошной линией изображена аппроксимирующая кривая, о которой будет сказано ниже.

Можно видеть (рис. 6), что с увеличением расстояния между источником и приемником скорость потока падает. Результат, конечно, очевидный и предсказуемый. Ха-

рактер зависимости явно нелинейный. Проверка на линейность зависимости скорости v от обратного квадрата расстояния $1/L^2$ дала отрицательный результат (зависимость v от $1/L^2$ — нелинейная).

Конечно, при малых расстояниях вентилятор (источник газового потока) еще не нельзя считать материальной точкой (точечным источником). Однако, при

расстояниях от 30 см и выше начинает наблюдаться некоторая закономерность в поведении зависимости (см. экспериментальные точки на рис. 6). Исследование показало, что зависимость скорости от расстояния при расстояниях от 30 см хорошо аппроксимируется зависимостью вида:

$$v(L)=A \cdot L^{-1}. \quad (5)$$

Для кривой, представленной на графике (рис. 6) $A=0,89 \text{ м}^2/\text{с}$.

Как объяснить подобную зависимость? Известно, что давление, создаваемое газами (вспомните, например, основное уравнение молекулярно-кинетической теории газов), пропорционально квадрату скорости молекул ($p \sim v^2$). В данном случае давление, создаваемого воздушным потоком, должно быть пропорционально квадрату его скорости. С другой стороны, давление обратно пропорционально площади, по которой распределена его сила ($p \sim 1/S$). Площадь же пропорциональна квадрату рас-

стояния L^2 . Таким образом, давление обратно пропорционально квадрату расстояния ($p \sim 1/L^2$) и мы снова имеем дело с законом обратных квадратов.

Согласно сделанным выше рассуждениям, заключаем что скорость v должна быть пропорциональна L^{-1} . Это согласуется с ранее упомянутой хорошей аппроксимацией зависимости скорости от расстояния (см. график на рис. 6) функцией вида (5).

Чтобы окончательно убедиться в справедливости вывода о том, что *скорость воздушного потока обратно пропорциональна расстоянию от его источника*, проведем линеаризацию зависимости скорости от расстояния (на интервале от 40 см до 100 см). Воспользовавшись методом наименьших квадратов для связи переменных v и $1/L$, получили значения углового коэффициента $a=0,856 \text{ м}^2/\text{с}$ и свободного члена $b=0,402 \text{ м}/\text{с}$. График линеаризованной зависимости приведен на рис. 7.

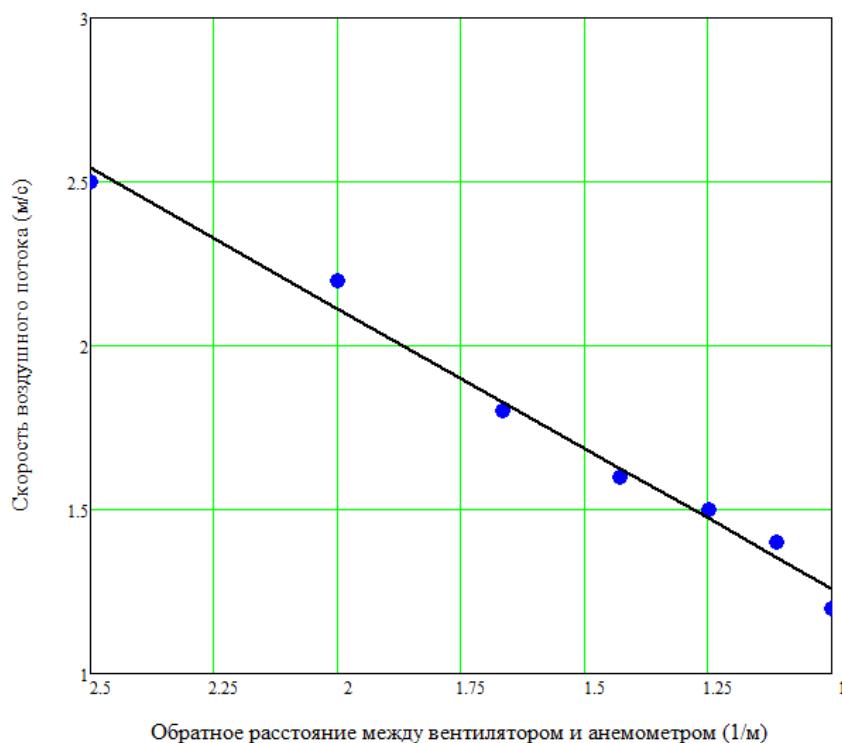


Рис. 7. Линеаризованная зависимость скорости потока от расстояния до источника

Можно видеть, что гипотеза о линейной зависимости скорости газового потока от обратного расстояния до источника подтвердилась. Следовательно, выполненные выше рассуждения о подчинении давления потока закону обратных квадратов справедливы.

Заключение

В ходе выполнения данной работы авторы (студенты) закрепили, полученные ранее [2], навыки

- 1) по планированию, организации и выполнению физических экспериментов;
- 2) использованию метода наименьших квадратов при линеаризации функциональных зависимостей;

3) оформлению результатов исследовательской работы в виде научной статьи.

Также студенты познакомились с такими физическими приборами, как люксметр и анемометр. Получили представление об аппроксимации как способе обработки массивов экспериментальных данных.

По результатам проведенных исследований можно сделать следующие выводы.

- 1) При расстояниях от фонарика смартфона более 40 см его можно считать точечным источником света. Зависимость интенсивности светового потока (освещенности) от расстояния подчиняется в этом случае закону обратных квадратов.

2) При расстояниях от бытового вентилятора более 40 см его можно считать точечным источником газового потока. Зависимость давления потока от расстояния под-

чиняется в этом случае закону обратных квадратов, а скорость потока уменьшается пропорционально увеличению расстояния.

Литература:

1. Кириллов, А. М. Методы решения физических задач [Электронный ресурс] // Фестиваль педагогических идей «Открытый урок». 2010. URL: <http://festival.1september.ru/articles/587075/> (дата обращения: 11.02.2023).
2. Кириллов, А. М., Култышев А. Д., Григорьев. В. Ю. Распространение звука и звукоизоляция // Молодой ученый. — 2023. — № 3 (450).

ХИМИЯ

Перспективные направления применения лигнина в производстве полимерных и композиционных материалов

Усова Кристина Алексеевна, студент магистратуры;

Захаров Павел Сергеевич, аспирант;

Шкуро Алексей Евгеньевич, кандидат технических наук, доцент

Уральский государственный лесотехнический университет (г. Екатеринбург)

В статье рассмотрены вопросы утилизации технического лигнина, в частности его применения в производстве полимерных и полимерных композиционных материалов.

Ключевые слова: лигнин, утилизация, полимеры, композиты.

Наибольшую долю в составе всех растений занимают три компонента: целлюлоза, гемицеллюлоза и лигнин. В хвойных породах может содержаться до 40 мас. % лигнина, в лиственных не более 30 мас. %, в травах и кустарниках — менее 20. Лигнин, находящийся стенках клеток растений, обеспечивает их герметичность, а находящийся в межклеточном пространстве скрепляет волокна целлюлозы. Цвет древесины определяется хромофорными группами лигнина.

Механическая прочность стволов и стеблей наземных растений преимущественно определяется содержанием и химическим строением лигнина в их составе. Древесину можно назвать полимерным композиционным материалом природного происхождения, в котором роль полимерной матрицы выполняет лигнин, а роль армирующего волокнистого наполнителя — целлюлоза. Целлюлоза придает такому композиту высокую прочность при изгибе, ударную вязкость и прочность при растяжении, а лигнин твердость и модуль упругости (жесткость).

Лигнин не имеет постоянной химической формулы, так как является не индивидуальным химическим веществом, а их смесью [2]. В то же время в составе лигнина можно выделить несколько наиболее часто повторяющихся звеньев — мономеров лигнина. Они являются производными фенилпропана и называются фенилпропановыми единицами (ФПЕ). Поликонденсация ФПЕ в различных пропорциях приводит к образованию лигнина. Наиболее часто встречающимися в макромолекулах лигнина фенилпропановыми единицами являются кумаровый, конифериловый и синапилловый спирты (рис. 1).

Естественную форму лигнина, содержащуюся внутри растений, называют протолигнином. Протолигниночно физически и химически встроен в структуру растительной

ткани. Выделение из растительного сырья промышленными методами представляет весьма нетривиальную инженерную задачу. Как правило лигнин не извлекается из растительной ткани специально; но вместе с производными является побочным продуктом химической переработки растительного, преимущественно древесного, сырья. В результате такой переработки молекулярная масса лигнина снижается, а химическая активность увеличивается. Извлеченный из растительного сырья лигнин называется техническим. По технологии получения различают следующие типы технических лигнинов:

1. Порошковый или гидролизный лигнин. Это аморфное вещество коричневого цвета с молекулярной массой 5000–10000 г/моль, плотностью 1250–1450 кг/м³ и специфическим запахом. Содержание примесей в гидролизном лигнине может достигать 60 мас. %, в том числе 15–45 мас. % трудногидролизуемых полисахаридов, 5–19 мас. % смолистых веществ и 0,5–10 мас. % золы. Гидролизный лигнин находит применение в производстве [1, 4, 5]:

- некоторых видов топлива;
- активированных углей;
- различных типов сорбентов;
- порообразователей;
- нитролигнина;
- удобрений;
- структурообразователей почв;
- гербицидов.

2. При производстве целлюлозы сульфитным методом в качестве сопродуктов образуются растворы лигносульфонатов. Лигносульфонаты — это водорастворимые натриевые соли лигносульфоновых кислот. Часть образующихся лигносульфонатов накапливается в лигнохранилищах, а часть уходит со сточными.

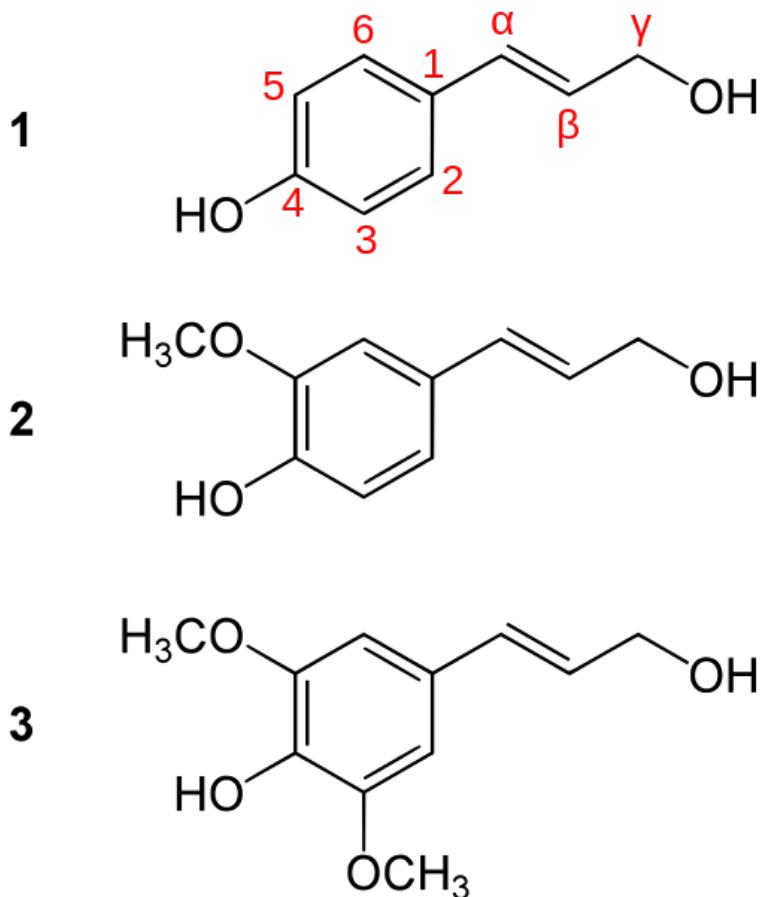


Рис. 1. Фенилпропановые единицы лигнина [3]: 1 — кумаровый спирт; 2 — конифериловый спирт; 3 — синапиловый спирт

Благодаря высокой поверхностной активности лигносульфонаты широко применяются в промышленности в качестве:

- стабилизаторов и диспергаторов;
- связующих;
- модификаторов свойств буровых растворов;
- противопригарных добавок;
- пластификаторов и эмульгаторов;
- для укрепления грунтов, и обеспыливания дорожных покрытий;
- для противоэррозионной обработки почв.

3. При производстве целлюлозы сульфатным методом образуется сульфатный лигнин. В сухом виде это порошок коричневого цвета, обладающий развитой удельной поверхностью. Сульфатный лигнин растворим в щелочах и ряде органических растворителей [6]. Он имеет наиболее постоянный компонентный состав. Доля собственно лигнина в нем достигает 85 мас. %. В нем также присутствует сера в количестве 2,0–2,5 мас. %. При нагревании выше 190 °С сульфатный лигнин деструктирует с образованием летучих веществ [7]. В тоже время этот тип технического лигнина наименее токсичен и огнеопасен. Он применяется в виде влажной пасты. В промышленности сульфатный лигнин находит применение в качестве:

— замены фенола в производстве фенолоформальдегидных смол;

— компонента связующих для полимерных композитов;

— модификатора для продуктов резинотехнической промышленности;

— стабилизатора химических пен;

— пластификатора бетонов, керамики и огнеупоров;

— сырье для производства активированного угля.

Специалисты международного института лигнина считают, что ежегодное мировое производство в мире технических лигнинов превышает 70 миллионов тонн. При этом используется на нужды промышленности не более 2 % в год от этого количества [4].

Зачастую переработка технических лигнинов сложна и экономически не целесообразна. Трудность промышленной переработки лигнина вызвана его сетчатой структурой, непостоянством химического состава, склонностью к термодеструкции, химической и биологической активностью. Вследствие названных причин большая часть этого потенциально ценного сырья на сегодняшний день сжигается, либо захоранивается.

Перспективным представляется использование лигнина при получении аэрогелей — материалов представляющий собой гель с жидкой фазой, замещенной на га-

зообразную. Аэрогели характеризуются чрезвычайно низкими плотностью (до $2 \text{ кг}/\text{м}^3$) и теплопроводностью, при этом сохраняя высокую твёрдость и термостабильность. Распространены аэрогели на основе диоксида кремния, глинозёмов, оксидов хрома и олова углерода [8].

Также существуют органические аэрогели на основе фенолформальдегидных смол, где в качестве мономера используется резорцин (рис. 2). Использование резорцина объясняется его более высокой реакционной способностью по сравнению с фенолом.

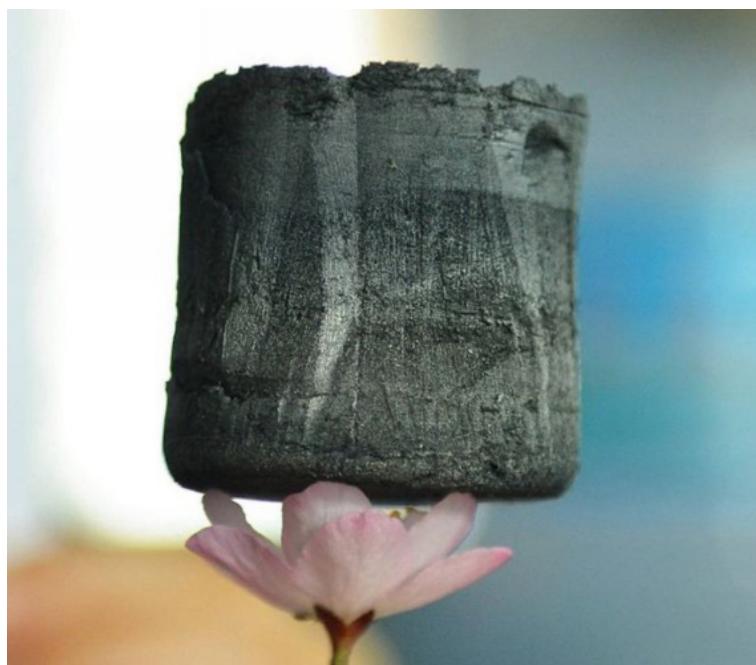


Рис. 2. Резорцинформальдегидный аэрогель

Резорцинформальдегидный аэрогель был впервые получен в 1992 году. Синтез проводился в водном растворе в присутствии Na_2CO_3 . Аэрогели обычно получают с использованием золь-гель процесса. Первым этапом является создание коллоидной суспензии твердых частиц, известной как «золь». На втором этапе суспензия начинает подвергаться реакциям конденсации, в результате которых образуются мостики между частицами растворенного вещества, и система постепенно превращается в гель. На следующем этапе из структуры геля выводится растворитель и его место занимает газ.

Получение аэрогелей подразумевает приготовление коллоидного раствора (золя), перевод его в гель, то есть в коллоидную систему, состоящую из жидкой дисперсионной среды, заключенной в пространственную сетку, образованную соединившимися частицами дисперской фазы. Полученный гель подвергается сушке (крио или сублимационной) и место растворителя в его структуре занимает газ (рис. 3). Плотность резорцинформальдегидных аэрогелей изменяется в интервале от 30 до $600 \text{ кг}/\text{м}^3$.

Дешевизна, нетоксичность и легкодоступность лигнина делают его перспективным материалом для производства органических аэрогелей. В производстве аэрогелей лигнин может быть использован в качестве замены резорцину. Недавние исследования показывают возможность замены до 50 % масс, резорцина на лигнин в составе резорцинформальдегидных аэрогелей. Плотность таких аэрогелей варьируется от 0,2 до $0,5 \text{ г}/\text{см}^3$. Уже созданы

лигнин-фенол-формальдегидные аэрогели (рис. 4) с содержанием лигнина до 80 мас. %. Также существуют лигнин-танин-формальдегидные аэрогели (плотность 0,19 до $0,38 \text{ г}/\text{см}^3$). Аэрогели с повышенным содержанием лигнина обладают более низкой теплопроводностью ($0,039 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot\text{К})$ при 80 мас. % лигнина).

В качестве сырья для аэрогелей в основном применяется сульфатный и гидролизный лигнин. Аэрогели способны выдерживать нагрузки в 2000 превышающие их вес и являются прекрасными изоляционными материалами.

Благодаря близости химического строения лигнина к фенолу, он находит широкое применение в области получения реактопластичных (термореактивных полимеров) и изделий на их основе. Термореактивные полимеры, или реактопласти — полимеры, превращающиеся при нагревании в твердые неплавкие и нерастворимые продукты, не способные к повторному формированию [8]. Такое превращение осуществляется за счет образования ковалентных связей между молекулами мономеров в результате реакции поликонденсации.

Лигнин в основном применяется в качестве модификатора для фенолформальдегидных, эпоксидных и полиуретановых смол [9]. Лигнин менее реакционно способен по сравнению с фенолом, что сказывается на времени отверждения модифицированных смол. Однако его применение экономически целесообразно. Сообщается об эффективном использовании смол, содержащих до 9 масовых частей лигнина по отношению к формальдегиду.

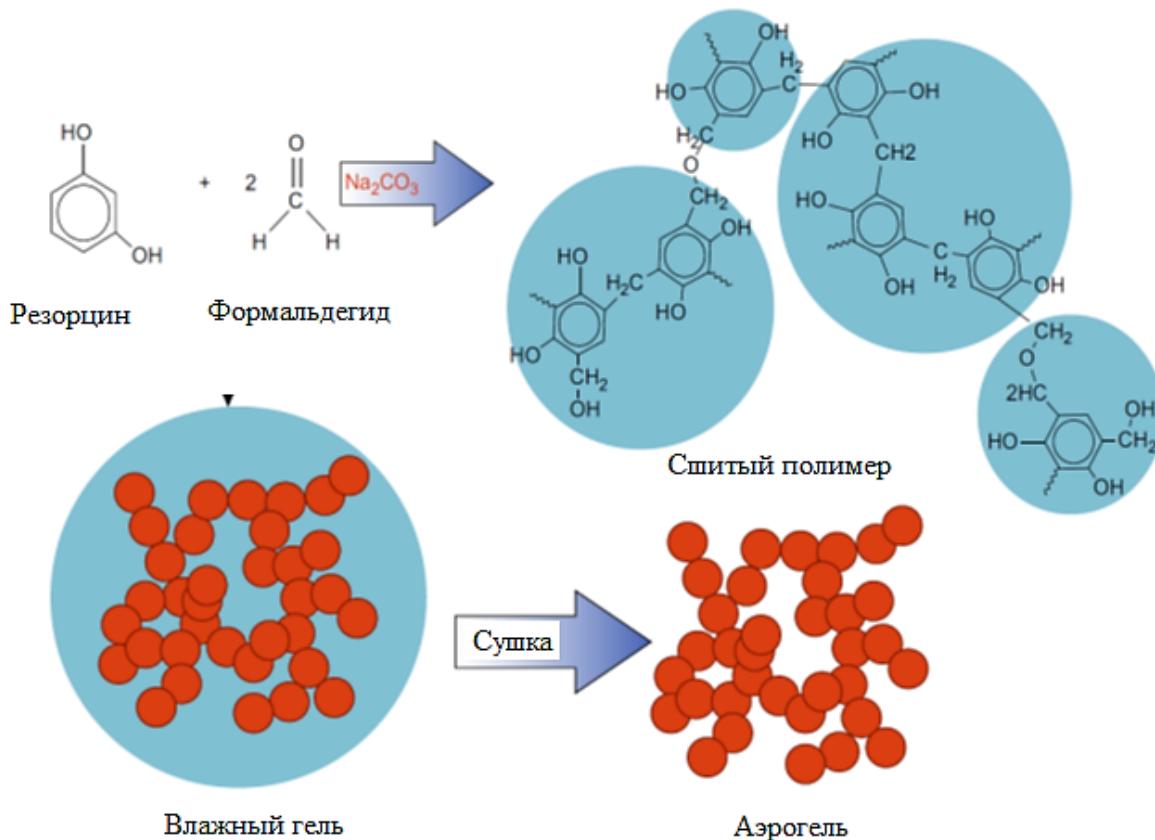


Рис. 3. Получение резорцинформальдегидного аэрогеля

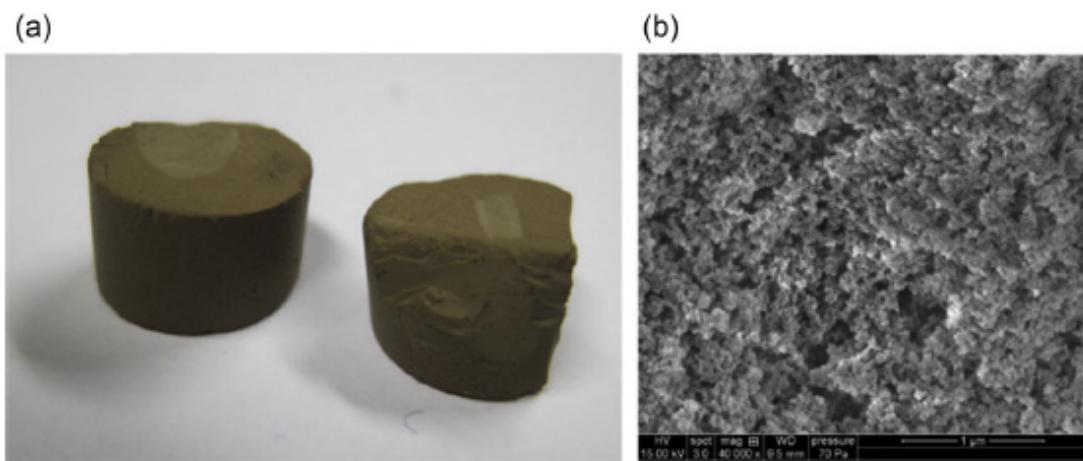


Рис. 4. Лиггин-формальдегидные аэрогели (а) и их микроструктура (б)

Для повышения реакционной способности лигнина, он может подвергаться предварительной механической и химической активации.

Одной из наиболее перспективных, сфер применения лигнина является его использование в качестве наполнителя для композиционных материалов с термопластичными полимерными матрицами. Термопластичные полимеры — материалы, способные обратимо переходить при нагревании в высокоэластичное состояние. В качестве наполнителей для таких полимеров применяется широкий

спектр материалов растительного происхождения, в том числе: древесная мука, опилки, стружка, солома и шелуха злаковых культур и другие [10].

В области полимерных композитов лиггин может применяться как наполнитель, так и агент, улучшающий совместимость матрицы и наполнителя. Известны рецептуры композиций, содержащих лиггин и такие термопластичные полимеры как полиэтилен, полипропилен, полистирол, АБС-пластик, поливиниловый спирт и полиэтилентерефталат. Ключевым пре-

имуществом лигнина как наполнителя является его низкая стоимость, а главными недостатками — недостаточная чистота и нестабильность химического состава. Стоит отметить, что названные недостатки не относятся к лигнину, полученному ограносольвентным методом. Традиционным способом получения композитов с термопластичными полимерными матрицами является экструзия.

Препятствием на пути использования лигнина в качестве наполнителя для термопластов является низкая адгезия к полиолефинам. Для решения этой проблемы применяются компатibiliзаторы: сополимеры этилена с винилацетатом и малеинизированные полиолефины. В их составе присутствуют полярные и неполярные участки. Это позволяет им взаимодействовать и с матрицей, и с наполнителем, повышая межфазную адгезию и улучшая механические свойства композита. Содержание компатibiliзатора в лигносодержащих композитах варьируется от 2 до 10 %.

Введение лигнина в состав композитов с термопластичной полимерной матрицей негативно сказывается на прочности и относительном удлинении при растя-

жении материала. Присутствие лигнина в составе композита на основе полиэтилена высокой плотности способствует ускорению деградации материала под действием ультрафиолета. При введении лигнина растет огнестойкость, термостабильность, прочность при сжатии, амтосферо- и биостойкость. В то же время уменьшается водопоглощение и разбухание материала.

Применение лигносодержащих соединений в качестве сырья для полимерных композиционных материалов может оказать значительную помощь в проблеме утилизации лигнина. Кроме того, композиты, содержащие лигнин, будут иметь определенные конкурентные преимущества по сравнению с аналогами на основе других видов растительного сырья. Например, более низкую стоимость и более высокую термостабильность.

На данный момент, несмотря на растущее число способов его утилизации, лигнин продолжает накапливаться на специализированных лигнохранилищах. Что приводит нас к мысли о том, что оптимального способа применения лигнина, образующегося в огромных количествах на целлюлозно-бумажных производствах по всему миру, пока не найдено.

Литература:

1. Никитин, В. М. Химия древесины и целлюлозы: учебное пособие / В. М. Никитин, А. В. Оболенская. — Лесная промышленность, 1978. — 368 с.
2. Сарканен, К. В. Лигнины: Структура, свойства и реакции / К. В. Сарканен, К. Х. Людвиг, Г. В. Хергерт; Под ред. К. В. Сарканена, К. Х. Людвига; пер. с англ. В. Оболенской. М.: Лесная промышленность, 1975. — 629 с.
3. About Lignin//The-International Lignin Institute. URL: <http://www.li-lignin.com/aboutlignin.php> (дата обращения 21.11.22).
4. Абушенко, А. В. Лигнин. Что такое лигнин, происхождение, получение, свойства и применения лигнина// Сетевая Академия Мебели. 2008. URL: http://c-a-m.narod.ru/material/lignin_definition.html (дата обращения — 21.11.16)
5. Faruk, O. Lignin in polymer composites/ O. Faruk, M. Sain. — Waltham: Elsevier, 2016. — 252 Р.
6. Симикова, А. А. Применение лигнина в производстве древесно-полимерных композитов / А. А. Симикова, И. Н. Челышева, Н. П. Плотников // Вестник КрасГАУ. — 2013. — № 1 (76). — с. 162–169.
7. Взаимодействие шлам-лигнина из карт-накопителей Байкальского целлюлозно-бумажного комбината с гашеной известью как способ его утилизации / О. Б. Рудаков, В. И. Щербаков, О. Б. Кукина [и др.] // Химия, физика и механика материалов. — 2019. — № 1 (20). — с. 92–118.
8. Патент № 2010714 C1 Российская Федерация, МПК B29C 43/58, B29C 43/56. система управления процессом формования изделий из реактопласта: № 5058247/05: заявл. 07.08.1992: опубл. 15.04.1994 / П. А. Ефимец, С. А. Любимов, А. А. Сидаченко; заявитель Коллективная фирма — «Комтекс». 8. Тубаева, Ю. В. Наноизоляционные материалы для использования в зданиях с нулевым потреблением энергии (nZEB) / Ю. В. Тубаева //. — 2018. — № 8(32). — с. 27–32.
9. Тычинкин, И. В. Синтез, свойства и применение модифицированных лигнином фенолформальдегидных смол (обзор) / И. В. Тычинкин, О. Ф. Шишлов, В. В. Глухих // Деревообрабатывающая промышленность. — 2022. — № 4. — с. 68–83.
10. Шкуро, А. Е. Наполнители агарного происхождения для древесно-полимерных композитов (обзор) / А. Е. Шкуро, В. В. Глухих, П. С. Кривоногов, О. В. Стоянов // Вестник Казанского технологического университета. — 2014. — Т. 17. — № 21. — с. 160–163.

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Выбор системы управления проектами для разработки программного обеспечения

Бычков Александр Константинович, студент;

Бянкина Дарья Евгеньевна, студент;

Вакорин Михаил Павлович, кандидат экономических наук, доцент

Новосибирский государственный технический университет

В данной статье будет рассмотрено понятие выбора системы управления проектами для разработки программного обеспечения

Ключевые слова: управление проектами, система, интерфейс, задача.

Одной из важнейших частей разработки проекта является система управления этим самым проектом. В связи с этим возникает вопрос — какую систему лучше использовать? В данной статье будут рассмотрены разные системы и их особенности.

Для начала обозначим цели и задачи, которые должны выполнять системы управления проектами. Цели: повышение эффективности сотрудников при выполнении проектов, улучшение качества управления проектами. Задачи стоят следующие:

- Предоставление руководителю проекта инструментария планирования проекта;
- Обеспечение сотрудников инструментарием для решения проблем;
- Наличие у руководителя инструмент контроля проекта и сотрудников;
- Наличие у руководителя инструмента, которое автоматизирует ежедневную и рутинную работу.

Помимо целей и задач, пользователи выдвигают требования для системы, которой они хотели бы пользоваться. Например: управление задачами, визуализация временной диаграммы, совместная работа команды, настраиваемые рабочие процессы, настраиваемое рабочее пространство, простое использование, приятный интерфейс.

В чем же заключается особенность систем управления проектами для разработки программного обеспечения? В таких проектах процесс контроля проекта лежит не на бизнес-руководителе, а руководителю ИТ-компании, следовательно, в системе должны быть идеально налажены коммуникации сторон. Поскольку ИТ-проекты имеют высокую сложность, из-за которой часто срываются сроки, система должна легко перестраиваться на новые даты и сроки, чтобы не приходилось исполнять все вручную.

Далее рассмотрим наиболее популярные в России системы для управления проектами.

Trello — это визуальный инструмент, который позволяет команде управлять проектами, рабочими процессами и заданиям любых типов. Системы позволяет добавлять файлы, списки задач или даже функции автоматизации, которые можно настраивать так, чтобы команде было удобно работать.

Благодаря доскам, задания упорядочиваются. Различные этапы выполнения задания поделены на колонки. Карточки представляют собой задания и содержат всю информацию, необходимую для выполнения работы. По мере выполнения задач можно перетаскивать карточки между колонками, чтобы изменить их статус. К каждому проекту можно добавить определенных участников, чтобы каждый видел свои задачи. Также Trello позволяет устанавливать сроки выполнения и даже напоминания. Хочется отметить, что эта система действительно проста в понимании и хорошо реализована визуально. Trello дает полную картину по проекту: что уже сделано, что в работе, что предстоит сделать [1]. Пример интерфейса продемонстрирован на рисунке 1.

Jira — интерактивное приложение, которое пользуется популярностью в работе с ИТ-проектами.

Приложение позволяет отображать проект различными способами: дорожные карты, kanban-доски, scrum-доски и раздел статистики и аналитики.

Структура Jira состоит из трёх элементов: проект, задачи и подзадачи. Проект — основной элемент платформы, в котором хранятся задачи и информация по работе над программой. Пользователи имеют возможность создать проект с нуля или использовать готовый шаблон. Для отслеживания ходы работы над проектом автомати-

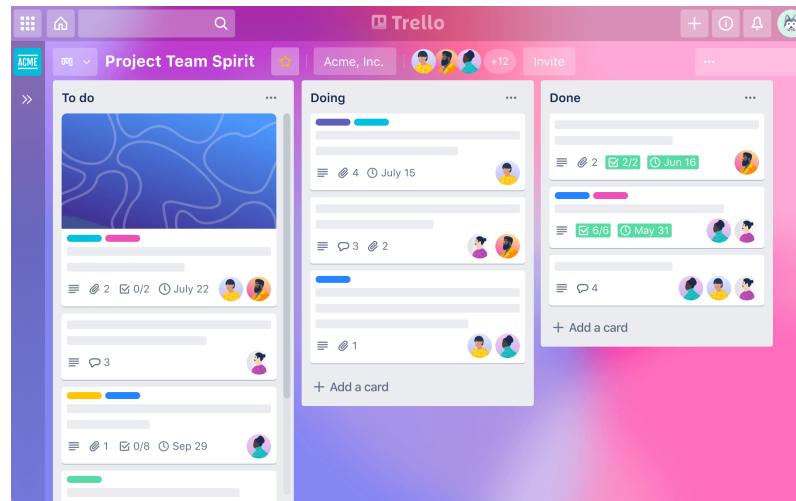


Рис. 1. Интерфейс Trello

чески создаётся дорожная карта, которая представляет собой иерархическую структуру, позволяющую планировать рабочий процесс, отслеживать процесс выполнения

задач и систематизировать работу нескольких команд над одним проектом [2]. Внешний вид программы показан на рисунке 2.

Рис. 2. Интерфейс Jira

Kaiten — российская платформа для управления проектами, которая сотрудничает с крупными российскими компаниями. Система позволяет адаптировать рабочее пространство под потребности команды. Платформа Kaiten позволяет создавать задачи, группировать их по проектам и отслеживать ход их выполнения.

Отдельный проект в Kaiten — это отдельная доска. Доски можно настроить под себя полностью. Каждая задача в Kaiten имеет свой номер, в них пользователи могут добавить описание, чек-листы, определить даты выполнения, исполнителя и выбрать теги. Для задач есть специальные ярлыки для добавления им дополнительного статуса. Помимо канбан-доски задачи можно просматривать в таблице или на диаграмме Ганта. [3]. Внешний вид отображен на рисунке 3.

MS Project — это система управления проектами и способ оптимизации управления портфелями. То есть,

это не просто планировщик и коммуникатор — это еще и аналитический инструмент.

Система имеет удобную интеграцию с другими продуктами компании Microsoft. Ориентирована на небольшое количество пользователей и проектов, подойдет там, где нужна составленная смета и пошаговые планы проектов.

Работа ведется со следующими опциями: «задача», «ресурс» и «календарь». Это соответствует построению «проектного треугольника» управления: время — стоимость — объем работ [4]. Пример интерфейса показан на рисунке 4.

Сравнение рассмотренных систем для управления проектами представлено в таблице 1.

Проведённый нами анализ инструментов показал, что все они могут быть подразделены на онлайн- и офлайн-продукты. Также почти у всех продуктов есть

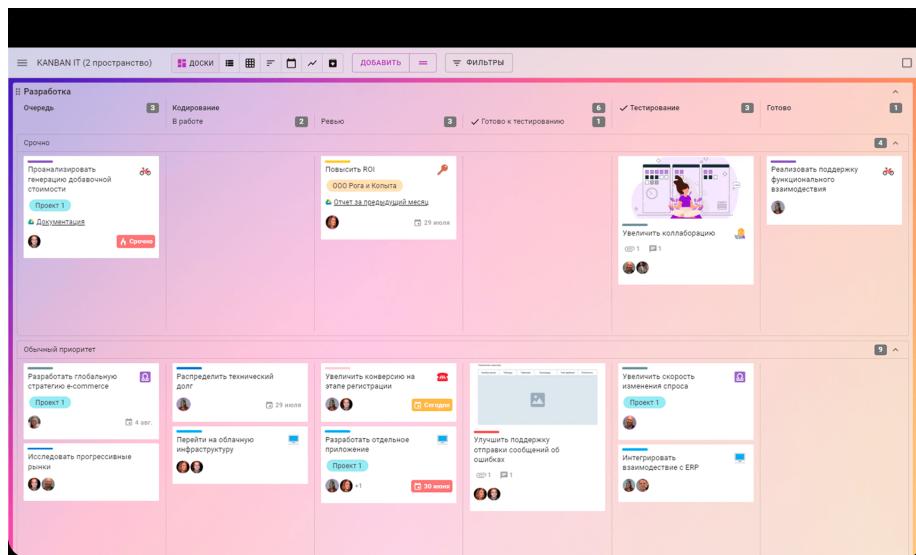


Рис. 3. Интерфейс Kaiten

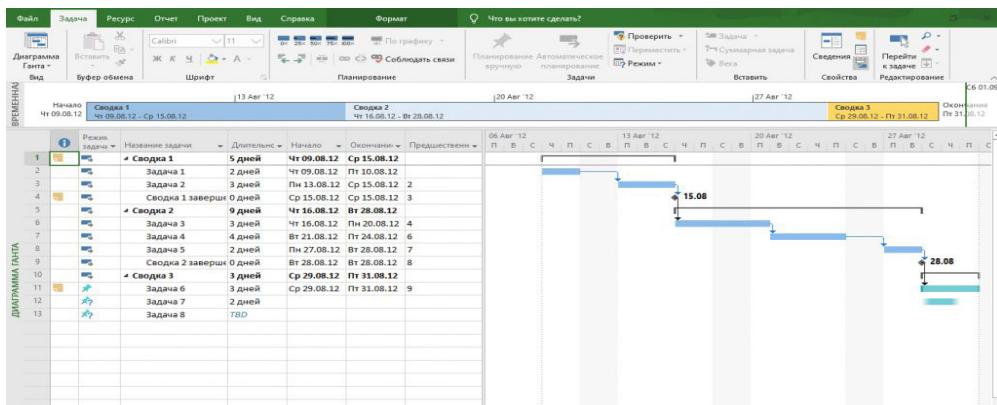


Рис. 4. Интерфейс MS Project

Таблица 1. Сравнительная таблица систем управления проектами

Название	Способ распространения	Доступность	Наличие шаблонов
Trello	Бесплатная урезанная версия и ежемесячные тарифы	Web, iOS App Android App	Нет
Jira	Бесплатная урезанная версия и ежемесячные/ежегодные тарифы	Web, Desktop App	Есть
Kaiten	Бесплатная урезанная версия и ежемесячные тарифы	Web, iOS App Android App	Есть
MS Project	Поддержка прекращена в России	Windows Desktop App	Есть

бесплатная версия, которая удобна для небольших проектов, в которых немного участников. Несмотря на популярность Microsoft, не удастся оценить в меру MS Project,

поскольку поддержка в России прекращена. В связи с этим преимущества имеют Jira и Kaiten, поскольку они имеют готовые шаблоны для работы, а также бесплатную версию.

Литература:

1. Atlassian Trello. — Текст: электронный // trello.com: [сайт]. — URL: <https://trello.com/home> (дата обращения: 14.02.2023).

2. Atlassian Jira Software.— Текст: электронный // atlassian.com: [сайт].— URL: <https://www.atlassian.com/ru/software/jira/features?tab=scrum> (дата обращения: 14.02.2023).
3. Kaiten.— Текст: электронный // kaiten.ru: [сайт].— URL: <https://kaiten.ru> (дата обращения: 15.02.2023).
4. Microsoft Project.— Текст: электронный // microsoft.com: [сайт].— URL: <https://www.microsoft.com/ru-ru/microsoft-365/project/project-management-software?market=ru> (дата обращения: 15.02.2023).

Системы защиты от несанкционированного доступа

Джангиров Мамедали Фарагатович, студент магистратуры
Тюменский индустриальный университет

Тенденция развития современных технологий характеризуется постоянным повышением значимости информации. Роль (а значит, и ценность) информационной составляющей в любом бизнесе со временем возрастает. Конфиденциальная информация, содержащая персональные данные, деловые данные и важные государственные данные - должна быть защищена от потери и утечки. Во многих из перечисленных случаев информация представляет большой интерес для преступников. Все преступления начинаются с утечки информации. Кроме того, все более широкое применение современных информационных технологий в различных областях позволяет распространяться различным злоупотреблениям, связанным с использованием компьютерных технологий.

Ключевые слова: информация, утечка, несанкционированный доступ, система защиты, конфиденциальная информация.

Главное средство в борьбе с несанкционированным доступом — это создание специальных систем информационной безопасности, в дальнейшем СИБ, которые улавливают или предотвращают проникновение в систему лиц, не имеющим к ней правомерный доступ.

Создание СИБ в информационных системах и информационных технологиях основывается на принципах: системного подхода и непрерывности развития. [12]

Системный подход к построению системы защиты подразумевает под собой наилучшее сочетание связанных друг с другом организационных, программных, аппаратных, физических и других свойств. Применяется на всех этапах обработки информации, а также подтверждается практикой создания как отечественных, так и зарубежных систем.

Теперь о принципе непрерывного развития системы. Этот принцип является одним из фундаментальных для компьютерных информационных систем, и не менее важным для систем информационной безопасности. Способы реализации угроз информации в ИТ непрерывно совершенствуются, а потому обеспечение безопасности ИС не может быть одноразовым актом. Это непрерывный процесс, заключающийся в обосновании и реализации наиболее рациональных методов, способов и путей совершенствования СИБ, непрерывном контроле, выявлении ее узких и слабых мест, потенциальных каналов утечки информации и новых способов несанкционированного доступа. [3]

СИБ должна обеспечивать надежность системы защиты. А точнее невозможность снижения уровня надежности при возникновении в системе сбоев, отказов,

в случаях предумышленных действий взломщика или не-предумышленных ошибок пользователей и обслуживающего персонала. [10]

Также обеспечение контроля за функционированием системы защиты является важной задачей. Создание средств и методов контроля работоспособности механизмов защиты.

Обеспечение всевозможных средств борьбы с вредоносными программами. Их выявление, устранение или сообщение об их присутствии.

Обеспечение экономической целесообразности использования системы. Соотношение стоимости реализации разработки, эксплуатации и поддержания системы информационной безопасности к возможному ущербу.

В наше время известно уже довольно много о том, как лучше и эффективнее защищать конфиденциальность. В результате можно обозначить основные признаки, которыми должна обладать современная СИБ:

- Наличие различных степеней конфиденциальности информации;
- Обеспечение криптографической защиты информации различной степени конфиденциальности при передаче данных;
- Обязательное управление потоком информации, как в локальных сетях, так и при передаче по каналам связи на далекие расстояния;
- Наличие механизма регистрации и учета попыток несанкционированного доступа, событий в ИС и документов, выводимых на печать;
- Обязательное обеспечение целостности программного обеспечения и информации в ИТ;

— Наличие средств восстановления системы защиты информации; • обязательным учетом магнитных носителей;

— Наличие физической охраны средств вычислительной техники и магнитных носителей;

Наличие специальной службы информационной безопасности системы. [1]

Средства защиты от несанкционированного доступа — это программные и/или аппаратные средства, которые предотвращают попытки несанкционированного доступа, например, несанкционированный физический доступ, доступ к файлам, хранящимся на компьютере, уничтожение конфиденциальных данных [2]. Средства защиты от несанкционированного доступа обычно выполняют следующие функции: Выполнение идентификации и усиленной аутентификации с помощью доверенных средств, как пользователей, так и устройств.

Разграничение доступа к файлам и каталогам в соответствии с матрицей доступа (дисcretionary метод) и регламентом конфиденциальности (авторизованный доступ). [11] Протоколирование и хранение информации о действиях пользователей, позволяющее осуществлять мониторинг и аудит информационной безопасности.

Создание закрытой программной среды, разрешающей выполнение только избранных программ, включенных в белый список. Контроль целостности файлов и каталогов (с возможностью предотвращения загрузки операционной системы в случае повреждения данных). Теневое копирование информации (при копировании конфиденциальных данных на носитель, при печати конфиденциальной информации на принтере). Контроль устройств (разрешение и запрет использования флеш-накопителей, DVD-приводов, Wi-Fi адаптеров и других устройств). Интеграция со средствами доверенной загрузки. Средства защиты от несанкционированного доступа могут быть программными, аппаратными и программно-аппаратными. Под аппаратными средствами подразумеваются модули доверенной загрузки, которые, помимо вышеперечисленных функций, имеют встроенные детекторы случайных чисел и сторожевые псы (позволяющие компьютеру сигнализировать о перезагрузке, если операционная система не вошла в фазу загрузки в течение определенного времени), а также доверенную загрузку (загрузка только с заранее определенных устройств, например жестких дисков, и контроль целостности сектора жесткого диска и других параметров).

Помимо необходимости использования средств предотвращения вскрытия для обеспечения информационной безопасности, многие организации внедряют их для обеспечения соответствия системы нормативным требованиям. Меры по защите персональных данных и государственных информационных систем включают, например, необходимость использования таких инструментов для реализации процедур идентификации и аутентификации, контроля доступа и регистрации событий. Одной из новых тенденций в разработке инструментов

для защиты от несанкционированного доступа является интеграция таких инструментов с другими модулями защиты, такими как программные брандмауэры, антивирусные средства и средства обнаружения вторжений на базе хоста. [9]

При разработке системы информационной безопасности организации необходимо учитывать ценность внутренних данных в глазах злоумышленников.

Для защиты от несанкционированного доступа важно сделать следующее:

— отсортировать и разбить информацию на классы, определить уровни допуска к данным для пользователей;

— оценить возможности передачи информации между пользователями (установить связь сотрудников друг с другом).

Эти меры создают определенную иерархию информации в компании. Это позволяет разграничить доступ сотрудников к информации в зависимости от их должности.

Проверка доступа к данным должна входить в функциональность средств информационной безопасности. Кроме того, программы, которые выбирает компания, должны включать следующие возможности:

— аутентификация и идентификация при входе в систему;

— контроль допуска к информации для пользователей разных уровней;

— обнаружение и регистрация попыток НСД;

— контроль работоспособности используемых систем защиты информации;

— обеспечение безопасности во время профилактических или ремонтных работ.

Грамотное использование систем защиты информации позволяет добиться благоприятных результатов:

— уменьшить риски утраты репутации и потери денежных средств;

— исключить потери научных разработок, интеллектуальной собственности, личных данных;

— снизить затраты на мероприятия по защите информации, исключению постороннего доступа к ценным сведениям.

Также служба ИБ должна настроить политики безопасности для всех подразделений и сотрудников, работающих с конфиденциальной информацией разного типа:

— финансовая документация;

— клиентские базы данных;

— научные и технологические разработки, другая интеллектуальная собственность;

— сведения, составляющие банковскую тайну;

— персональная информация сотрудников или иных лиц. [4]

Каждый сотрудник должен иметь возможность работать только с той информацией, которая необходима ему для выполнения своих задач. Это предотвращает неправомерное использование, совместное использование или копирование информации во враждебных целях.

Несанкционированный доступ к информации возможен в любой системе, от небольших организаций до крупных государственных учреждений. Тщательное внимание к защите данных и создание пунктов информационной безопасности может минимизировать потери и предотвратить попытки кражи или копирования данных. Особое внимание следует уделить работе с уполномоченными сотрудниками, имеющими доступ к критически важной информации. Защитные меры должны быть приняты заранее, поскольку уступка инициативы может привести к потере данных.

Средства защиты информации от несанкционированного доступа делятся на аппаратные, программные и программно-аппаратные.

К аппаратным средствам защиты относятся все виды электронных, лазерных, оптических и других устройств, встроенных в информационные и телекоммуникационные системы. В эту группу входят такие устройства, как сетевые фильтры, генераторы помех, радиоприемники и т. д.

Программная защита — это программное обеспечение, которое может быть использовано для обнаружения и пресечения утечек информации. Такое программное обеспечение может быть простым (базовым) или сложным. Примерами сложных решений являются системы DLP и SIEM.

Системы предотвращения утечек данных (DLP) — это обнаружение и устранение утечек данных, переформатирование данных и перенаправление потока информации. [8]

Security Information and Event Management (SIEM) — это программное средство защиты, используемое для управления событиями и информационной безопасностью. SIEM выполняют анализ сигналов тревоги, поступающих от приложений и сетевых устройств, в режиме реального времени. [9]

Защита аппаратного и программного обеспечения предполагает комплексное применение описанных выше средств обеспечения целостности данных. Такой подход создает безопасную среду для бизнеса.

Криптографическая защита информации от несанкционированного вторжения обеспечивает безопасную передачу данных по корпоративной и глобальной сети. Шифрование защищает саму информацию, а не доступ к ней, поэтому оно считается самым надежным методом обеспечения целостности данных. Для реализации криптографической защиты необходим комплекс аппаратного и программного обеспечения, соответствующий потребностям организации.

Современная реальность предъявляет высокие требования к предприятиям по обеспечению безопасности данных. Эффективная система защиты данных должна быть комплексной и использовать как физические, так и цифровые методы. Необходимо использовать технологии безопасности, компьютерные технологии, высокотехнологичное оборудование и современное программное обеспечение.

Чтобы обеспечить безопасность информационного пространства вашей компании, необходимо следовать важнейшим шагам по предотвращению несанкционированного доступа:

1. Внедрите двухфакторную аутентификацию. Один из лучших способов предотвратить несанкционированный доступ — это дополнить методы аутентификации.

2. Используйте политику надежных паролей. Применяйте передовые методы для паролей пользователей (без повторных вариантов для доступа к разным системам).

3. Практикуйте физическую безопасность. Обучайте пользователей правилам информационной безопасности. Разработайте четкую политику взаимодействия с активами компании.

4. Мониторьте активность пользователей. Следите за ее аномальными проявлениями с помощью изучения журналов и поведенческой аналитики (UAM-систем).

5. Обеспечьте защиту конечных точек. Корпоративный антивирус и решение EDR обеспечат видимость и защитные меры на самих конечных точках при атаках на устройства. [5]

Постоянное совершенствование технологий в области кибератак позволяет получить доступ как к компьютеру жертвы, так и к данным, содержащим государственную тайну, через несовершенные средства доверенной загрузки. Чтобы избежать подобных случаев, необходимо как минимум постоянно искать недостатки — уязвимости в средствах — и таким образом блокировать несанкционированный доступ к компьютеру.

Крупные коммерческие предприятия сегодня атакуют собственные продукты, нанимая специалистов по информационной безопасности для проверки средств доверенной загрузки на наличие уязвимостей. Работа с конфиденциальной и секретной информацией сегодня является неотъемлемой частью любой успешной организации. Технологии дошли до того, что вредоносные закладки могут быть внедрены во флэш-память BIOS и компьютерное оборудование. Для того чтобы предотвратить кибератаку и не допустить утечки необходимой информации, требуется достаточно надежное и безопасное аппаратное и программное обеспечение. Наиболее распространенными отечественными АПМДЗ, сертифицированными органами ФСТЭК и ФСБ, в настоящее время являются АПМДЗ «Витязь», «Соболь», «Максим», СЭД «Щит», АПМДЗ «Аккорд», Krypton Lock. Проведем небольшой сравнительный анализ некоторых российских АПМДЗ и зарубежных АПМДЗ компании Intel «Trusted Execution Technology».

Все рассмотренные отечественные АПМДЗ имеют сертификацию ФСБ, что уже говорит о надежности этих средств. Средняя цена составляет около 15 000 рублей, что, конечно, не является большой суммой для успешных крупных предприятий. Модуль доверенной загрузки — это набор аппаратных и программных средств (карта, средства идентификации и аутентификации оборудования, программное обеспечение для поддержива-

емых операционных систем), устанавливаемых на рабочую станцию компьютерной системы (персональный компьютер, сервер, ноутбук, специализированный компьютер и т. д.). [7]

Для «традиционной» установки MDZ требуется свободный слот на материнской плате (в современных компьютерах — PCI, PCI-X, PCI Express, mini-PCI, mini-PCI Express) и небольшое количество места на жестком диске компьютера. А для интегрируемых на уровне BIOS — любое компьютерное оборудование (карты расширения, контроллеры и т. д.). Из протестированных модулей этой технологией могут похвастаться только «Витязь» и «Криптон Лок». Все протестированные АПМДЗ обеспечивают уверенную загрузку операционных систем практически всех семейств Windows, MS DOC, Unix и Linux, за исключением «Щит-ЭЦП», здесь производитель ограничил Windows XP процессором не ниже i486 при условии, что контролируемые объекты хранятся в файловой системе NTFS, а ISVS 3.0 работает в файловой системе EXT2. Хотя на сегодняшний день на отечественном рынке ведущие позиции занимают «Соболь», «Аккорд-АМДЗ», «Криптон-Лок» и «Витязь», нельзя с уверенностью сказать, какой из них лучше, так как каждый имеет свои преимущества и недостатки в той или иной области. [6]

Защита входа в систему предотвращает получение доступа к компьютеру посторонними лицами. Механизм защиты входа включает в себя следующие функции:

- средства для идентификации и аутентификации пользователей;
- средства блокировки компьютера;
- аппаратные средства защиты от загрузки ОС со съемных носителей (интеграция с ПАК «Соболь»).

Идентификация и аутентификация пользователей

Идентификация и аутентификация выполняются при каждом входе в систему. В системе Secret Net Studio идентификация пользователей осуществляется по одному из 3-х вариантов: по имени (логин и пароль), по имени или токену, только по токену.

В Secret Net Studio поддерживается работа со следующими аппаратными средствами:

- средства идентификации и аутентификации на базе идентификаторов eToken, iKey, RutoKen, JaCarta и ESMART;
- устройство Secret Net Card;

Литература:

1. Бабаш, А. В. Информационная безопасность. Лабораторный практикум: Учебное пособие / А. В. Бабаш, Е. К. Баранова, Ю. Н. Мельников. — М.: КноРус, 2016. — 136 с.
2. Гафнер, В. В. Информационная безопасность: Учебное пособие / В. В. Гафнер. — Рн/Д: Феникс, 2017. — 324 с.
3. Громов, Ю. Ю. Информационная безопасность и защита информации: Учебное пособие / Ю. Ю. Громов, В. О. Драчев, О. Г. Иванова. — Ст. Оскол: ТНТ, 2017. — 384 с.
4. Ефимова, Л. Л. Информационная безопасность детей. Российский и зарубежный опыт: Монография / Л. Л. Ефимова, С. А. Кочерга. — М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2016. — 239 с.
5. Ефимова, Л. Л. Информационная безопасность детей. Российский и зарубежный опыт. Монография. Гриф УМЦ «Профессиональный учебник». Гриф НИИ образования и науки. / Л. Л. Ефимова, С. А. Кочерга. — М.: ЮНИТИ, 2016. — 239 с.

— программно-аппаратный комплекс (ПАК) «Соболь».

Блокировка компьютера

Средства блокировки компьютера предназначены для предотвращения его несанкционированного использования. В этом режиме блокируются устройства ввода (клавиатура и мышь) и экран монитора. Предусмотрены следующие варианты:

- блокировка при неудачных попытках входа в систему;
- временная блокировка компьютера;
- блокировка компьютера при срабатывании защитных подсистем (например, при нарушении функциональной целостности системы Secret Net Studio);
- блокировка компьютера администратором оперативного управления.

Проверка функции заключается в том, чтобы убедиться, что все основные подсистемы безопасности загружены и работают, когда пользователь входит в операционную систему.

Если проверка функций завершается успешно, это записывается в журнал Secret Net Studio. В случае неудачного завершения событие регистрируется, и вход в систему разрешается только пользователям, входящим в группу локальных администраторов компьютера. [6]

Контроль целостности

Механизм контроля целостности гарантирует, что целостность контролируемых объектов остается неизменной. Контроль выполняется автоматически в соответствии с заданным расписанием. Проверяемыми объектами могут быть файлы, каталоги, записи системного реестра и сектора жесткого диска (последнее — только при использовании Sobol). [4]

В то же время существуют различные комплексные решения, позволяющие автоматизировать защиту от несанкционированного доступа.

Несмотря на широкий спектр функций средств защиты от несанкционированного доступа, не следует забывать о производительности рабочих станций. Это связано с тем, что при установке программы в режим максимальной безопасности такие средства так или иначе нагружают систему. Поэтому при настройке необходимо адекватно оценить требуемый уровень безопасности и его эффективность.

6. Запечников, С. В. Информационная безопасность открытых систем. В 2-х т. Т.1 — Угрозы, уязвимости, атаки и подходы к защите / С. В. Запечников, Н.Г Милославская. — М.: ГЛТ, 2017. — 536 с.
7. Запечников, С. В. Информационная безопасность открытых систем. В 2-х т. Т.2 — Средства защиты в сетях / С. В. Запечников, Н. Г. Милославская, А. И. Толстой, Д. В. Ушаков. — М.: ГЛТ, 2018. — 558 с.
8. Малюк, А. А. Информационная безопасность: концептуальные и методологические основы защиты информации / А. А. Малюк. — М.: ГЛТ, 2016. — 280 с.
9. Партика, Т. Л. Информационная безопасность: Учебное пособие / Т. Л. Партика, И. И. Попов. — М.: Форум, 2016. — 432 с.
10. Петров, С. В. Информационная безопасность: Учебное пособие / С. В. Петров, И. П. Слинькова, В. В. Гафнер. — М.: АРТА, 2016. — 296 с.
11. Семененко, В. А. Информационная безопасность: Учебное пособие / В. А. Семененко. — М.: МГИУ, 2017. — 277 с.
12. Чипига, А. Ф. Информационная безопасность автоматизированных систем / А. Ф. Чипига. — М.: Гелиос АРВ, 2017. — 336 с.

Особенности разработки мобильной игры на Google Play и AppStore

Ефремова Анастасия Ивановна, соискатель
Смоленский государственный университет

В статье представлено семь принципов, которые отличают разработку мобильных игр для Google Play и AppStore от компьютерных.

Ключевые слова: мобильная игра, разработка, игровой процесс, портативные устройства.

Введение

Мобильные игры становятся все более популярными, миллионы пользователей ежедневно загружают и играют в них на своих смартфонах и планшетах. Рынок мобильных игр быстро растет, разработчики постоянно внедряют инновации, чтобы создать увлекательные и захватывающие игры, способные привлечь внимание новых пользователей. Двумя самыми популярными площадками для мобильных игр являются: Google Play для продуктов, разработанных под ПО Android, и AppStore для iOS-продуктов. В 2021 году на этих двух площадках было опубликовано 187 тыс. и 55 тыс. новых игр соответственно [1].

В этой статье мы рассмотрим некоторые ключевые принципы, при которых следует ориентироваться при разработке мобильных игр для обеих площадок.

Общие принципы разработки мобильных игр

Как и разработка компьютерных игр, мобильный продукт начинает свое существование с концепции, дизайн-документации. Согласно мнению нескольких авторов [2, 3, 4], в создание дизайн-документации следует в первую очередь включить разработку сюжета, характеров персонажей, жанр истории и игрового процесса. И уже потом, отталкиваясь от этих данных, переходить к дизайну игровых механик, основных препятствий и балансу игры, а также определению художественного стиля.

Все это относится и к компьютерной игре. Но какие принципы разработки отличают мобильные игры от консольных или РС? Для начала следует определить, что такое мобильные приложения — это программное обеспе-

чение, предназначенное для использования на мобильных устройствах (например, смартфонах, планшетах, «умных часах» и т. п.). «Основная цель мобильных приложений — расширить возможности мобильного устройства, дать возможность пользователям воспользоваться всеми его преимуществами» [5]. На основании собственного опыта и решений, используемых международными компаниями, ниже выделяю 7 общих принципов, с помощью которых создаются игры для мобильных устройств.

1. Интуитивно понятный пользовательский интерфейс

Одна из главных особенностей мобильных устройств — это портативность и быстрая эксплуатация. Поэтому хорошая мобильная игра должна иметь интуитивно понятный пользовательский интерфейс, который легко использовать и ориентироваться. Интерфейс должен быть разработан таким образом, чтобы игрокам было легко понять игровую механику и управление. Использование визуальных средств, таких как значки и кнопки, может помочь игрокам быстро понять, как играть в игру.

2. Увлекательный игровой процесс

Увлекательный геймплей — залог успеха мобильной игры. Причем, игра должна быть разработана таким образом, чтобы заинтересовать игроков с первых секунд запуска продукта. Этого можно достичь с помощью простых уровней на старте и сложных уровней в последствие, наград и достижений, а также интересных персонажей и сюжетных линий. Игра также должна быть сложной, но не разочаровывающей, обеспечивая баланс между сложностью и увлекательностью.

3. Короткие сюжетные фрагменты

В мобильные игры часто играют более короткими сессиями, чем в игры для ПК. Это означает, что повествование должно быть построено таким образом, чтобы игроки могли воспринимать его короткими сериями. Этого можно достичь, разбив сюжет на более мелкие, легко усваиваемые фрагменты, которые можно легко проглотить в течение одной игровой сессии. Кроме того, мобильные устройства, как правило, имеют меньшие экраны, чем мониторы ПК. Это означает не только, что текст и визуальные эффекты, используемые для передачи повествования, должны быть оптимизированы для меньшего размера экрана, но и то, что они должны быть максимально короткими и легко читаемыми.

4. Яркая качественная графика

Качественная графика — неотъемлемая черта мобильных игр. Игра должна быть разработана таким образом, чтобы она хорошо смотрелась на различных устройствах, от маленьких экранов до больших планшетов. Из-за отсутствия больших экранов, необходимо использовать яркую 3D-графику, анимацию и спецэффекты. Это поможет повысить визуальную привлекательность игры и сделать ее более увлекательной для игроков.

5. Приятные звуковые эффекты и музыка

Звуковые эффекты и музыка могут значительно улучшить общее впечатление от мобильной игры, даже несмотря на то, что около 60 % пользователей играют с низкой или нулевой громкостью. Игра должна быть оформлена высококачественными звуковыми эффектами и фоновой музыкой, которые дополняют игровой процесс и усиливают погружение игрока в игру. Кроме того, если в игре есть текст, то приоритетнее использовать закадровый голос и звуковые эффекты для персонажей и действий. Это может помочь оживить игру, сделать ее более увлекательной для игроков и главное — облегчить чтение текстов на маленьких экранах.

6. Многопользовательские функции

Многопользовательские функции становятся все более популярными и являются, пожалуй, уже главной

особенностью в мобильных играх. Возможность играть с друзьями, и другими игроками со всего мира, может значительно усилить социальный аспект игры и сделать ее более увлекательной для игроков. Многопользовательские функции могут включать в себя сражения между игроками, совместную игру и таблицы лидеров, которые позволяют игрокам соревноваться друг с другом.

7. Покупки в приложениях

Покупки в приложении — распространенная особенность мобильных игр. Именно на фоне развития приложений на портативных устройствах начали развиваться free-2-play игры, где сам продукт является полностью бесплатный, однако для ускорения прохождения или получения достижений существуют внутренние покупки. Они могут включать в себя виртуальные товары, бонусы и другие предметы, которые можно приобрести за реальные деньги. Покупки в приложении могут использоваться для монетизации игры и получения дохода для разработчика. Однако важно соблюдать баланс между покупками в приложении и общим впечатлением от игры, чтобы игроки не чувствовали, что их заставляют тратить деньги, чтобы получить удовольствие от игры.

Заключение

Несмотря на то, что разработка мобильных игр и игр для ПК начинается с общего этапа — написания концепции и дизайн-документации, существуют определенные особенности дальнейшего производства.

Разработка мобильных игр — это быстро развивающаяся отрасль, требующая целого ряда характеристик для создания успешных игр. Интуитивно понятный пользовательский интерфейс, увлекательный игровой процесс, короткие сюжетные фрагменты, высококачественная графика и звук, многопользовательские функции и покупки в приложениях — все это важные особенности разработки мобильных игр. Сосредоточив внимание на этих принципах, разработчики могут создавать захватывающие и увлекательные мобильные игры, способные привлечь внимание игроков и заставить их возвращаться снова и снова.

Литература:

1. Больше игр в 2021? Google Play: +9 %, App Store: — 13 %. — Текст: электронный // Apptrector: [сайт]. — URL: <https://apptrector.ru/measure/app-store-analytics/bolshe-igr-v-2021-google-play-9-app-store-13.html#:~:text=%D0%92%202021%20%D0%B3%D0%BE%D0%B4%D1%83%20%D0%B2%20App,55%20%D1%82%D1%8B%D1%81%D1%8F%D1%87%20%E2%80%94%20%D0%BD%D0%B0%20App%20Store.> (дата обращения: 17.02.2023).
2. Сибилева, Е. В., Яндреев А. Л. Особенности разработки мобильной игры под ОС Android //Актуальные вопросы современной экономики. — 2020. — №. 2. — с. 297–302.
3. Павлов, Н. Э. Разработка и публикация в Google Play игры-симулятора / Н. Э. Павлов, Н. В. Первова // Информатика и вычислительная техника: Сборник научных трудов. Посвящается 50-летию Чувашского государственного университета имени И. Н. Ульянова. — Чебоксары: Чувашский государственный университет им. И. Н. Ульянова, 2017. — с. 132–137. — EDN ZNHPR.
4. Чистовская, О. В. Влияние классификации видеоигры на ее нарратив / О. В. Чистовская // Молодой ученый. — 2021. — № 17(359). — с. 11–14. — EDN DYRWHS.

5. Хисаметдинова, С. Ф. Особенности разработки мобильных приложений / С. Ф. Хисаметдинова // Научно-технический прогресс как механизм развития современного общества: сборник статей Всероссийской научно-практической конференции, Саратов, 13 января 2022 года. — Уфа: Общество с ограниченной ответственностью «Аэтерна», 2022. — с. 73–75. — EDN FHGKOC.

Проблемы разработки видеоигр в международных компаниях

Соколов Тимофей Александрович, специалист
Игровая компания Liquid Lake Studio (г. Иркутск)

В статье автор приводит результаты исследования общих проблем разработки видеоигр, с которыми сталкивались крупные и малые международные игровые компании за последние несколько лет.

Ключевые слова: проблемы разработки игр, жизненный цикл разработки видеоигр, игровая индустрия, видеоигры.

Введение

Разработка видеоигр является сложным и многосторонним процессом, который включает в себя множество этапов, от выбора жанра до тестирования и выпуска игры. Для контроля производства такого производства международные компании используют широко принятую методологию Жизненного цикла разработки игр (Game Development Life Cycle или GDLC) [1]. Данный подход обеспечивает структурированную основу для планирования и выполнения процесса производства. Популярность GDLC объясняется ее способностью предоставлять дорожную карту (roadmap) для планирования и выполнения проекта, что помогает обеспечить принятие необходимых мер для вывода игры на рынок.

Однако важно признать ограничения GDLC, поскольку эта система не лишена недостатков. В процессе производства разработчики могут столкнуться с различными проблемами, связанными с техническими аспектами, управлением проектом, пониманием аудитории и другими факторами. Для изучения этих проблем был проведен анализ деятельности 12 международных компаний и их публичных ежегодных финансовых отчетов. В данном тексте приводятся результаты данного исследования, в ходе которого было выявлено 11 наиболее распространенных проблем жизненного цикла разработки видеоигр (GDLC).

Проблемы разработки видеоигр в современных компаниях

Перед исследованием был сформирован список из 12 международных игровых компаний, который включал некоторых известных и успешных разработчиков в мире, таких как Electronic Arts, Activision Blizzard, Ubisoft и Take-Two Interactive. В течение 2 месяцев проводился общий анализ деятельности этих компаний на основе их публичной активности в социальных сетях и крупных медиа-ресурсах, а также ежегодных финансовых отчетах с 2017 по 2020 год. Общими проблемами считались те, с которыми сталкивалось хотя бы 3 компании из 12 за рассматриваемый период времени.

Результаты исследования показали, что в процессе производства разработчики сталкиваются с такими проблемами, как:

— Недостаточный контроль над сроками и бюджетом проекта. Одной из основных проблем, с которыми сталкиваются разработчики видеоигр, является неспособность соблюдать сроки и управлять бюджетом. Как отмечают в статье на сайте Gamasutra (новое название Game Developer), это может происходить из-за нехватки опыта, недостаточного планирования или неудачных управленческих решений [2].

— Проблемы в коммуникации и управлении командой. Разработка игр часто включает в себя множество людей с разными специализациями, и эффективная коммуникация и управление командой могут стать проблемой. Как отмечает автор работы «Проблемы организации работы и коммуникации в сфере разработки видеоигр», конфликтность создается на основе творческих разногласий. В рабочем процессе происходит неизбежное противопоставление людей с техническим и гуманитарным складами ума [3]. К тому же, к конфликтам и проблемам в производительности можно добавить отсутствие ясных коммуникационных линий и управленческих планов.

— Проблемы с качеством и тестированием. Другой распространенной проблемой при разработке видеоигр является недостаточное тестирование, отсутствие контроля качества. Это может быть связано с недостатком должного внимания к тестированию или слишком тесными сроками на завершение проекта.

— Изменения в технологиях и требованиях пользователей. Как отмечает статья на сайте GameAnalytics, эта проблема является одной из главных, с которыми сталкиваются современные разработчики видеоигр [4]. Изменение в технологиях и требованиях пользователей может привести к необходимости переписывать код, добавлять новые функции, изменять игровой процесс.

— Неправильная монетизация. Монетизация может быть одной из самых сложных проблем при разработке игр. Компании могут принять неправильные решения, свя-

занные с выбором модели монетизации, определением стоимости игры и механизмов монетизации, которые в свою очередь могут повлиять на общий концепт и дизайн игры [5].

— Проблемы с защитой интеллектуальной собственности. Опасная и сложная проблема, с которой разработчики видеоигр могут столкнуться, связана с защитой собственных разработок от хакеров или компаний-клонов. Это может включать в себя кражу кода, пластиат, нарушение авторских прав и другие проблемы.

— Недостаточное понимание рынка и аудитории. Разработчики видеоигр могут столкнуться с неполным или неправильным взглядом на современный рынок. Это может привести к неправильному выбору жанра, сюжета, механики игры, плохой маркетинговой кампании и другим проблемам, которые так же, как и модель монетизации, напрямую влияют на общий концепт игры [5]. Недостаточное понимание рынка приводит еще к такой серьезной проблеме, как неправильное осмысление потребностей целевой аудитории.

— Непонимание успешности игры на этапе общего концепта и дизайна. Иногда даже самые тщательно проработанные идеи крупных компаний терпели неудачу из-за технических проблем, непредвиденных факторов или изменения в требованиях рынка. Для этого приверженцы такого понятия, как Game Studies (изучение видеоигр), изучают не только принципы игровых процессов, но и нарративного аспекта [6]. Однако, с точки зрения бизнеса, необходимо продумывать не только концепт и общий дизайн, но и проводить маркетинговые исследования и тестирования игры на всех этапах разработки, чтобы минимизировать риски и увеличить шансы на успех.

— Проблемы с различными платформами и устройствами. Одной из наиболее современных проблем разработчиков стала поддержка продукта для большого разнообразия устройств и платформ. Из-за этого компании

могут столкнуться, например, с неправильным отображением графики или оптимизацией игры. Как отмечает автор статьи «Основные этапы разработки видеоигр», эта проблема также ведет к необходимости поиска уникального игрового движка, поддерживающего все виды платформ и устройств [7].

— Текущесть кадров. Проблемы с сотрудниками могут привести к задержкам в разработке, ухудшению качества игры и т. д. Это может включать в себя не только текущесть кадров, но и недостаточное обучение и мотивация персонала, конфликты и другие проблемы.

— Проблемы с использованием сторонних ресурсов и инструментов. Из-за отсутствия времени, достаточного бюджета или специалистов, разработчики могут столкнуться с необходимостью поиска дополнительных программ, систем, готовых цифровых ресурсов. Также, это включает в себя недостаточную поддержку и обновление инструментов, проблемы с совместимостью.

Заключение

Разработка видеоигр — это сложный и трудоемкий процесс, который требует совместной работы различных специалистов и управления проектом на всех этапах. Как показало исследование, ни одна крупная или малая игровая компания не обошлась без сложностей в процессе производства. В данной статье было выявлено 11 общих проблем, с которыми минимум 3 из 12 международных компаний сталкивались хотя бы раз за последние несколько лет.

Несмотря на сложности, которые могут возникнуть в жизненном цикле разработки, многие компании продолжают успешно выпускать игры, получающие популярность и признание пользователей. Поэтому важно учитывать возможные проблемы, работать над их предотвращением и решением, чтобы производство было эффективным.

Литература:

- Соколов, Т. А. Базовая концепция жизненного цикла разработки компьютерных игр (GDLC) / Т. А. Соколов. — Текст: непосредственный // Молодой учёный. — 2023. — № 6 (453). — с. 11–14. — URL: <https://moluch.ru/archive/453/99965/> (дата обращения: 22.02.2023).
- The top 10 game development issues of 2016. — Текст: электронный // Gamasutra: [сайт]. — URL: https://www.gamasutra.com/view/news/287546/The_top_10_game_development_issues_of_2016.php (дата обращения: 01.03.2022).
- Тимофеев, М. Д. Проблемы организации работы и коммуникации в сфере разработки видеоигр //Аналитические технологии в социальной сфере: теория и практика. — 2020. — с. 76.
- 5 Common Game Development Challenges & Solutions. — Текст: электронный // GameAnalytics: [сайт]. — URL: <https://gameanalytics.com/blog/common-game-development-challenges-solutions.html> (дата обращения: 17.04.2022).
- Чистовская, О. В. Влияние классификации видеоигры на ее нарратив / О. В. Чистовская // Молодой учёный. — 2021. — № 17(359). — с. 11–14. — EDN DYRWHS.
- Данилюк, М. Д., Шпаковский Ю. Ф. Разработка видеоигр: проблемы современных исследований //Труды БГТУ. Серия 4: Принт-и медиатехнологии. — 2017. — №. 4 (195). — с. 118–122.
- Ветеранова, Д. С. Основные этапы разработки видеоигр //Информационно-компьютерные технологии в экономике, образовании и социальной сфере. — 2019. — №. 2. — с. 51–56.

Методы разработки видеоигр: выбор подходящей методологии для успешного проекта

Соколов Тимофей Александрович, специалист
Игровая компания Liquid Lake Studio (г. Иркутск)

В данной статье приводятся три популярных метода разработки продукта: DevOps, Канбан и SCRUM, которыми пользуются международные игровые компании.

Ключевые слова: методы управления, DevOps, Канбан, SCRUM, разработка видеоигр, жизненный цикл разработки видеоигр.

Введение

Жизненный цикл разработки видеоигр (Game Development Life Cycle, GDLC) представляет собой серию этапов, которые необходимо пройти для создания игры с высоким уровнем качества и производительности [1]. В процессе GDLC разработчики используют различные методологии, которые помогают им управлять проектом и достигать поставленных целей.

Под словом видеоигра подразумевается программное обеспечение, работающее на специальном оборудовании [2]. В связи с этим в производстве могут быть применены традиционные методы разработки программного обеспечения. Одними из наиболее популярных являются: DevOps, Канбан, SCRUM, Lean SD, OpenUP и RUP. В данном тексте мы рассмотрим первые три методологии автоматизации технических процессов в разрезе разработки видеоигр, а также в контексте GDLC.

Метод DevOps

DevOps — это подход к разработке ПО, который объединяет различные этапы жизненного цикла, такие как разработка, тестирование, развертывание и мониторинг. Этот метод направлен на ускорение и улучшение качества процесса разработки, на повышение эффективности команды разработчиков. DevOps — это практика совместного участия всех разработчиков с многопрофильным набором навыков на протяжение всего жизненного цикла продукта [3].

В разработке видеоигр DevOps используется для автоматизации процессов производства и тестирования, и для обеспечения непрерывной поставки игрового контента.

Способы использования DevOps:

— Непрерывная поставка игрового контента в режиме реального времени. Это позволяет повысить количество и качество игрового контента, увеличить удовлетворенность пользователей.

— Автоматическое тестирование. Метод позволяет быстрее обнаруживать ошибки и уменьшать время, затраченное на ручное тестирование.

— Мониторинг игрового процесса и быстрое реагирование на ошибки и проблемы.

— Использование облачных вычислений для хранения и обработки больших объемов данных, которые производятся в процессе игры.

— Контроль версий через системы, такие как Git, для управления исходным кодом и изменениями в проекте.

В целом, метод DevOps позволяет разработчикам видеоигр быстрее и эффективнее управлять производством, что повышает качество и уровень удовлетворенности пользователей.

Метод Канбан

Канбан — это метод управления процессом разработки ПО, основанный на визуализации и оптимизации потока работы. Метод базируется на пяти принципах: концентрация на качестве, снижение количества незавершенных задач, частые релизы, баланс требований и пропускной способности, борьба с источниками вариативности для улучшения предсказуемости [4]. Как правило, разработка видеоигры начинается с дизайна и концепции [5], однако на этом этапе метод Канбан не применяется.

В разработке видеоигр метод Канбан может использоваться следующими способами:

— Визуализация производства. Создание визуальной доски, на которой отображаются все задачи, которые должны быть выполнены. Это позволяет команде видеть процесс разработки и контролировать его.

— Оптимизация потока работы. Метод Канбан позволяет увидеть, где возникают задержки и узкие места в производстве для ускорения процесса.

— Управление задачами. Каждая задача может быть представлена в виде карточки на доске Канбан, что помогает контролировать ход выполнения задачи и общий процесс разработки.

— Управление ресурсами. Метод Канбан позволяет оптимизировать затраты ресурсов, таких как время, бюджет, персонал и инструменты разработки.

— Непрерывная поставка игрового контента. Быстрое реагирование на изменения в процессе позволяют доставлять игровой контент вовремя.

— Улучшение качества продукта. Метод Канбан может быть использован для обнаружения и устранения проблем в производстве.

В целом, рассматриваемый метод позволяет команде видеть весь процесс разработки, контролировать выполнение задач и оптимизировать использование ресурсов.

Метод SCRUM

SCRUM — это гибкий метод управления проектами, основанный на итеративной и инкрементальной разработке. С помощью данного метода разработчики принимают решения продуктивно и качественно. Главными ценностями SCRUM являются: обязательство, смелость, фокус, открытость, уважение. Разработка по этому методу состоит из спринтов (sprint), в конце каждого из которых выпускается новая версия продукта [7].

Способы метода SCRUM в разработке видеоигр:

- Определение требований к игре и ее приоритетов.
- Планирование спринтов. На основе требований и приоритетов определяются задачи, которые будут выполнены в каждом спринте.
- Итеративная разработка. Этот подход позволяет постоянно тестировать и улучшать игровой процесс на каждой итерации.
- Постоянное улучшение качества. SCRUM обеспечивает постоянную обратную связь от пользователей, которая позволяет быстро обнаруживать и исправлять проблемы, повышая качество продукта.
- Планирование выпуска. Метод помогает планировать релиз игры и график ее выпуска, что обеспечивает более эффективное управление временем и ресурсами.
- Работа с изменениями. SCRUM позволяет быстро реагировать на изменения в процессе разработки, включая изменения требований и изменения графика работы.

Метод SCRUM помогает быстро реагировать на изменения в процессе разработки, обеспечивать постоянную обратную связь от пользователей и повышать качество продукта.

Отличия методов DevOps, Канбан и SCRUM

Уникальными особенностями DevOps являются сотрудничество, автоматизация и непрерывная интеграция. DevOps подразумевает устранение барьеров между командами разработчиков, тестировщиков, администраторов и других участников процесса разработки. Кроме того, DevOps нацелен на автоматизацию процессов, начиная от сборки и тестирования ПО до его развертывания и мониторинга. В конце концов, непрерывная интеграция DevOps позволяет разработчикам автоматически проверять, тестировать и собирать ПО на регулярной основе.

Литература:

1. Соколов, Т. А. Базовая концепция жизненного цикла разработки компьютерных игр (GDLC) / Т. А. Соколов. — Текст: непосредственный // Молодой учёный. — 2023. — № 6 (453). — с. 11–14. — URL: <https://moluch.ru/archive/453/99965/> (дата обращения: 19.02.2023)
2. Деникин, А. А. Видеоигры-это искусство? К истории самого массового спора в Сети //Художественная культура. — 2017. — №. 1. — с. 6–6.
3. Линская, А. Н. ХАРАКТЕРИСТИКИ И ОПИСАНИЕ DEVOPS //StudNet. — 2022. — Т. 5. — №. 1. — с. 339–343.
4. Курзаева, Л. В. Применение Kanban для современных ИТ-проектов //Скиф. Вопросы студенческой науки. — 2020. — №. 5–2 (45). — с. 298–302.
5. Чистовская, О. В. Влияние классификации видеоигры на ее нарратив / О. В. Чистовская // Молодой учёный. — 2021. — № 17(359). — с. 11–14. — EDN DYRWHS.

Специфика Канбан заключается в использовании визуальной доски для отслеживания стадии выполнения задач. За счет этого Канбан отличается от других методов отслеживанием прогресса, оптимизацией потока работы и гибкостью. То есть, метод помогает отслеживать прогресс выполнения задач в реальном времени и оптимизировать процесс разработки, при этом идентифицируя узкие места и устранивая препятствия. Также, Канбан является гибким методом управления проектами, который позволяет легко адаптироваться к изменяющимся требованиям проекта.

SCRUM основан на итеративной и инкрементальной разработке. Особенностью этого метода можно считать командную работу, итеративную разработку и постоянную обратную связь. SCRUM подразумевает работу в команде, которая может включать разработчиков, тестировщиков, дизайнеров и других участников процесса. Метод использует итеративный подход к разработке, который позволяет постоянно тестировать и улучшать продукт на каждой итерации. Кроме того, SCRUM обеспечивает постоянную обратную связь от пользователей, что позволяет быстро обнаруживать и исправлять проблемы, повышая качество продукта.

Заключение

DevOps, Kanban и SCRUM — это три метода управления проектами, которые имеют свои особенности и преимущества в разработке видеоигр. DevOps сосредоточен на автоматизации и непрерывной интеграции, Kanban на оптимизации процесса работы и устранении препятствий, а SCRUM на итеративном подходе и постоянной обратной связи.

Каждый из этих методов может быть успешно использован в разработке видеоигр в зависимости от конкретных потребностей проекта и характеристик команды разработчиков.

Однако важно отметить, что хотя DevOps, Kanban и SCRUM являются каноническими методологиями создания программного обеспечения, их применение в разработке видеоигр может потребовать дополнительной детализации и адаптации [7]. Производство игр является специфической предметной областью, поэтому компании-разработчики часто изменяют или дополняют канонические методологии, чтобы лучше соответствовать требованиям и особенностям этой отрасли.

6. Манькова, Л. С. Гибкое управление проектом / Л. С. Манькова // Синергия Наук. — 2020. — № 54. — с. 557–572. — EDN WAYDVM.
7. Манькова, Л. С. Гибкое управление проектом / Л. С. Манькова // Синергия Наук. — 2020. — № 54. — с. 557–572. — EDN WAYDVM.

Влияние мобильных, консольных и компьютерных платформ на создание нарратива в видеоиграх

Чистовская Оксана Владимировна, генеральный директор
Компания «Morgan Games» (г. Киров)

Нарративный дизайн видеоигр является важной частью игрового процесса, и выбор площадки для публикации продукта имеет значительное влияние на ее создание. В данной статье проведен анализ особенностей мобильных, консольных и ПК платформ и выявлено, как каждая из них влияет на нарративный дизайн при разработке игры.

Ключевые слова: нарративный дизайн, разработка видеоигр, драматургия видеоигр, платформы издания.

Введение

Видеоигры стали популярной формой развлечения и досуга, привлекая миллионы игроков со всего мира. При создании такого продукта, разработчики сталкиваются с множеством сложностей, одной из которых является создание нарративной основы. Нарративный дизайн, включая сюжет, персонажей и мир, играет важную роль в создании уникального игрового опыта и удержании пользователей. Создание концепции сюжета закладывается на первых этапах разработки при написании дизайн-документации [1, с. 52].

В исследовании «Влияние классификации видеоигры на ее нарратив» уже были сделаны попытки показать зависимость между нарративным дизайном и платформой издания, моделью монетизации и жанра геймплея [2]. В данной статье проводится более тщательный анализ первого раздела предыдущей работы, а именно влияния выбранной игровой платформы на разработку сюжета, персонажей и других элементов нарративного дизайна. Очевидно, что площадка издания может повлиять на множество аспектов, таких как формат игры, доступные инструменты и управление персонажем, поэтому вопрос требует более тщательного анализа.

Каждый вид платформы имеет свою уникальность, поэтому сначала мы рассмотрим особенности каждого, а затем проанализируем их влияние в разрезе нарратива видеоигры. На основе полученных результатов разработчики уже на начальном этапе производства смогут обеспечить максимальную совместимость и оптимизацию нарративной основы игры для целевой платформы, удовлетворяя интересы и ожидания игроков.

Особенности мобильных, консольных и ПК игровых платформ

Платформа издания видеоигры — это площадка в виде системного обеспечения и определенного устройства, связанного с ней, которая позволяет играть в разные видео-

игры. Согласно автору работы «Исследование жанров и игр: Критический подход к жанрам видеоигр», Томасу Эпперли, можно выделить три категории платформ: мобильные, консольные и компьютерные [3, с. 10]. Каждая имеет свои особенности и ограничения, которые необходимо учитывать при разработке продукта. Ниже определим эти особенности.

Мобильные платформы, такие как Android, iOS и Windows Phone:

— Портативность и мобильность, что позволяет играть в любое время и в любом месте;

— Ограниченнная мощность аппаратного обеспечения мобильных устройств может снизить возможности по графике и визуальному оформлению игры;

— Контроль сенсорного экрана. Он используется для создания игр с уникальным игровым процессом, но также сложен для определенных жанров;

— Меньшая аудитория, чем у консольных и ПК платформ. В основном, ориентированы на казуальную (беззаботную) аудиторию, не являющуюся игроманами.

Консольные платформы, такие как PlayStation, Xbox и Nintendo:

— Лучшая производительность, что позволяет создавать игры с высоким качеством графики и большими масштабами;

— Ограниченнная аппаратная конфигурация площадки позволяет создавать игры, которые максимально оптимизированы для работы на конкретной платформе, что снижает риск возможных ошибок;

— Большая аудитория, которая охватывает игроков всех возрастных групп и уровней игровой подготовки.

ПК платформы, куда входят компьютеры и игровые ноутбуки:

— Более высокая производительность, чем у мобильных устройств, что позволяет создавать игры с высоким качеством графики и масштабом, но ниже, чем на консольных платформах;

— Широкий диапазон устройств и настроек. Это делает РС-платформы гибкими для разработки игр, но также может создавать проблемы с оптимизацией производительности для всех устройств;

— Поддержка клавиатуры и мыши, а также геймпадов, что делает их подходящими для широкого диапазона игровых жанров;

— РС-платформы имеют большую аудиторию и часто ориентированы на хардкорных игроков.

Таким образом, каждая категория платформ обладает своими достоинствами и недостатками, от которых можно отталкиваться при разработке сюжета, мира и других элементов нарративного обоснования игры.

Как выбор игровой платформы влияет на разработку видеоигры в разрезе нарративного дизайна

В ходе исследования «Влияние классификации видеоигры на ее нарратив» был сделан вывод, что: мобильные игры содержат развлекательный упрощенный контент, и соответственно — упрощенный нарратив; консольные видеоигры обладают полноценной глубокой драматургией и многослойным нарративным дизайном; компьютерные продукты могут иметь как сложный нарратив с полноценными драматургическими схемами на уровне кинематографа, так и упрощенный в рамках трехактной структуры [2, с. 12].

Ниже рассмотрим вопрос влияния игровых платформ на разработку видеоигр в разрезе нарративного дизайна более подробно, основываясь на предложенном ранее списке отличий каждой категории.

Мобильные платформы

Портативность и мобильность. Так как игроки могут играть в любое время и в любом месте, нарративный дизайн должен быть адаптирован для быстрого и интересного прохождения в коротких сессиях. Игра должна иметь низкий порог входления, чтобы пользователи могли легко начать играть в любое время, и так же легко заканчивать. Например, в мобильной игре «Angry Birds» быстрое начало и легкое переключение между уровнями в любом месте и в любое время позволяет сразу погрузиться в геймплей.

Ограниченнная мощность устройств. Ограничивает возможности по графике и визуальному оформлению, поэтому нарративный дизайн игры не должен быть ресурсозатратным, при разработке нельзя рассчитывать на яркие визуальные эффекты. Вместо этого следует сосредоточиться на сильных и уникальных элементах истории. Например, игра «Limbo» использует монохромную палитру и простые графические решения, но при этом обладает уникальным и захватывающим нарративом.

Контроль сенсорного экрана. Сложен для определенных жанров, таких как шутеры от первого лица или стратегии в реальном времени, но может быть использован для уникальных игровых процессов и механик, которые невозможны на других платформах. Например, в игре «Monument Valley» при прохождении уровней

игроки должны вращать экран, чтобы изменить перспективу и решить головоломки.

Меньшая аудитория. Так как аудитория мобильных игр в основном состоит из казуальных игроков, нарративный дизайн должен быть доступным и простым, быстро захватывать внимание и не требовать излишней сложности. В современных играх предпочитают добавлять легкий, юмористический, зачастую романтический, нарратив, который привлекает широкую аудиторию. Например, в игре «Project Makeover» игрок становится новым директором телевизионного шоу про преображение, повышает его популярность и конфликтует с другим мировым экспертом. Этот простой сюжет помогает пользователю настроиться на тематику мира и игровой процесс в целом.

Консольные платформы

Высокая производительность. Высокое качество графики и большие масштабы дают возможность создавать игры с открытым миром, где можно свободно перемещаться и исследовать большие территории. Например, игра Red Dead Redemption 2 имеет обширный мир с детальной графикой и более 1000 NPC-персонажей, каждый из которых обладает своей уникальной личностью, имеет набор движений и эмоций, а также свой собственный актерский голос [4].

Ограниченнная аппаратная конфигурация. Эта особенность снижает риск возможных ошибок и проблем с производительностью, поэтому в разработке концепта и сюжета игры можно использовать любые уникальные и масштабные идеи. Например, игра The Last of Us Part II была создана специально для PlayStation 4 и была оптимизирована для лучшей производительности именно на этой консоли, что позволило игрокам максимально погрузиться в мир.

Большая аудитория. Это означает, что игры на консолях могут иметь самый разнообразный нарративный дизайн, который учитывает интересы широкой аудитории, не ограничиваясь жанром, сеттингом или другими факторами. Например, игры в жанре RPG, такие как серия The Elder Scrolls или Dragon Age, предлагают глубокий и разветвленный сюжет, который подходит игрокам с разным опытом и интересами.

ПК платформы

Высокая производительность, по сравнению с мобильными устройствами. Эта особенность позволяет создавать игры с детализированной графикой и масштабами почти на уровне консольных, но которые не могут быть достигнуты на мобильных устройствах. Также, разработчики могут использовать более сложные алгоритмы и функции, такие как инвентарь или перемещение по открытым 3D-локациям. Например, игра «The Witcher 3: Wild Hunt» использовала высокую производительность ПК для создания обширных миров, персонажей с уникальными характеристиками, а также многолинейного сюжета с несколькими концовками.

Широкий диапазон устройств и настроек. Разработчики должны учитывать разные конфигурации аппа-

ратного обеспечения, операционные системы и другие факторы, чтобы гарантировать оптимальную производительность игры на всех устройствах. Поэтому на этапе разработки сюжета лучше ограничиваться уже протестированными игровыми механиками. Например, игра «Assassin's Creed: Valhalla» была выпущена на ПК с широким диапазоном настроек, позволяющих игрокам настраивать графику в зависимости от устройства. Однако пользователи с низкими настройками не видели визуальных эффектов, таких как огонь, от чего сюжет выглядел не полным, и это испортило им погружение в мир.

Поддержка клавиатуры и мыши. Это позволяет разрабатывать сюжет игры для всех видов жанров, с различным геймплеем и управлением персонажами, в отличие от консольных игр. Например, клавиатура и мышь наиболее предпочтительны для стратегических игр, таких как «Civilization VI» и «Starcraft II», в особенности менеджеров вроде серий игр Tropico или Transport Fever. Для подобных жанров необходимо постоянное взаимодействие с миром, требующее управление сразу несколькими функциями, что неудобно выполнять с помощью консольных геймпадов.

Большая аудитория. В связи с этим игры для ПК часто ориентированы на хардкорных игроков, которые ценят глубокий и сложный мир, а также историю и персонажей. Это расширяет возможности нарративных дизайнеров и сценаристов, позволяя им увеличивать объем истории. Например, каждая игра из серии The Elder Scrolls имеет настолько огромный мир с разными локациями, персонажами, заданиями и квестами, что в итоге дает игрокам

от 330 до 1375 игровых часов при не спешном прохождении [5].

Заключение

В настоящей статье мы исследовали влияние платформы на создание нарративной части видеоигр. Мы проанализировали особенности мобильных, консольных и ПК площадок, и выяснили, что каждая из них имеет свои уникальные характеристики, которые влияют на нарративную часть игры. Например, мобильные платформы, такие как смартфоны и планшеты, имеют ограниченные возможности по управлению и экранному пространству, что может потребовать более доступный и простой нарратив. Консольные платформы, такие как PlayStation и Xbox, обеспечивают более мощные возможности для обработки графики и звука, что дает возможность создавать интенсивный и глубокий нарратив. ПК-платформы, в свою очередь, могут обеспечить большую гибкость в настройке графики и управления, а также выборе жанра, — все это напрямую влияет на реализацию нарративных элементов игры.

Разработчики должны учитывать эти особенности на этапе разработки нарративного дизайна. Использование инструментов, оптимизированных для конкретной платформы, помогает обеспечить максимальную совместимость и оптимизацию для целевой платформы, а также максимально удовлетворить интересы и ожидания игроков. Однако, надо также учитывать, что требования конкретной платформы ограничивают творческую свободу. Необходимо проектировать нарративную часть с учетом всех особенностей.

Литература:

1. Ветеранова, Д. С. Основные этапы разработки видеоигр //Информационно-компьютерные технологии в экономике, образовании и социальной сфере. — 2019. — №. 2. — с. 51–56.
2. Чистовская, О. В. Влияние классификации видеоигры на ее нарратив / О. В. Чистовская // Молодой ученый. — 2021. — № 17(359). — с. 11–14. — EDN DYRWHS.
3. Thomas, H. A. Genre and game studies: Toward a critical approach to video game genres / H. A. Thomas. — Текст: непосредственный // Simulation & Gaming. — 2006. — № Март (том 37, выпуск 1). — с. 6–23.
4. Stone, M. Nonplayable Characters (NPCs) / M. Stone. — Текст: электронный // RDR2: [сайт]. — URL: <https://www.rdr2.org/wiki/nonplayable-characters-npcs/> (дата обращения: 14.12.2022).
5. The Elder Scrolls. — Текст: электронный // HowLongToPlay: [сайт]. — URL: <https://howlongtoplay.ru/games/the-elder-scrolls-v-skyrim/> (дата обращения: 18.12.2022).

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Modern methods of stuck prevention during the drilling of directional wells

Alakbarov Alakbar Sanan, student master's degree
Azerbaijan State University of Oil and Industry (Baku, Azerbaijan)

This paper examines mechanical and differential stuck pipe occurrences, giving all the details required to comprehend how the stuck pipe event is developed and, if occurred, how the issue needs to be resolved. In this study, recommendations and best practices from numerous stuck pipe incidents have been analyzed and provided as a reference to eliminate the stuck pipe events. According to industry literature, it is generally accepted that restoring a stuck pipe incident is challenging, and costly, and includes the high risk of losing the main wellbore and performing sidetrack. The most crucial factor in preventing the occurrence of stuck pipes is to think through potential scenarios and ensure that the step-by-step drilling techniques are prepared adequately to ensure that stuck occurrences are avoided or made manageable. The fundamental guideline is to make planning and response to stuck pipe incidents in the simplest and quickest way possible.

Keywords: stuck pipe, differential sticking, directional drilling, mechanical stuck, sidetrack, BHA.

A stuck pipe event which is the loss of mobility of a pipe string can occur for a variety of causes, including drill and casing sticking. This is one of the most frequent complications encountered while the construction of directional wells with a horizontal section of the wellbore [7].

Historically, pipe stuck has been divided into two main categories, including mechanical and differential. According to multiple resources, mechanical stuck includes mainly two distinct sub-categories: due to cuttings or loose rock formations and stuck in sections with the complex geometry of the wellbore, while the differential sticking typically happens due to the pressure difference between the well and drilled formation with a stationary drill string. Overall on a worldwide scale, differential sticking makes up 80 % of total pipe stuck events while the remaining 20 % is associated with mechanical and equipment or design-related stuck [1, 3, 10].

Pipe stuck typically occurs due to cuttings generated during drilling or collapsed formation rock. It often happens when the tool is pulled out of the hole, although a stationary tool string can potentially get stuck if the fluid circulation is interrupted for a long period of time. A similar event can possibly happen while running in the hole with the tool string. The most serious is getting stuck due to loose formation rocks that could potentially collapse and prevent the movement of the tool string. A string stuck in cuttings or loose rock is typically more challenging to release than a string stuck in a complicated hole geometry or due to differential pressure. In cases of tackling such stuck events, more frequently parts of the drilling string are lost in the hole and sidetracks need to be drilled accordingly. The predominant reason for getting stuck due to cutting or col-

lapsed formations is poor hole cleaning and borehole instability [4, 7].

The stuck in the wells with the complicated hole geometry occurs mostly when the BHA design does not correspond to the wellbore shape and design. In such cases, BHA cannot pass easily through the complex well sections and if the tool string is forced to run through that sections by means of slackened-off weight — the stuck is possible. In other words, sticking in sections with complex hole geometry can potentially occur when the drill string is running in or pulling out the hole [6].

Differential sticking typically happens due to the pressure difference between the well and drilled formation when a stationary drill string is forced into the filter cake developed on the borehole across that permeable formation. It becomes impossible to move the drill string because of concentrated friction between the string and the formation. This kind of sticking happens more frequently in the wells that traverse depleted reservoirs. Additionally, differential sticking is mostly observed if the drill string is left static for an extended period of time [3].

As for all drilling complexities, the first step in tackling an issue is to correctly identify it. Therefore, defining the sticking mechanism is the first step in the process of addressing the sticking issue, and subsequently, taking the required actions to tackle the stuck event. It is crucial that the early steps of the response plan to stuck events are completed as fast and accurately as it's technically possible. Regardless of the origin of the stuck, the stuck case and conditions usually get riskier and much more complex with time. Statistics show that within the initial 4 hours of the sticking, the stuck tool string may be got

free in 50 % of stuck cases, but beyond that time period, the percentage lowers to 10 %.

The releasing of the stuck string is only the beginning of the problem's remedy. The investigation and assessment of the activities done are the subsequent steps in the process of addressing any stuck problem, allowing to draw conclusions and advance future jobs.

Case studies and recommendation

Some stuck pipe events from real case studies across the globe have been analyzed with the BHA, details of drilling parameters, field and well parameters, and recommendations are provided as a reference to prevent stuck pipe incidents.

If it is determined that cleaning the hole might create complexities, the string must be maintained in motion whenever possible at all times [2, 9]. The loss zone must be identified as soon as practical and with the greatest degree of accuracy to allow for effective mitigation.

Longer periods of circulation may be established since, in the event that the flow rate is decreased owing to the loss of circulation, the hole might get dirtier. Hole cleaning might be aided by raising the low shear rate viscosity and yield point. Drilling fluid characteristics should be continuously controlled, and API fluid loss must be maintained as low as possible to avoid creating excessive filter cake over permeable layers [2, 4, 5].

Based on the case studies reviewed, the below-mentioned best practices for preventing stuck pipe incidents while drilling can be proposed: [7, 8, 11]:

- To guarantee effective hole cleaning, the pumping of high-viscosity pills at certain defined intervals should be considered (e.g., every 15 meters or every two hours). Once the pills have been introduced into the mud system, good rheology will ultimately develop. To ensure efficient hole-cleaning, the drilling fluid's rheology may be enhanced by the use of the polymer [4].

- Never keep the workstring in stationary while drilling an open hole; if the drilling is stopped for any reason (taking GeoTap points, etc.), always check that the string is reciprocating, rotating, and circulation is in process.

- To eliminate sloughing and avoid tight spots during reaming, back-reaming, and wiper trips, using two roller reamers in BHA at the proper spacing is beneficial.

- Once each stand has been drilled, the newly drilled section must be sufficiently reamed after sufficient circulation or bottoms-up.

Additionally, it is crucial that the early steps of the response plan for stuck events are completed as fast and accurately as it's technically possible, for the cases if the stuck event has been already developed. The initial steps for releasing from mechanical and differential stuck are different and require a good evaluation of situations prior to implementation [4, 6].

The initial steps to release the string from the stuck point can be taken once the stuck mechanism has been figured out. In case of stuck events due to cuttings accumulated around BHA or collapsed formation rock, the following steps should be considered as a part of the response plan:

- Apply torque and perform jarring down or up depending on the stuck scenario. The max torque needs to be applied to rotate the string in the opposite direction of its movement prior to sticking. The goal is to release the string from the stuck point and establish the circulation to carry cuttings and plug material up to the surface. However, it's not recommended to apply over-pull and rotate at the same time as it could lead to damage to the string (twisted, parted pipe events, etc.)

- In case the circulation can be established, the circulation or BU at the maximum acceptable flow rate needs to be performed to clean the well from cuttings or collapsed rock particles.

- Once the stuck event is tackled, it's necessary to work out the stuck depth interval and run to the bottom for performing further BUs to clean the well prior to casing or liner run.

In case of differential sticking happened, the following set of steps should be considered as a part of the response plan:

- Apply the maximum possible torque to the string to transfer it to the sticking point

- Commence with circulation at the utmost achievable flow rate and try to keep the applied torque

- Do abruptly unload the string to create the axial load by maintaining the torque applied to the sticking interval of the string

- If the string design includes jars, cock the jar and apply jarring down. It is necessary to reduce the pump rate to the possible minimum value prior to jarring operation to not deteriorate the impact force.

Conclusion

Each stuck pipe incident or event must be analyzed in detail, and the root cause must be brought to the discussion table by drilling engineering experts. The well should be handled appropriately, and any warning signs it may be giving should be promptly and practically comprehended. Unless the incident was unavoidable owing to a problem with the well design or another technical cause, the driller's response will be crucial in determining whether to deal with the stuck pipe event or not. With consistent efforts, such as using the actual stuck-pipe incidents as lessons learned, best practices, and recommendations, stuck-pipe occurrences may be avoided. Also, if the stuck-pipe event has occurred, the set of steps with the initial response plan should be in place to follow for addressing both mechanical and differential stuck scenarios.

References:

1. A. T. Bourgoyne, M. E. Chenevert, and K. K. Millheim, «Rotary Drilling Process,» in *Applied Drilling Engineering*, Richardson, TX: Society of Petroleum Engineers, 2007, ch. 1, sec. 1.10, pp. 32–37.
2. B. S. Aadnøy, K. Larsen, and P. C. Berg, «Analysis of stuck pipe in deviated boreholes,» *J. of Pet. Sci. and Eng.*, vol. 37, no. 3, pp. 195–212, Mar. 2019.

3. C. J. Hopkins and R. A. Leicksenring, «Reducing the risk of stuck pipe in the Netherlands,» SPE/IADC Drilling Conference, Amsterdam, Netherlands, 1995, pp. 757–765.
4. E. Ozbayoglu, O. R. Ettehadi, M. Ozbayoglu, and E. Yuksel, «Hole-Cleaning Performance of Gasified Drilling Fluids in Horizontal Well Sections,» SPE Journal, vol. 17, no. 3, pp. 912–923, Sep. 2012.
5. G. Yarim, U. Rodney, M. Richard, T. Alejandro, and P. Church, «Stuck Pipe Prevention—A Proactive Solution to an Old Problem,» SPE Annual Technical Conference and Exhibition, Anaheim, CA, 2007, pp. 1–12.
6. IDEAS (2014). Stuck Pipe Prevention Handbook. Independent Drilling Engineering Associates. Singapore.
7. J. M. Guzman, M. E. Khalil, N. Orban, M. A. Mohiuddin, J. Verma, and S. Ganda, «Stuck-Pipe Prevention Solutions in Deep Gas Drilling; New Approaches,» SPE Saudi Arabia Section Technical Symposium and Exhibition, Al-Khobar, Saudi Arabia, 2012, pp. 1–9.
8. Salehi, Yasir, Ziada, Attia, and Zahran Rawahi. «Significant Stuck Pipe Event Reduction Realized Through Structured Holistic Approach Machine Learning and Artificial Intelligence». Paper presented at the ADIPEC, Abu Dhabi, UAE, October 2022. DOI: <https://doi.org/10.2118/211738-MS>
9. Shahbazi, K., Shahri, M.P. 2017. The development of a window for stuck pipe prediction. Petroleum Science and Technology, Volume: 30, Issue: 2, pp. 176–192, DOI: 10.1080/10916461003792302
10. W. B. Bradley, R. S. P. D. Jarman, R. D. Wood, T. R. Schofield, R. A. Auflick, and D. Cocking, «A task force approach to reducing stuck pipe costs,» SPE/IADC Drilling Conference, Amsterdam, Netherlands, 2015, pp. 1–6.
11. Widianto, D. R., Sofian, J., Kelley, M., Hanson, J. (2017). Optimized Practices Avoided Stuck Pipe Associated with Drilling Paleosol. Proceedings The 5th Indonesia International Geothermal Convention & Exhibition (IIGCE) 2017. Jakarta, Indonesia.

Влияние свободного газа на характеристики электроцентробежного насоса

Баженов Егор Андреевич, студент

Иркутский национальный исследовательский технический университет

Наличие газа в залежи неизбежно, поэтому и вопрос о его влиянии на электроцентробежный насос является актуальным. Без учёта влияния газа невозможно выбрать и эффективно эксплуатировать электроцентробежный насос. В данной статье рассматриваются проблемы в работе ЭЦН при откачке жидкости из скважины с содержанием свободного газа, приведены зависимости рабочих характеристик насоса от газосодержания, также предложено оборудование для снижения влияния свободного газа на насос.

Цель: исследование влияния свободного газа на характеристики ЭЦН.

Ключевые слова: электроцентробежный насос, свободный газ, насос, газовые каверны, рабочие характеристики, газосодержание.

Газ способен оказывать негативное влияние на подземное оборудование, в особенности на электроцентробежный насос (ЭЦН). Свободный газ, поступающий вместе с жидкостью в ЭЦН, существенно ухудшает его рабочие характеристики [1]. В каналах первых рабочих колес образуются газовые каверны, которые не участвуют в движении жидкости и снижают рабочие характеристики, что в конечном итоге приводит к перегреву насоса и его заклиниванию [1]. ЭЦН может поддерживать свою работоспособность в условиях газосодержания меньше 30 %, после того как наличие газа превышает эту отметку, потребность в установке газосепаратора растёт. Зарубежные фирмы-производители УЭЦН рекомендуют применять газосепараторы во всех случаях, когда входное газосодержание составляет более 10 %. Также наличие большого количества газа в скважине приводит к образованию газогидратов на стенках НКТ, которые представляют значительные проблемы при добыче нефти.

Главным фактором, оказывающим влияние на работу ЭЦН является величина газосодержания у входа в насос.

$$\beta = \frac{Q_g}{Q_g + Q_j},$$

где Q_g — расход свободного газа, поступающего в ЭЦН;

Q_j — подача жидкости электроцентробежным насосом.

При добыче можно выявить два случая работы погружного центробежного насоса — в бескавитационных режимах (при небольших β) и в режимах искусственной кавитации (при высоких β) [2]. При бескавитационных режимах работы насоса в каналах его рабочих колёс образуется эмульсионная структура потока (рис. 1а). С увеличением газосодержания в рабочих колёсах и направляющих аппаратах ЭЦН образуются газовые каверны (полости), не участвующие в общем течении жидкости (рис. 1б). Появление заполненных газом каверн приводит к уменьшению пропускной способности каналов насоса и резкому ухудшению условий обтекания лопастей, нару-

шающему энергообмен между насосом и перекачиваемой средой [2]. При дальнейшем увеличении β может произойти срыв подачи насоса [2].

Рабочие характеристики ЭЦН зависят, кроме величины β , от ряда других параметров: давление у входа в насос, пенообразующие свойства, вязкость жидкости, чисто ступеней в насосе и режим работы.

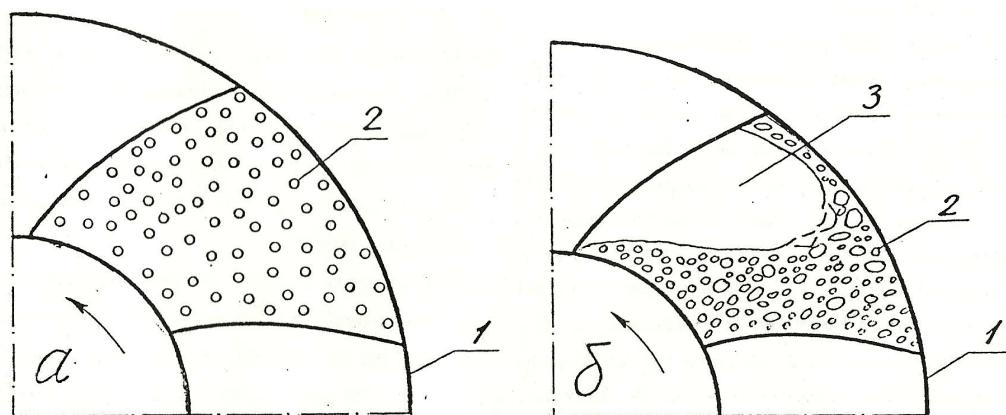


Рис. 1. Структуры течения жидкости в электроцентробежном насосе при бескавитационном режиме (а) и режиме искусственной кавитации (б): 1 — рабочее колесо насоса; 2 — пузырьки газа; 3 — газовая каверна

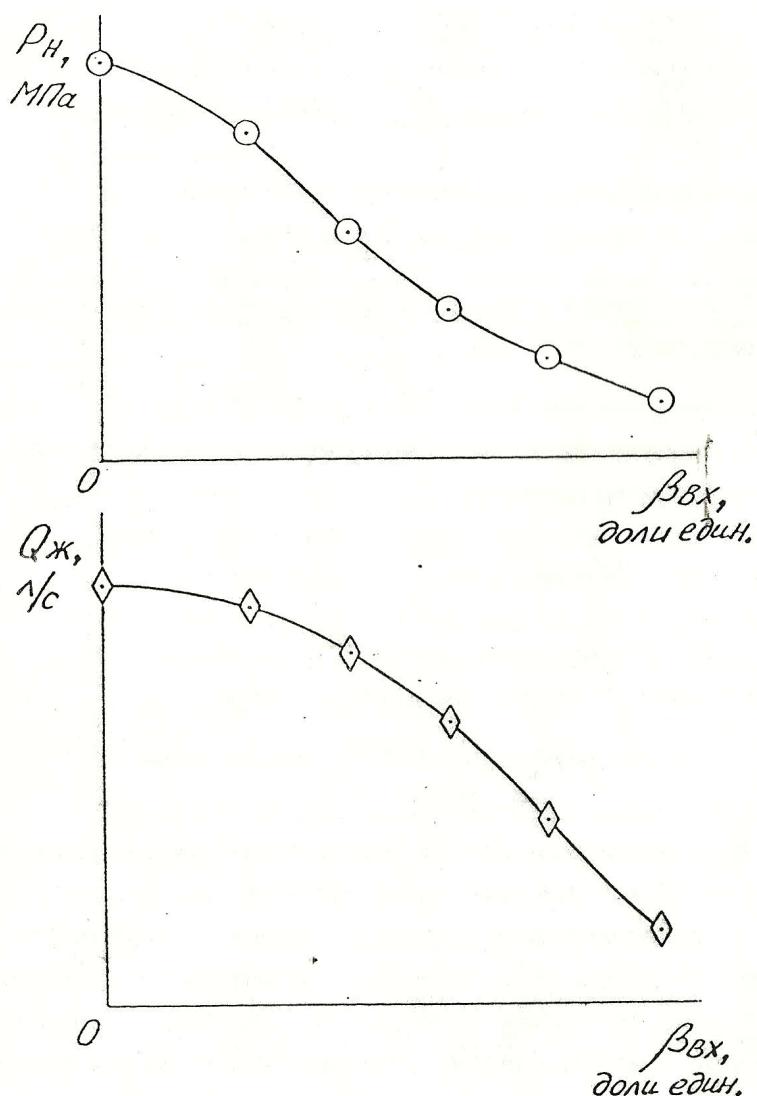


Рис. 2. Зависимость давления (P_h) и подачи (Q_j) от газосодержания у входа в насос

Существует ряд способов борьбы с негативным влиянием свободного газа на ЭЦН, которые можно разделить на две группы:

- 1) повышение давления на приеме погружного электроцентробежного насоса;
- 2) сепарация или диспергирование свободного газа на приеме погружного электроцентробежного насоса.

Применение методов первой группы борьбы с вредным влиянием свободного газа на работу УЭЦН в настоящее время является несущественным в силу целого ряда причин, в том числе из-за снижения депрессии и дебита скважины [3].

Для улучшения работы ЭЦН при откачке газированной жидкости П. Д. Ляпковым был предложен специальный газовый центробежный сепаратор, устанавливаемый на валу насоса перед первой его ступенью. Газ, как более легкий компонент, концентрируется в центральной части сепаратора, откуда отводится по специальному ка-

налам в межтрубное пространство. Жидкость, как более тяжелый компонент, концентрируется на периферии сепаратора и по каналам направляется к первой рабочей ступени насоса.

Другим способом улучшения рабочих характеристик ЭЦН при работе их на газированной жидкости является установка рабочих колес повышенной производительности вместо нескольких первых рабочих ступеней насоса.

Выводы: Свободный газ, образующийся в скважине в процессе её эксплуатации, оказывает существенное влияние на эффективность работы электроцентробежного насоса. В данной работе был рассмотрен ряд проблем возникающих при наличии свободного газа в скважине, приведена зависимость давления и подачи от газосодержания, благодаря которой, ещё на начальном этапе разработки, можно осуществить анализ работы ЭЦН. Так как данная проблема имеет широкое распространение на нефтепромыслах, её решение несёт острую важность.

Литература:

1. Нефть, газ и энергетика: Влияние газа и вязкости жидкости на рабочие характеристики ЭЦН. — Текст: электронный // tehnik.top: [сайт]. — URL: (дата обращения: 08.02.2023).
2. Дроздов, А. Н. Исследование работы погружного центробежного насоса при откачке газожидкостной смеси / А. Н. Дроздов. — Москва; 1994. — 29 с. — Текст: непосредственный.
3. Стендовые исследования диспергирующих ступеней ДС-100 на газожидкостной смеси / А. В. Деньгаев, В. С. Вербицкий, О. Г. Зубков, Д. В. Кошкин. — Текст: непосредственный // Науки о земле. — 2015. — № 4. — с. 53–63.

Образование конусов воды и газа в добывающих скважинах

Баженов Егор Андреевич, студент

Иркутский национальный исследовательский технический университет

Наличие воды и газа в нефтяной залежи неизбежно, и их приток в скважину тоже, что приводит к образованию конусов воды или газа и преждевременному обводнению или увеличенному газосодержанию, что в свою очередь несёт за собой неприятные последствия и становится масштабной проблемой нефтедобычи. В этой статье рассматриваются причины образования конусов воды или газа и в дальнейшем их прорыв в скважину, последствия этих явлений и способы позволяющие максимально отсрочить прорыв воды или газа в скважину.

Цель: подобрать методы регулирования процесса разработки, которые позволяют максимально отсрочить прорыв воды или газа.

Ключевые слова: скважина, обводненность, вода и газ, прорыв, коэффициент извлечения нефти (КИН), нефть.

В условиях статического равновесия, то есть до начала процесса вытеснения: газ, нефть и вода в пластах расположены в соответствии с их плотностями. В случае наличия свободного газа он располагается в верхней части залежи, образуя так называемую газовую шапку, за которой следует нефтенасыщенная часть пласта, подстилаемая подошвенной водой [4].

В процессе добычи, так как вода и газ обладают большей подвижностью и меньшей вязкостью, из-за создания разницы давлений, что наиболее ощутимо в призабойной зоне добывающих скважин, возникают конусы

воды или газа, что вследствие приводит к прорыву их в скважину. Воду, поступающую в скважину, можно разделить на два типа: подошвенные воды, находящиеся в залежи изначально, и вода, поступающая из нагнетательных скважин, участвующая в поддержании пластового давления (ППД) [3].

Прорыв воды в скважину приводит к росту обводнённости добываемого флюида, то есть доля воды в добываемой нефти растёт, тем самым уменьшая коэффициент извлечения нефти (КИН). Также наличие воды в скважине способствует образованию коррозии на стенках

насосно-компрессорных труб (НКТ). Самое неприятное в этом процессе, что его уже не остановить, обводненность будет только расти. Вместе с ростом обводненности меняется реологические свойства нефти. С ростом содержания воды создается устойчивая водонефтяная эмульсия. Вязкость такой эмульсии значительно выше вязкости нефти. Максимальные значения вязкости достигаются при обводненности 45–75 %. Из-за этого ухудшается работа насосов. Добыча высокообводненной продукции является экономически нерентабельной для большинства нефтяных скважин, такие скважины заносятся в бездействующий фонд [3]. Средняя обводненность по России составляет больше 86 % [3].

Прорыв газа тоже чреват тем, что его доля в добываемой нефти будет расти и газ способен оказывать негативное влияние на подземное оборудование, в особенности на электроцентробежный насос. Свободный газ, поступающий вместе с жидкостью в ЭЦН, существенно ухудшает его рабочие характеристики [1]. В каналах первых рабочих

колес образуются газовые каверны, которые не участвуют в движении жидкости и снижают рабочие характеристики, что в конечном итоге приводит к перегреву насоса и его заклиниванию [1]. Поэтому растёт потребность в установке в компоновку подземного оборудования газосепаратора. ЭЦН может поддерживать свою работоспособность в условиях газосодержания меньше 30 %, после того как наличие газа превышает эту отметку, потребность в установке газосепаратора растёт. Также наличие большого количества газа в скважине приводит к образованию газогидратов на стенах НКТ, которые представляют значительные проблемы при добыче нефти.

Поэтому единственным решением этой проблемы в настоящее время является подбор режима работы скважин, как добывающих, так и нагнетательных, таким образом, чтобы максимально снизить темп роста конуса воды и газа и отсрочить их прорыв в скважину, тем самым увеличив КИН. Среднее значение КИН в России за последние 15 лет не превышало 0,3. [3]

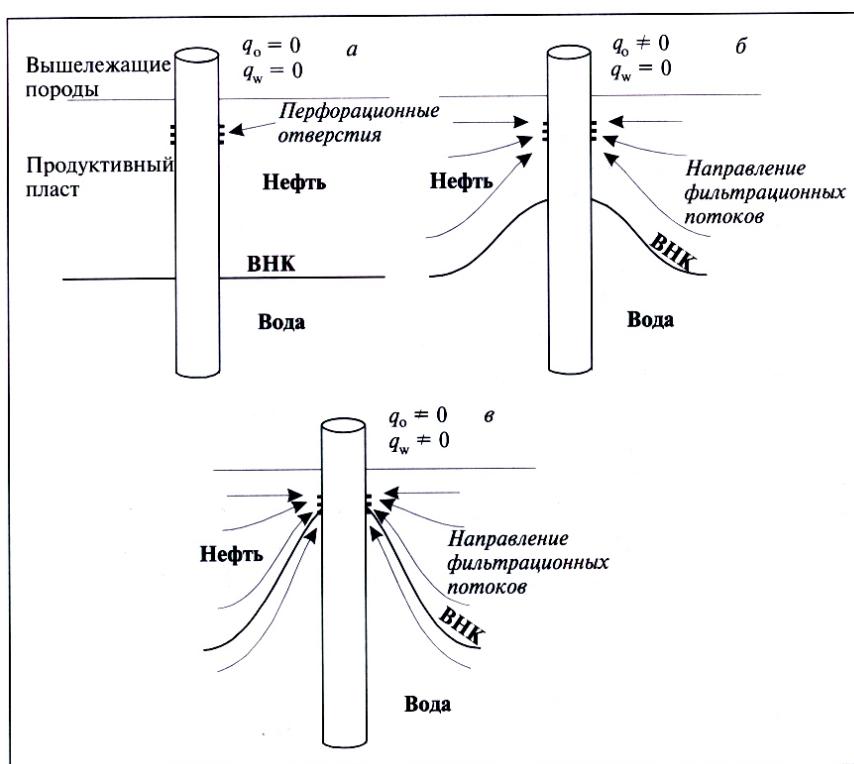


Рис. 1. Процесс образования водяного конуса

Снижение обводнения скважин можно добиться группой методов регулирования процесса разработки:

- Выбор типа заводнения производить с учётом геологических особенностей пласта;
- Производить снижение забойного давления с учётом геологических, гидродинамических и технологических особенностей эксплуатации скважины;
- Бурение горизонтальных скважин, в том числе многозабойных и многостволовых, что способствует увеличению площади охвата пласта;

— Своевременное проведение ремонтно-изоляционных работ;

— Применение методов изоляции и ограничения водопритоков [3];

— Оптимизация работы нагнетательных и добывающих скважин. [2]

Выводы: Прорывы воды и газа оказывают негативное влияние, как на объёмы добычи нефти, так и на эффективность работы скважинного оборудования, что говорит об особой важности решения этой проблемы.

С помощью предложенных методов регулирования процесса разработки можно, без крупных вложений, добиться существенного снижения роста конусов воды

и газа, что в дальнейшем приведёт к росту коэффициента извлечения нефти (КИН).

Литература:

1. Влияние газа на рабочие характеристики ЭЦН. — Текст: электронный // studopedia.su: [сайт]. — URL: (дата обращения: 27.11.2022).
2. Билянский, К. В. Борьба с обводнением скважин / К. В. Билянский. — Текст: непосредственный // Молодой ученый. — 2020. — № 7 (297). — с. 16–18. — URL: <https://moluch.ru/archive/297/67366/> (дата обращения: 26.11.2022).
3. Смолкин, А. П. Анализ мероприятий по снижению обводненности скважинной продукции на месторождениях Западной Сибири / А. П. Смолкин. — Текст: электронный // earchive.tpu.ru: [сайт]. — URL: (дата обращения: 27.11.2022).
4. Образование водяных и газовых конусов. — Текст: электронный // studfile.net: [сайт]. — URL: (дата обращения: 27.11.2022).

Перспективы развития высокоскоростных пассажирских перевозок в международном сообщении

Иванова Татьяна Дмитриевна, студент
Российский университет транспорта (МИИТ) (г. Москва)

В статье рассмотрена сущность пассажирских перевозок, представлены основные характеристики видов транспорта, обоснована актуальность развития транспортной системы.

Ключевые слова: высокоскоростные пассажирские перевозки, пассажирооборот, транспортная система, перспективы развития, зарубежные страны.

Мировой опыт строительства и эксплуатации высокоскоростных железных дорог в Европе и Азии показывает, что реализация таких проектов может создать основу для динамичного роста экономики страны и, наряду с собственной эффективностью, выступить катализатором развития промышленности, экономического подъема городов и регионов. Экономическое и социальное процветание Российской Федерации тесно связано с развитием железнодорожной сети, при этом ключевым направлением является расширение высокоскоростного транспорта между крупнейшими городами страны.

Современные высокоскоростные поезда развивают скорость 350–400 км/ч в обычном режиме и 560–580 км/ч в тестовом режиме. Быстрое обслуживание и высокие скорости делают их серьезными конкурентами другим видам транспорта, а высокий пассажиропоток, присущий железным дорогам, позволяет поддерживать низкие тарифы.

Главная задача высокоскоростных пассажирских перевозок — ускорение темпов экономического роста и повышение качества жизни населения России за счет создания сети скоростного и высокоскоростного железнодорожного сообщения, обеспечивающего оптимальное для пассажиров соотношение скорости и безопасности, комфорта и стоимости проезда.

Современное состояние пассажирского транспорта в Российской Федерации

По данным Федеральной службы статистики, в 2022 г. наибольшее количество пассажиров (7,697 млн.) пришлось на автобусный транспорт. Метро (2,189 млн.), трамваи и троллейбусы (1,649 млн.), железнодорожные (876 миллионов) и воздушные (71 миллион).

Так, согласно Транспортной стратегии Российской Федерации, принятой в 2008 году и действующей до 2030 года, на первый план выходит ориентация на следующие аспекты:

- повышение безопасности транспортных средств;
- сбалансированное развитие транспортной инфраструктуры для формирования единого транспортного пространства;
- улучшение транспортной инфраструктуры;
- обеспечение интеграции в глобальное транспортное пространство;
- обеспечение доступности и качества транспортных услуг (включая пассажирский транспорт).

Пассажирский транспорт средней дальности является наиболее эффективным, его основные отличия от других видов транспорта заключаются в следующем: безопасность, низкая стоимость и скорость, а также недоступность в определенных районах страны.

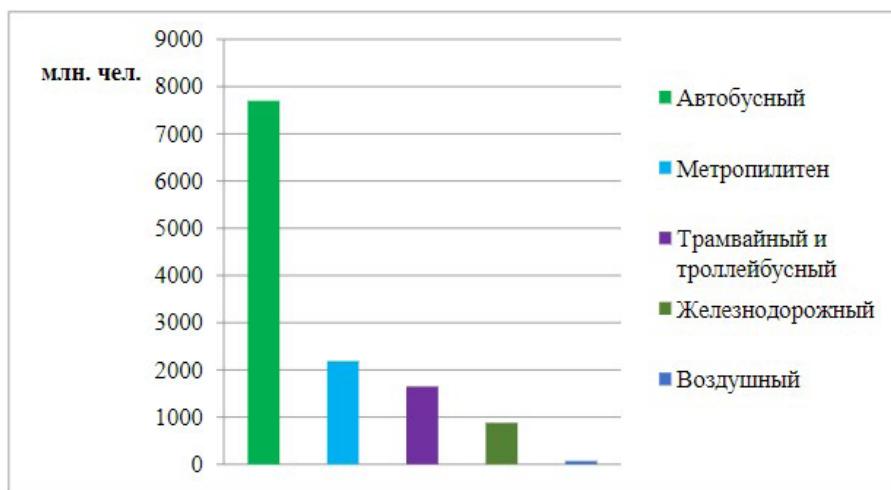


Рис. 1. Соотношение видов транспорта, применяемых в пассажирских перевозках

В настоящее время Российская Федерация находится в фазе динамичного расширение железнодорожной сети (2016–2030): техническое и научное развитие железной дороги планируется довести до мирового уровня.

Кроме того, согласно Стратегии развития Российской Федерации до 2030 года, пассажирский транспорт должен выйти на уровень мирового класса с высококачественными услугами и необходимой плотностью дорожной инфраструктуры. В то же время важно создать транспортную систему и транспортные пункты, учитывающие технологическую цепочку, мультимодальные связи и меры безопасности, необходимые в связи с распространением коронавирусной инфекции. В других странах транспортные системы в секторе пассажирского транспорта считаются наиболее полными и развитыми, а качество и безопасность предоставляемых услуг также считаются высокими.

В последние годы особое внимание уделяется модернизации транспортной инфраструктуры. Это свя-

зано с тем, что каждая страна нуждается в развитии экономических факторов, что проявляется в интенсивности развития транспортных центров, экономических связей и мобильности передвижения граждан. Например, в странах Европейского союза (Германии, Италии, Чехии, Финляндии, Франции) при перевозке пассажиров возникают проблемы включающие высокое потребление невозобновляемых отходов (нефтепродуктов), транспортные аварии, негативное воздействие на окружающую среду и транспортные заторы в некоторых районах. В связи с этим, к основным тенденциям развития высокоскоростных пассажирских перевозок относятся такие, как совершенствование функционирования пассажирского транспорта, развитие взаимодействия между раздельными видами транспорта — переход на интермодальность, а также цифровизация всех видов транспорта

Литература:

1. Федеральная служба государственной статистики [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://rosstat.gov.ru/about> (дата обращения: 28.09.2021).
2. О транспортной стратегии Российской Федерации: Распоряжение Правительства РФ от 22.11.2008 № 1734-р [Электронный ресурс]. — Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_82617/ (дата обращения: 30.09.2021).
3. Доможирова, А. Д. Основные факторы, влияющие на пропускную и провозную способности, в условиях современной системы организации вагонопотоков // Молодая наука Сибири. — 2019. — №.
4. Технический регламент о безопасности высокоскоростного железнодорожного транспорта (утв. постановлением Правительства РФ от 15 июля 2010 г. N 533)

Вакуумированный фрактальный солнечный коллектор

Кибишов Адылхан Талгатович, преподаватель

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

Исройлов Фахриддин Мурадкасимович, старший преподаватель

Джизакский политехнический институт (Узбекистан)

Ерназар Камал Ерназарулы, студент магистратуры

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

В работе рассматриваются вопросы, связанные с тепловыми характеристиками вакуумированного фрактального солнечного коллектора (ВФСК). Описываются конструктивные характеристики (ВФСК). Предлагается расчетный алгоритм выработки тепловой энергии данным коллектором в течение года. Оценивается его теплопроизводительность исходя из солнечной инсоляции.

Ключевые слова: фрактальный солнечный коллектор, вакуумированное пространство, абсорбер из полимерных труб, испытания в нестационарном режиме, площадь абсорбера, апертурная площадь, площадь брутто.

Ведение. Абсорбера солнечного излучения являются одним из основных элементов конструкции коллекторов, от которого зависят как энергетические, так и экономические показатели солнечных систем теплоснабжения.

Главными достоинствами коллекторов солнечного тепла являются: высокая эффективность процесса даже в условиях минусовой температуры; легкость установки всей конструкции; противоветровая устойчивость коллектора; продолжительность работы.

Применяемые в настоящее время конструкции абсорбера выполняются в большинстве коллекторов из металлов. При этом, как правило, применяются дорогие виды материалов — медь, нержавеющая сталь, реже — менее дорогие, например алюминиевые сплавы. Это удорожает коллекторы и увеличивает их вес. Возможности по снижению их стоимости практически исчерпаны. Создание конструкций, основанных на использовании полимерных материалов, является перспективным направлением дальнейшего развития низкотемпературных солнечных технологий [1,2].

Целью работы является исходя из конструкции вакуумного фрактального солнечного коллектора показать расчет выработки тепловой энергии

Метод решения. Апертурная и абсорберная площадь солнечного коллектора определяет в конечном счете мощность и производительность его работы. Это очень важный момент для анализа всей гелиосистемы, поскольку это позволяет правильно охарактеризовать тот или иной солнечный коллектор и позволяет корректно сравнивать показатели. Зачастую в литературе и техническом описании продукта, производителем не всегда точно указывается какая же площадь имеется ввиду для некоторых данных.

Нами была разработана совершенно новый тип солнечного коллектора [3].

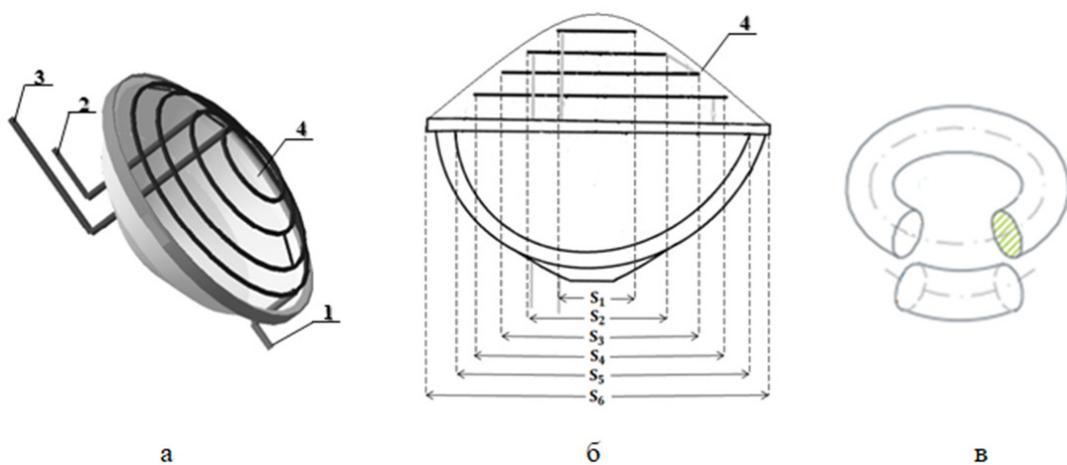


Рис. 1. Вакуумированный фрактальный солнечный коллектор: а — общий вид ВФСК; б — разрезной вид ВФСК; в — вид торOIDального абсорбера

Здесь: S_1 — площадь первого абсорбера; S_2 — площадь второго абсорбера; S_3 — площадь третьего абсорбера;

S_4 — площадь четвертого абсорбера; S_5 — апертурная площадь; S_6 — площадь брутто; 1 — вход холодной воды;

2,3 — выход теплой воды различной температуры; 4 — вакуумированная поверхность из прочного бромосиликатного стекла.

Расчёт количества солнечной энергии, воспринимаемой фрактальным солнечным коллектором в течение одного дня, произведем для параболического концентратора. Такой расчет сводится к вычислению следующего интеграла:

$$Q(d) = \frac{1}{2} \int_{-t^*(d)}^{t^*(d)} (I \cos i dS_1 + I \cos idS_2 + I \cos idS_3 + I \cos idS_4) dt \quad (1)$$

где $0 \leq d \leq 364$

Радиусы торOIDных абсорберов:

$$r_1 = 0.3 \text{ м } r_2 = 0.25 \text{ м } r_3 = 0.20 \text{ м } r_4 = 0.15 \text{ м}$$

Радиус параболического концентратора:

$$r^* = 0.35 \text{ м}$$

Длина торOIDных абсорберов:

$$l_1 = 2\pi r_1 = 2 * 3.14 * 0.3 = 1.884 \text{ м};$$

$$l_2 = 2\pi r_2 = 2 * 3.14 * 0.25 = 1.57 \text{ м};$$

$$l_3 = 2\pi r_3 = 2 * 3.14 * 0.20 = 1.256 \text{ м};$$

$$l_4 = 2\pi r_4 = 2 * 3.14 * 0.15 = 0.942 \text{ м};$$

Здесь φ - географическая широта местности(43° для г. Туркестана), а $\delta=23.5^\circ \sin(2\pi d/365)$ — угол склонения.

$$\delta=23.5 \sin(2\pi d/365)=23.5^\circ$$

В формуле(1) d — число дней, прошедшее со дня весеннего равноденствия (22 марта). Интервал времени от восхода солнца до захода $-t^*(d) \leq t \leq t^*(d)$ определяется величиной

$$t^*(d) = \frac{12}{\pi} \arccos(-\tan \varphi \tan \delta). \quad (2)$$

$$t^*(d) = \frac{12}{\pi} \arccos(-\tan \varphi \tan \delta) = \frac{12}{\pi} \arccos(-\tan 43^\circ \tan 23.5^\circ) = 6.12$$

Поверхность $S(S_1, S_2, S_3, S_4)(t)$ представляет собой освещённую часть внешней поверхности абсорберов коллектора в момент времени t . Интенсивность солнца I зависит от его высоты h_s и представляет полную энергию, поступающую в единицу времени на единицу поверхности, обращённую непосредственно к солнцу.

На рисунке 2 представлена линейная аппроксимация зависимости интенсивности солнца от его высоты h_s солнца [4].

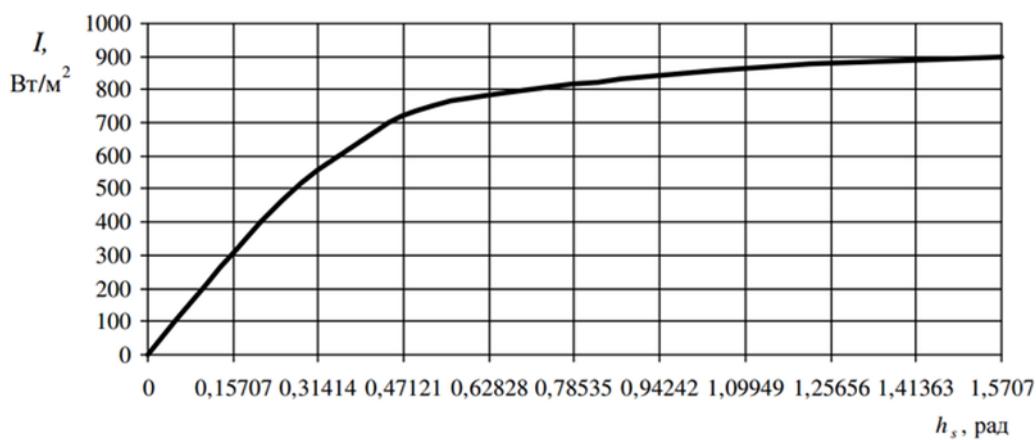


Рис. 2. Зависимость солнечной интенсивности от высоты солнца

Поскольку высота солнца зависит от времени суток и от дня в году, то отсюда получаем зависимость $I(t)$ для каждого дня. В формуле (1) величина $I(t) \cos i$ — интенсивность солнечного излучения, падающего на горизонтальную поверхность под углом i к нормали в определённой точке этой поверхности. Значение угла i также зависит от времени.

Чтобы оптимально ориентировать фрактальный солнечный коллектор, необходимо произвести сравнение общего количества полученной им энергии для различных его положений относительно горизонта. Количество солнечной энергии, воспринимаемое фрактальным коллектором за весь год, можно записать как:

$$Q_a = \sum_{d=0}^{365} Q(d) \quad (3)$$

где $Q(d)$ вычисляется по формуле (1).

Ориентацию солнечного коллектора относительно горизонта будем определять величиной угла наклона α вертикальной оси коллектора к горизонту. Начало отсчёта этого угла α производится от северного направления ($\alpha = 0^\circ$) и заканчивается южным ($\alpha = 180^\circ$).

В результате вычисления интеграла (1) для различных значений d получим усреднённую по всем дням года величину площади освещённой апертурной площади фрактального коллектора. Её значение можно записать как

$$S^* = B(\alpha) \cdot 2\pi r^* l^* \quad (4)$$

где $B(\alpha)$ — коэффициент, значение которого зависит от ориентации солнечного коллектора; r^* — внешний радиус тороидального абсорбера; l^* — её длина.

$$\begin{aligned} S^* &= \pi(r^*)^2 = 3.14 * (0.35)^2 = 0.39 \text{ м}^2 \\ l^* &= 2\pi r^* = 2 * 3.14 * 0.35 = 2.198 \text{ м} \\ B(d) &= \frac{S^*}{2\pi r^* l^*} \end{aligned}$$

Если функцию $Icosi$ усреднить по пространству и времени за один день величиной $IC(d)$, то тогда интеграл (1) приближённо можно представить в следующем виде:

$$Q(d) = 1/2 (I(d) \cdot 2t^*(d) \cdot B(\alpha) \cdot 2\pi r^* (L_1 + L_2 + L_3 + L_4)) \quad (5)$$

$$\begin{aligned} Q(d) &= IC(d) * 2 * t^*(d) * B(d) * 2\pi r^* (l_1 + l_2 + l_3 + l_4) * \frac{1}{2} = IC(d) * 2 * t^*(d) * \frac{S^*}{2\pi r^* l^*} * 2\pi r^* (l_1 + l_2 + l_3 + l_4) * \frac{1}{2} \\ &= IC(d) * 2 * t^*(d) * \frac{S^*}{l^*} * (l_1 + l_2 + l_3 + l_4) * \frac{1}{2} \\ &= 289.297 * 2 * 6.12 * \frac{0.39}{2.198} * (1.884 + 1.57 + 1.256 + 0.947) * \frac{1}{2} = 1.8 \text{ кВт} * \text{ч} \end{aligned}$$

Ниже для двух отрезков изменения аргумента d функция $IC(d)$ представлена в виде приближения полиномами четвёртой степени для следующих значений: внешнего радиуса фрактальных тороидов $r_1 = 0.3 \text{ м}$, $r_2 = 0.25 \text{ м}$, $r_3 = 0.20 \text{ м}$, $r_4 = 0.15 \text{ м}$, $r^* = 0.35 \text{ м}$, радиуса параболического концентратора 0.4 м , количества фрактальных абсорбиров 4, $\alpha = 90^\circ$ и для географической широты местности (г.Туркестан) $\phi = 43^\circ$

$$IC(d) = 289.297 + 1.431d - 0.0132d^2 + 5.824 \cdot 10^{-5}d^3 - 1.564 \cdot 10^{-7}d^4, 0 \leq d \leq 200$$

Таким образом, формула (5) с учётом приведенной полиномиальной аппроксимации подынтегральной функции даёт возможность вычислять количество энергии, принятой солнечным коллектором в течение определённого дня года. Вычислив сумму (2), имеем количество тепла, получаемого коллектором за год при вертикальной ориентации оси коллектора:

$$Q_{90^\circ} = \sum_{d=0}^{364} Q(d) = 1.8 * 121 = 217.8 \text{ кВт} * \text{ч} \quad (6)$$

На рисунке 3 представлена зависимость количества тепловой энергии, накопленной фрактальным солнечным коллектором за год, от угла наклона α . Расчёт проведен согласно формуле (2) с учётом аналогичной аппроксимации (3) для различных значений α .

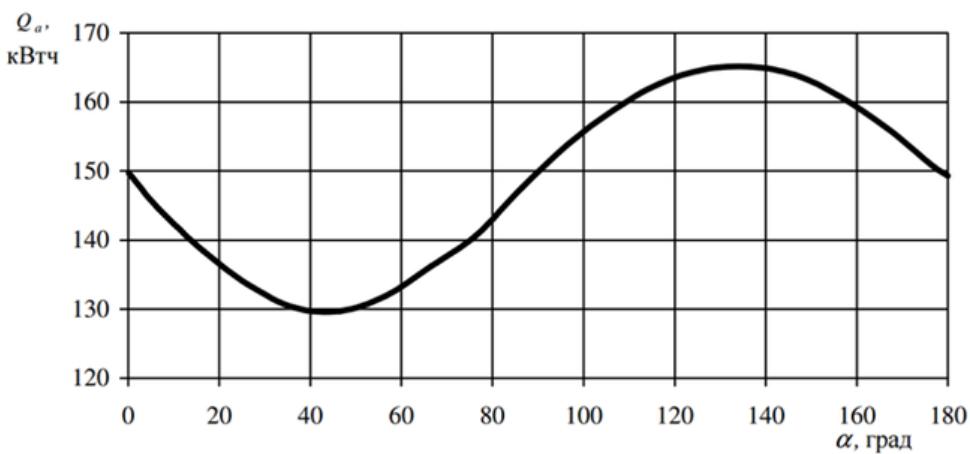


Рис. 3. Зависимость количества солнечной энергии, накопленной сферическим коллектором за год, в зависимости от угла наклона α

Для возможности практического использования полученных результатов приведём приближённые выражения для величины Q_α :

$$Q_\alpha \approx \begin{cases} 217.8 - 51.135\alpha + 33.028\alpha^2 & 0 \leq \alpha < \frac{\pi}{2} \\ 22.252 + 122.108\alpha - 26.110\alpha^2 & \frac{\pi}{2} \leq \alpha \leq \pi \end{cases} \quad (7)$$

Оптимальное значение угла наклона фрактального солнечного коллектора составляет $\alpha \approx 135^\circ$, а приближение (7) даёт значение $133,97^\circ$.

В итоге определён оптимальный угол наклона фрактального солнечного коллектора в зависимости от широты местности, на которой он установлен. Именно при таком угле наклона коллектора будет получено максимальное количество накопленной за год солнечной энергии.

Выводы. Рассмотрены методические основы определения пропускательно-поглощающей способности вакуумированного фрактального солнечного коллектора(ВФСК) с абсорбером из полимерных тороидов. Приведенные расчетные алгоритмы в принципе будут отражать пропускательно-поглощающей способности ВФСК. Испытания проводился при подходящих внешних условиях по стабильности солнечного излучения и температуре окружающей среды. Важным является также то, что с целью уменьшения влияния неточности тепловых потерь ВФСК абсорбера заполнялись водой с температурой более низкой, чем температура окружающей среды, при которой предполагается проведение экспериментов. Основными величинами, влияющими на точность определения являются: данные о теплофизических свойствах материала труб абсорбера, продолжительность интервала нагрева, стабильность внешних условий (интенсивность облучения коллектора, направление и сила ветра, температура окружающей среды).

В дальнейшем представляется необходимым провести сравнение результатов определения пропускательно-поглощающей способности ВФСК коллектора с торoidalным полимерным абсорбера, оценки КПД, оценки теплового баланса и разработка математической модели работы ВФСК.

Литература:

1. Суханов, М. Я., Рустамов Н. Т. Фрактальный солнечный коллектор // Молодой ученый. — № 13(303). — 2020, ст. 40–44.
2. Ермуратский, В. В. Определение коэффициента тепловых потерь коллектора солнечной энергии с абсорбера из полимерных труб. Проблемы региональной энергетики. 2009, № 3, http://ieasm.webart.md/data/m71_2_120.doc.
3. Рустамов, Н. Т., Мейрбеков А. Т., Корганбаев Б. Н. Фрактальный солнечный коллектор. Патент № 2639 на полезную модель от 22.01.2018.
4. А. И. Ценципер, О. Костиков, Н. А. Сафонов, Я. Н. Буштец Сферический солнечный коллектор «Пробл. машиностроения», 2015, Т. 18, № 3

Технология 3D-печати в области обслуживания и ремонта автомобильного транспорта

Кирасиров Олег Михайлович, кандидат технических наук, доцент;
Тендетник Денис, студент магистратуры
Омский государственный аграрный университет имени П. А. Столыпина

В статье проведен анализ текущего состояния по применению и внедрению технологии 3D-печати в области технического обслуживания автомобильного транспорта. Какое место 3D-принтеры занимают место на производственных площадках СТОА и автомобильных заводах.

Ключевые слова: 3D-технологии, автотранспорт, в обозримом будущем, развитие, материал, производство.

Трехмерная печать в автомобилестроении стала пока не привычкой, но довольно распространённой технологией с помощью, которой на текущий момент решается множество задач — от создания прототипов, деталей узлов до изготовления оснастки и пресс форм. В профессиональной 3D-печати применяются материалы: металл в виде порошка, пластик в форме нитей, гранул, порошка, а также воск, гипс.

Внедрение 3D-печати в автомобильную промышленность произошло в середине 80-х годов. Первой в мире технологией 3D-печати была Стереолитография [1]. Уже в 1988 году компания Ford начала использовать данную технологию для изготовления отдельных деталей прототипов автомобилей, оснастки, ручного инструмента для своих производств [2].

Адаптивные технологии не стояли на месте, развивались и к настоящему времени они нашли широкое при-

менение в индустрии кастомизации (тюнинга). Применение 3D-печати в тюнинге открывает возможность для создания разнообразных элементов интерьера и экстерьера автомобиля. В отличии от традиционных способов, изготовления с помощью 3D-печати не требует большого количества времени и ручного труда, опыта и квалификации мастера. Специалист, работая с цифровой копией, может за минуту создать несколько вариантов детали, и при изготовлении конечной модели может подобрать множество материалов с заданными свойствами.

Изготовленный полностью автомобиль с применением 3D-принтера — это не будущее, а текущая реальность. Например, Ivan Sentch воплотил свою мечту в жизнь, построив самостоятельно автомобиль Джеймса Бонда Aston Martin DB4 (рис. 1) [3].



Рис. 1 [3]

Автомобили будущего становятся автомобилями настоящего, поскольку автономные транспортные средства начинают выходить на улицы, а производители демонстрируют автомобили, напечатанные на 3D-принтере. К примеру, технологический университет Суинберна сотрудничает с Инновационным производственным кооперативным исследовательским центром (IMRCC) и Tradiebot Industries в рамках проекта под названием Repair Bot, в котором будут использоваться 3D-печать, робототехника и современные материалы для разработки автоматизированной службы ремонта пластиковых деталей автомобилей. Цель проекта Repair Bot состоит в том, чтобы роботы могли ремонтировать эти сложные элементы, а не тратить деньги и материалы на дорогостоящие запасные части. Используя 3D-сканирование и 3D-печать, сервис отремонтирует автомобили в тот же день, когда они были доставлены.

Проект создаст реальные и значительные возможности для экспорта и принесет выгоду для окружающей среды за счет сокращения количества отходов. Tradiebot также предоставит отрасли новые навыки будущего, поскольку все больше процессов будет автоматизировано.

Проект Repair Bot будет иметь большое значение для развития передовых производственных технологий, в частности цифровых производственных технологий, таких как 3D-печать и робототехника.

В проекте планируют использовать новые полимерные материалы в сочетании с 3D-печатью. Ожидается, что услуга будет не только быстрой, но и недорогой, и будет сосредоточена на пластиковой отделке и сборочных компонентах.

Возникающий дефицит запасных частей и их дороговизна, приводят к необходимости внедрения и применению адаптивных технологий, в области изготовления

запасных частей методом 3D-печати. И приводит к необходимости включения 3D-принтера в перечень основного оборудования при оснащении СТОА, как, например, подъемник, диагностическое оборудование или стенд схода-развала.

Однако есть свои трудности в успешном применении данной технологии при ремонте автотранспорта. Факторы, определяющие развитие адаптивных технологий в будущем:

1. Материалы

Разработка и применения большого количества различных материалов расширяют сферу применения 3D-печати в области ремонта автотранспорта и изготовления запасных частей. Но тем самым возникают повышенные требования к материалам для поддержания прочностных характеристик, что приводит к увеличению их стоимости.

2. Качество

Детали получаемые при применение адаптивных технологий не точны и требуют постобработки, для этого необходимо применение дополнительного оборудования и ресурсов.

3. Дефицит специалистов

Внедрение адаптивных технологий сталкивается с нехваткой подготовленных специалистов и программ обучения. Обучение должно затрагивать области проектирование моделей, техническое обслуживание и ремонт автотранспорта, подготовки сырья, анализ процессов.

4. Доверие конечного пользователя.

Согласно опросам проводимым рядом изданий 72 % потребителей не готовы использовать 3D-запчасти при ремонте автомобилей, 4 % согласны при условии низкой стоимости и только 24 % готовы использовать.

Литература:

- Слюсар, В. И. Фаббер-технологии: сам себе конструктор и фабрикант // Конструктор: журн. — 2002. — № 1. — с. 5–7.
- Российский автопром: дорогу аддитивным технологиям (Электронный ресурс). Режим доступа https://habr.com/ru/company/iqb_technologies/blog/440434
- Интернет ресурс: Российский автопром дорогу аддитивным технологиям-UPL <https://habr.com/ru/company/top3dshop/blog/369841>-Текст электронный.

Аддитивные технологии в области обслуживания и ремонта автомобильного транспорта

Кирасиров Олег Михайлович, кандидат технических наук, доцент;

Тендетник Денис, студент магистратуры

Омский государственный аграрный университет имени П. А. Столыпина

В статье проведен анализ текущего состояния применения и внедрения технологии 3D-печати в области технического обслуживания и ремонта автомобильного транспорта. Оценены преимущества и перспективы дальнейшего применения данной технологии в автомобилестроении.

Ключевые слова: 3D-печать, 3D-принтер, аддитивные технологии, производство, автотранспорт, материал, продукт, деталь, качество.

ЗD-печать — наиболее развивающаяся отрасль в современном мире. Ее технология используется во многих отраслях: от архитектуры и ювелирного производства до медицины и археологии. [2] Но наиболее перспективное и масштабное применение 3D-печати все же в автомобилестроении, где ее применение возможно на всех этапах производства. Начиная с этапа моделирования и прототипирования, заканчивая этапом обслуживания и ремонта автомобилей серийного производства.

История возникновения

Автором идеи 3D-печати является Хидео Кодама, доктор муниципального исследовательского института в Нагоя. В 1980 году он попытался зарегистрировать устройство, которое с помощью УФ-засветки формировало послойно жесткий объект из фотополимерной смолы. По сути он описал современный фотополимерный принтер. Но не смог вовремя собрать всю необходимую документацию для регистрации патента изобретения, и в итоге забросил свои исследования.

Позже, в 1983 году, трое французских инженеров Ален Ле Мехо, Оливье де Витт и Жан-Клод Андрэ пришли к идеи воздействия лазера на мономер для превращения его в полимер. Технология была названа ими «стереолитографией», и патент на нее был получен в 1986 году. Но институтом, в котором они работали, не была оценена перспектива использования разработки, и проект был свернут.

В то же время в США Чак Халл, работающий в компании по производству покрытий для столешниц и мебели при помощи УФ-ламп, задумался об ускорении про-

цесса производства новых конструкций изделий. Он придумал совместить УФ технологию и размещения тонкого пластика послойно. В марте 1986 года патентная заявка была одобрена. Изобретение получило название «Аппарат для создания трехмерных объектов с помощью стереолитографии». Чак Халл основал свою компанию 3DSystem и под ее маркой в 1988 году выпустил первый коммерческий 3D-принтер — модель SL1. Именно этот момент может считаться стартом 3Dтехнологии в массовом производстве. [1]

3D-печать в автомобилестроении

Первое упоминание применения 3D-печати в автомобилестроении датируется 1988 году и связывается с компанией Ford. Компанией был изучен вопрос использования 3D-печати в производстве автомобилей и подсчитано, что применение данной технологии значительно удешевляет, упрощает и ускоряет производство. [5] Следующими технологией 3D-печати стали использовать представители китайского автопрома. Позже, в начале 2000-х годов, в число компаний, использующих 3Dпечать в производстве автомобилей, вошли BMW, Mercedes, Cadillac. [4]

Вначале, технологию 3D-печати в автомобильной промышленности использовали только на этапе моделирования для создания конструкционных элементов сложных форм при создании функциональных прототипов. [6] Использование аддитивных технологий (принцип работы 3D-принтера, который заключается в последовательном нанесении слоев используемого материала) при изготовлении прототипов ускорил процесс создания в несколько раз, а также значительно удешевил процесс. Данные

«плюсы» заключаются в том, что преодолеваются ограничения сложности дизайна продукта, сокращается время разработки и последующего изготовления, а также сокращаются сроки анализа и исправления выявленных недочетов (конструктивная осуществимость, собираемость, сопоставимость с другими деталями), оптимизируется технология изготовления, повышается надежность и технологичность. [5]

Потенциал 3D-печати в обслуживании и ремонте автомобилей

Самая значительная доля из расходов для автопроизводителей приходится на массовое изготовление запасных и сменных частей, оборудования, оснастки и инструментов. [3]

По данным компании Crazy Granda Garage, при автоматизации создания кастомных деталей авто при помощи 3D-принтеров Raise3D и программы IdeaMarket стоимость производства снизилась на 50 %, срок выполнения работ сократился на 83 %. Эти цифры наглядно показывают эффективность применения 3D-печати в обслуживании и ремонте автомобиля. [6]

Факторы, стимулирующие применение 3D-печати на стадии обслуживания и ремонта автомобилей:

1. Сокращение стоимости запасных и сменных частей. В стоимость необходимой детали входит стоимость материала, используемого для изготовления, стоимость оборудования, затраты на рабочую силу, доставку и хранение. При использовании 3D-принтера на месте исключаются затраты на доставку и хранение детали. За счет широкого спектра возможных применяемых материалов при 3D-печати, есть возможность сокращения себестоимости самой детали. Сокращаются затраты оплаты рабочей силы.

2. Сокращение сроков. 3D-принтер позволяет изготовить деталь за несколько часов, в отличие от стандартных способов, занимающих от нескольких дней до нескольких недель. Также нет необходимости затраты времени на доставку детали.

3. Широкий спектр материалов для изготовления детали. В 3D-печати используются различные материалы с различными характеристиками. В автомобилестроении чаще всего используются металлический порошок, металлические сплавы, пластик, фотополимеры. Некоторые обладают повышенной ударопрочностью, какие-то повышенной износостойчивостью или термостойкостью. Есть материалы с повышенной устойчивостью к механическим нагрузкам и атмосферостойкостью. При этом разрабатываются новые материалы. Исходя из требований к необходимой детали, производитель сам выбирает материал для изготовления требуемой детали.

4. Возможность изготовления сложных деталей. Некоторые детали имеют сложный конструкторский дизайн, имеют сложную геометрию, сочетают в себе несколько видов материалов. Возможность 3D-принтера позволит уточнить все тонкости и использовать разные материалы

для изготовления целостной модели с требуемыми характеристиками, уменьшая количество «слабых точек».

5. Высокая точность изготовленной детали. Благодаря 3D-сканеру получают точную модель детали, которую переводят в цифровой формат. Точность изготовленной на 3D-принтере детали после «оцифровки» 3D-сканером составляет порядка 99 %. [7] Это дает гарантию уверенности, что изготовленная деталь будет точной копией требуемой. На 3D-принтере возможно наиболее точно повторить ее, учитывая все нюансы: конфигурация, тонкость, формы, фактура. [3]

6. Уникальность. 3D-печать позволила производить детали, которые другими, традиционными способами, произвести нельзя. Особенность конструкции, требования к эксплуатационным характеристикам, сроки исполнения — факторы, которые склоняют к использованию 3D-принтера. Самый яркий пример фактора уникальности — моноблочный суппорт тормоза от Bugatti. 3D-технологии позволили изготовить его из титанового сплава, а не из титана, что значительно удешевило, упростило и ускорило процесс изготовления. А за счет тонких стенок деталь получилась легче почти в два раза, что, в свою очередь, улучшило общие эксплуатационные характеристики автомобиля в целом. [5]

7. Автоматизированное проектирование. Имея каталог цифровых моделей деталей, зная количество требуемого материала и сроки изготовления, легко прогнозируется план работы, сроки исполнения.

8. Индивидуальный подход. Сфер для применения индивидуального подхода в автомобилестроении несколько.

Во-первых, это использование 3D-технологий при прототипировании в проектировании и построении спортивных болидов. Для примера можно взять успешное использование этой технологии компанией Renault Sport Formula One: небольшая группа инженеров-разработчиков изготавливает и испытывает сотни деталей в неделю, что позволяет разрабатывать новые по итогам испытаний и успешно устанавливать их на болиды. [5]

Во-вторых, изготовление деталей для не очень большого, но ценного числа «ретро-автомобилей». Производство таких авто прекращено, как и выпуск запасных деталей для них. Но технология 3D-печати позволяет восстановить и изготовить требуемую деталь с подходящими характеристиками. Пример такого использования — это немецкая компания Porshe, которая в 2018 году объявила об использовании ими 3D-печати при производстве запасных частей для редких и коллекционных автомобилей их марки. [3]

В-третьих, широкое применение 3D-печати в индустрии кастомизации (тюнинга). Владельцам автомобилей зачастую хочется иметь не только качественный автомобиль, но автомобиль, который бы отличался или характеризовал владельца. Применение 3D-печати позволяет изготавливать нестандартные запасные или сменные детали. Чаще всего это касается интерьера или экстерьера

автомобиля, элементов отделки. При этом у клиента есть возможность выбора материала, цвета, текстуры. Например, японский Daihatsu позволил своим клиентам модели Copen заказывать индивидуальные панели для передних и задних бамперов с вариацией в 15 рисунков и 10 цветов. [6]

9. Готовые к эксплуатации изделия. Полученные на 3D-принтере детали не требуют какой-либо дополнительной обработки, сборки, окрашивания, нанесения защитного материала. Деталь полностью готова к использованию.

10. Устранение «человеческого» фактора. Изготовленная деталь на 3D-принтере на 99 % процентов будет соответствовать заданным характеристикам. [7] Это снижает возможность «брата» в несколько раз. Для изготовления 3D-деталей используются меньшие объемы производства, соответственно уменьшается количество используемой рабочей силы и ручного труда (измерение замеров, выполнение бумажных чертежей, выполнение форм для изготовления деталей и т.д.).

11. Изготовление оборудования, оснастки и инструментов. При использовании 3D-печати, зачастую происходит усложнение производства, что требует нового оборудования, оснастки и инструментов. При традиционном опыте, работы на разработку и производство новых вспомогательных приспособлений могут уйти недели. При ис-

пользовании аддитивных технологий требуемый продукт может быть разработан, апробирован и изготовлен на месте и в кратчайшие сроки. [3] Например, компания Pankl Racing Systems для изготовления ряда необходимых инструментов и приспособлений при производстве деталей коробок передач, использует комплекс SLA 3D-принтеров Formlabs. Это позволило сократить время изготовления вспомогательного оборудования на 90 %, а расходы — на 80–90 %. [6]

12. Забота об экологии. В плане экологичности процесс производства при помощи 3D-технологий даст фору привычным традиционным процессам. 3D-печать практически безотходная, с малым выбросом вредных веществ, потребляет гораздо меньше энергии, и часто используемый материал является уже вторсырем.

Технологический процесс не стоит на месте. Он бурно развивается, выбирая оптимальные пути. Появление аддитивных технологий привело к новому этапу развития автомобилестроения. При их помощи сократились сроки производства деталей, повышенены качества производимых продуктов, уменьшен процент брака, сокращены расходы производства. Применение 3D-печати «на месте» (при текущем обслуживании и ремонте автомобиля) повысило клиентоориентированность и клиентозаинтересованность. Все это привело к увеличению рынка сбыта и повышению доходности производства.

Литература:

1. Корнвейц, А. «Краткая история появления 3D-печати» / [электронный ресурс iQB Technologies] — 23 апреля 2021 // код доступа <https://habr.com/ru/post/553958/>
2. Михайлова, А. Е., Дошина А. Д. «3D-принтер — технология будущего» // Молодой ученый. — 2015. — № 20. — с. 40–44.
3. Родин, М. «Автомобилестроение» / [электронный ресурс I3D] — 10 мая 2020 // код доступа <https://i3d.ru/blog/brend-3d-printery-materialy/3dgence/avtomobilestroenie2/>
4. Савинич, Р. «Добрались и до S-класса. Как уже сейчас на 3D-принтере создают автомобильные запчасти» / [электронный ресурс Автобизнес] — 22 октября 2016 // код доступа <https://abw.by/industry/2016/10/22/dobralis-i-dosklassa-kak-uzhe-seichas-na-3dprintere-sozdautsya-avtomobilnye-zapchasti>
5. «Российский автопром: дорогу аддитивным технологиям!» [электронный ресурс] iQB Technologies, 15 февраля 2019 // код доступа https://habr.com/ru/company/iqb_technologies/blog/440434
6. «5 способов, которыми 3D-печать меняет автомобильную промышленность» / [электронный ресурс] // код доступа [https://habr.com/ru/company/top3dshop/blog/498322/](https://habr.com/ru/company/top3dshop/blog/498322)
7. «3D-принтеры в машиностроении» / [электронный ресурс Globatek] // код доступа <https://globatek.ru/3d-wiki/otrasli-primeneniya-3d-printerov/machinery>

Производственные дефекты гаек и болтов

Кондрашов Алексей Денисович, студент магистратуры;
Нагайцев Денис Вячеславович, студент магистратуры;
Сыроежко Дмитрий Александрович, студент магистратуры;
Исламов Александр Максимович, студент магистратуры;
Макарова Ольга Александровна, кандидат технических наук, доцент
Волгоградский государственный технический университет

В данной статье авторами проанализированы производственные дефекты при изготовлении метизных деталей типа гаек и болтов, обоснована основная причина появления дефектов при изготовлении, методы контроля основных видов дефектов.

Ключевые слова: гайка, болт, дефект, контроль, производство, заготовка, метизы, рванины, трещины, выкрашивания, резьба.

В настоящее время, метизные детали имеют большой спрос на рынках, ведь все конструкции, изделия очень редко обходятся без каких-либо крепежных систем. Во время производства крепежных деталей, на различных этапах производства, могут возникать различные процессы дефектовки. В России, в настоящее время, процесс дефектов при производстве очень большой, и их следует устранять на этапах производства калиброванного про-ката.

Получаемые детали являются незаменимы во всех сферах строительства и машиностроения, для производства которых применяют различные специализированные технологии и оборудование. Популярность спроса на продукцию из металла, которые являются незаменимым помощником при сборке любых элементов, рост конкуренции среди изготовителей, требуют увеличения качества изделий и эксплуатационной надёжности метизных изделий.

Для проверки качества готовых изделий по эксплуатационным характеристикам, изготовитель продукции производит испытание нескольких изделий из каждой партии. Если продукт соответствует нормам государственного стандарта, то партия идет на реализацию, если происходит неудовлетворение результатам испытания, партия бракуется. Самый распространённый и доступный метод контроля — визуальный. Все готовые изделия не должны содержать в себе различные дефекты, например:

- трещин (напряжения, штамповочных);
- раскатанных пузырей;
- разрывов металла;
- рябины;
- складок;
- следов от инструмента;
- сколов;
- повреждений вершины резьбы;
- заусениц.

Максимально допустимые предельные величины дефектов указаны в ГОСТе. Для более точной проверки используются дополнительные методики, например, металлографическая (применяют метод глубокого травления

поверхности, магнитные испытания), фотоэлектрический (для определения химического состава стали). При подозрении на низкое качество изделий, с целью создания доказательной базы для предъявления претензий физические, юридические лица могут инициировать тестовые испытания, проведение экспертизы. [1]

Главными критериями выступают нормы ГОСТов на определённый вид метизной продукции. При исследовании крепёжных изделий эксперты проверяют базовые технические характеристики:

- размеры резьбы;
- диаметр окружности, длину, глубину, ширину (выбор параметров зависит от вида метизного изделия);
- отклонение от симметричности.

В ходе проверки используются универсальные измерительные инструменты, шаблоны, контрольные матрицы, аттестованные с методиками измерения. [1]

Поверхностные дефекты практически не оказывают влияния на результаты механических испытаний при статическом нагружении. Однако дефекты поверхности горячекатаного проката (закаты, плены, риски, волосовины и пр.) способствуют появлению трещин, рванин, пор при дальнейшей пластической деформации методом волочения. Они остаются на поверхности после обжатия металла при прохождении его через волоки. Все перечисленные виды дефектов могут раскрываться при штамповке и термообработке в виде трещин, приводя к отбраковке готовых изделий. Поэтому при наличии значительного количества поверхностных дефектов калиброванный прокат, подготовленный по различным технологическим вариантам, даже с высокими значениями механических характеристик и имеющий оптимальную структуру, может оказаться совершенно непригодным для дальнейшего изготовления из него болтов методом холодной высадки. [2, с. 2]

В дальнейшем ходе работы хочется более подробно остановится на разных типах производственных дефектов метизных изделий.

В качестве основного дефекта метизных изделий хочется сказать о трещинах. Трещины представляют собой

разрушения, возникающие на границах и внутри кристаллов, а также в месте расположения неметаллических включений, в результате перенапряжения металла в процессе обработки. Когда изделия с трещинами подвергаются нагреву, то поверхность трещины обычно покрывается окалиной.

Трещины напряжения могут возникнуть в процессе термической обработки вследствие термических и деформационных напряжений. Трещины напряжения обычно располагаются произвольно на поверхности изделия.

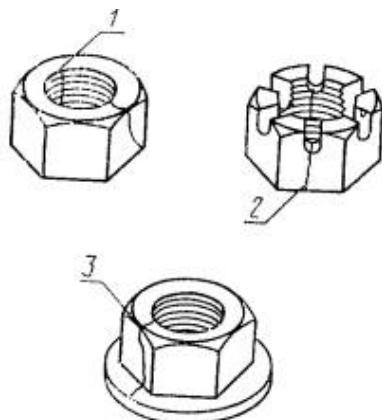


Рис. 1. Трещины напряжения: 1 — трещина напряжения в резьбе; 2 — трещина напряжения на поверхности под ключ; 3 — трещина напряжения, распространяющаяся на торцевую, боковую поверхности и фланец (бурт)

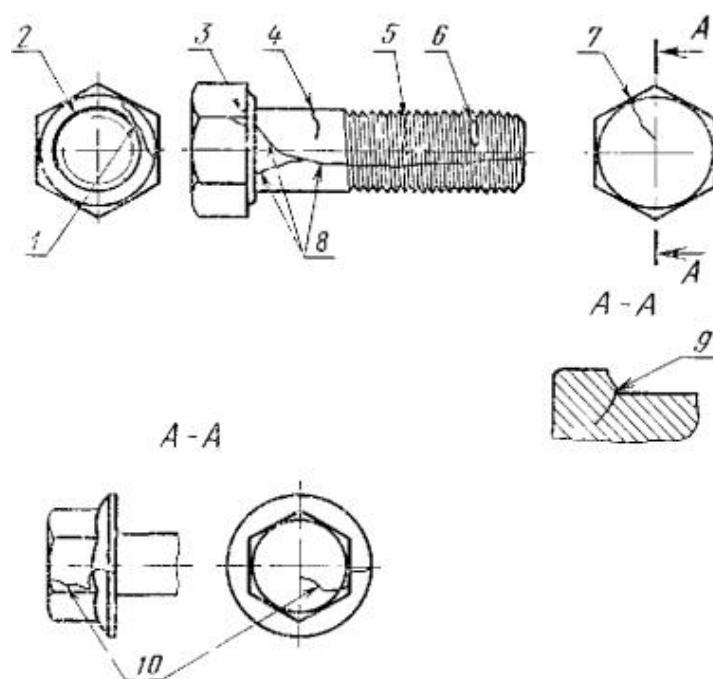


Рис. 2. Типичные трещины напряжения: 1 — трещина напряжения на опорной поверхности головки; 2 — трещина напряжения круговая на радиусе под головкой болта или винта; 3 — трещина напряжения на ребре шестигранника; 4 — трещина напряжения в поперечном направлении; 5 — трещина напряжения во впадине резьбы; 6 — трещина напряжения на вершине резьбы; 7 — поперечная трещина напряжения на торце головки, часто имеющая продолжение на стержне и на боковой поверхности головки; 8 — трещины напряжения в продольном направлении; 9 — трещина напряжения с радиальным проникновением внутрь радиуса под головкой; 10 — трещина напряжения.

В качестве следующего дефекта можно выделить равнины, которые представляют собой открытые разрывы

в металле и возникают в местах, которые больше всего подвергаются деформации. [3]

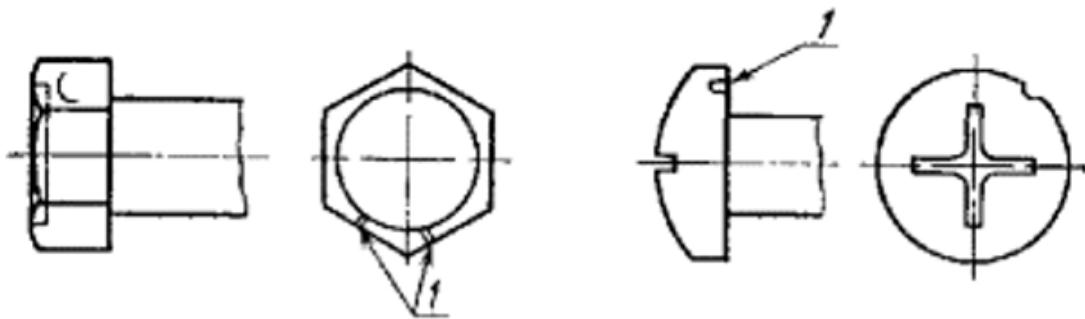


Рис. 3. Рванины: 1 — рваница

Еще немаловажным дефектом изделий зачастую выступает повреждение резьбы. Повреждения резьбы — это

рванины или выкрашивания по профилю резьбы, образующиеся при операциях нарезки или накатки резьбы. [3]

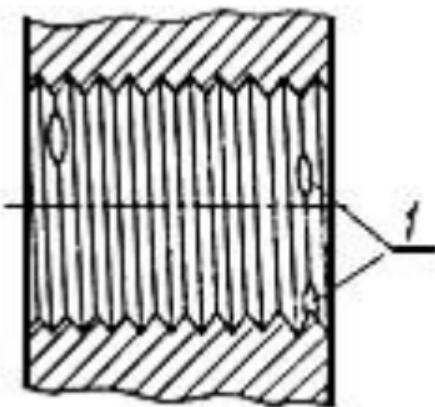


Рис. 4. Повреждения резьбы: 1 — рваницы или выкрашивания по профилю резьбы

В качестве заключения всего выше сказанного, хочется установить, что определяющим фактором прочности горячих метизных изделий является увеличение качества калиброванного проката повышенной прочности, меха-

нические характеристики которого сгруппировались на этапах термической и пластической обработки из горячекатаного проката. [3]

Литература:

- Специфика производства метизов и способы оценки качества изделий. — Текст: электронный// Stroylegko: [сайт]. — URL: <https://stroylegko.com/prochee/specifika-proizvodstva-metizov-i-sposoby-ocenki-kachestva-izdeliy> (дата обращения: 13.02.2023).
- Влияние поверхностного и структурного состояния на качество проката для болтов / А. А. Филиппов, Г. В. Пачурин, В. И. Наумов, Н. А. Кузьмин. — Текст: непосредственный // Фундаментальные исследования. — 2015. — № 10. — с. 77–82.
- Дефекты поверхности и методы контроля. — Текст: электронный // Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов.: [сайт]. — URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200020764> (дата обращения: 13.02.2023).

Разработка технических решений по усилению схемы выдачи мощности Хабаровской ТЭЦ-4

Фаттахов Артем Ильясович, студент магистратуры;
Константинов Андрей Михайлович, кандидат технических наук, доцент
Дальневосточный государственный университет путей сообщения (г.

В статье рассматривается разработка технического решения по усилению схемы выдачи мощности Хабаровской ТЭЦ-4 мощностью 300–400 МВт, для замещения морально и физически устаревших мощностей Хабаровской ТЭЦ-1 без увеличения установленной электрической мощности относительно замещаемой станции.

Ключевые слова: электроэнергетика, баланс мощности и электроэнергии, установившийся электроэнергетический режим, трансформаторная мощность, пропускная способность электрической сети, технико-экономическое сравнение.

Хабаровский край представляет собой территорию, обладающую большим потенциалом, который по отдельным показателям значительно превышает показатели других регионов. В социально-экономическом и социально-политическом аспекте Хабаровский край является одной из наиболее динамично развивающихся дальневосточных территорий.

Экономика Хабаровского края многопрофильна, базируется на развитом и диверсифицированном промышленном производстве, а также на транспортном обслуживании магистральных грузопотоков.

Концепция стратегии развития края задает общие ориентиры будущего развития социальной и экономической системы на территории Хабаровского края для органов государственной власти края, бизнеса, потенциальных инвесторов, и является базой для разработки планов, программ, проектов, прогнозов развития региона, включающую систему целей, а также описание механизмов, которые обеспечивают их достижение.

Главной целью Стратегии развития края является формирование такой территориальной социально-экономической системы, которая обеспечивала бы высокий жизненный уровень и качество жизни населения для реализации геополитической задачи закрепления населения на Дальнем Востоке на основе формирования и развития высококонкурентной экономики при соблюдении соответствующих экологических ограничений.

В силу стратегического положения Дальнего Востока России, являющегося форпостом страны в Азиатско-Тихоокеанском регионе, необходимо повышенное внимание государства к его геополитическим, стратегическим, экономическим и демографическим проблемам, от решения которых в конечном итоге зависит благополучие всей страны.

Одним из таких приоритетных направлений деятельности края является дальнейшее развитие топливно-энергетического комплекса.

Прежде всего, комплексного подхода к техническому перевооружению и реконструкции существующих генерирующих объектов и источников энергии требует Ха-

баровская ТЭЦ-1, которая в настоящее время является основным источником теплоснабжения южной части Хабаровска.

Хабаровская ТЭЦ-1 представляет собой тепловую паротурбинную электростанцию (теплоэлектроцентраль) с комбинированной выработкой электроэнергии и тепла. Ввод в работу турбогенераторов на электростанции осуществлялся в период 1954–1976 г., в течении всего срока эксплуатации оборудования, модернизация и реконструкция не производилась, как следствие, на электростанции растет аварийность.

На основании приведенной информации, можно сделать убедительный вывод, что существующее оборудование выработало свой ресурс, технически устарело, и с точки зрения повышения надёжности энергообеспечения потребителей и ликвидации дефицита тепло- и электроснабжения прилегающих к территории Хабаровской ТЭЦ-1 муниципальных образований и микрорайонов городского округа г. Хабаровск, в том числе его южной части, на текущий момент, целесообразно выполнить его замену.

Энергосистема Хабаровского края (Хабаровская энергосистема) включает в себя объекты, расположенные на территории Хабаровского края и Еврейской автономной области, и граничит с энергосистемами Приморского края и Амурской области. В Хабаровской энергосистеме выделяют четыре энергорайона:

- Энергорайон Еврейской автономной области;
- Энергорайон Правобережной части энергосистемы Хабаровского края (Правобережье);
- Комсомольский энергорайон;
- Советско-Гаванский энергорайон.

Энергорайон Правобережье ограничиваются следующие элементы: ВЛ 500 кВ Хабаровская — Хехцир 2, ВЛ 500 кВ Приморская ГРЭС — Хехцир 2, ВЛ 220 кВ Волочаевка/т — РЦ, ВЛ 220 кВ Левобережная — РЦ, ВЛ 220 кВ Приморская ГРЭС — Бикин/т, ВЛ 220 кВ Приморская ГРЭС — Розенгартовка/т, ВЛ 220 кВ Приморская ГРЭС — НПС-36, ВЛ 110 кВ Приморская ГРЭС — Бикин.

Схема основных связей энергорайона Правобережья приведена на рисунке 1.

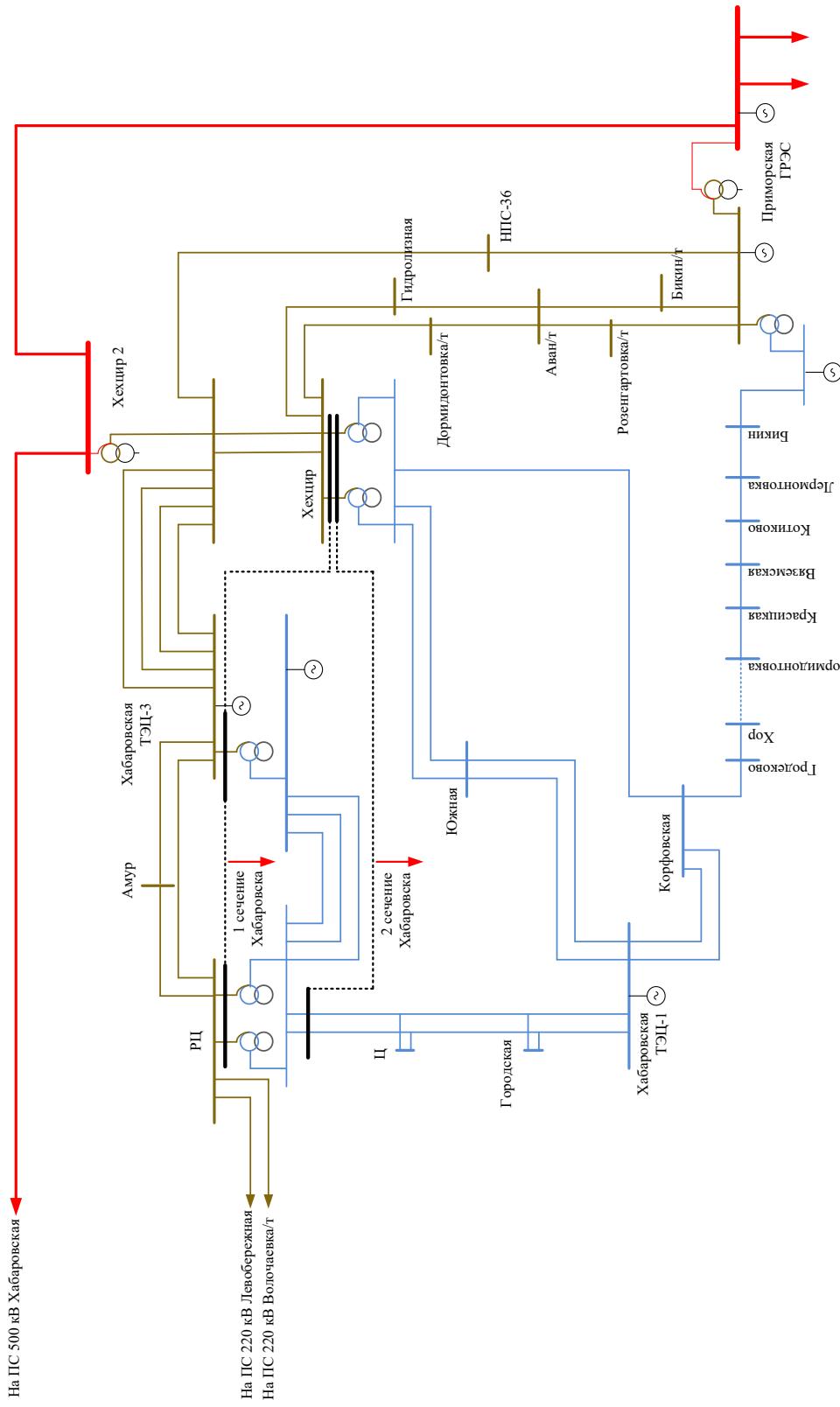


Рис. 1. Схема основных связей Правобережной части энергосистемы Хабаровского края и ЕАО

Энергорайон Правобережной части энергосистемы Хабаровского края и ЕАО включает в себя два сечения: «1 сечение Хабаровска», «2 сечение Хабаровска».

Состав контролируемых сечений энергорайона Правобережья энергосистемы Хабаровского края и ЕАО:

- «1 сечение Хабаровска»
- АТ-1 Хабаровской ТЭЦ-3;
- 1АТ ПС 220 кВ РЦ;
- 2 АТ ПС 220 кВ РЦ;
- 1 АТ ПС 220 кВ Хехцир (контроль со стороны ввода 220 кВ);
- 2 АТ ПС 220 кВ Хехцир (контроль со стороны ввода 220 кВ);
- «2 сечение Хабаровска»
- 1 АТ ПС 220 кВ Хехцир (контроль со стороны ввода 220 кВ);
- 2 АТ ПС 220 кВ Хехцир (контроль со стороны ввода 220 кВ);
- КВЛ 110 кВ Хабаровская ТЭЦ-1 — РЦ № 1 (контроль со стороны шин 110 кВ ПС 220 кВ РЦ);
- КВЛ 110 кВ Хабаровская ТЭЦ-1 — РЦ № 2 (контроль со стороны шин 110 кВ ПС 220 кВ РЦ).

В существующей схеме Хабаровская ТЭЦ-1 выдает мощность с закрытых распределительных устройств в сеть 110 кВ по восьми ВЛ 110 кВ и в сеть 35 кВ по восьми ВЛ 35 кВ:

- ВЛ 110 кВ Хабаровская ТЭЦ-1 — Южная № 1 (С-1);
- ВЛ 110 кВ Хабаровская ТЭЦ-1 — Южная № 2 (С-2);
- ВЛ 110 кВ Хабаровская ТЭЦ-1 — Горький № 1 (С-3);
- ВЛ 110 кВ Хабаровская ТЭЦ-1 — Горький № 2 (С-4);
- ВЛ 110 кВ Хабаровская ТЭЦ-1 — Корфовская № 1 с отпайками (С-5);
- ВЛ 110 кВ Хабаровская ТЭЦ-1 — Корфовская № 2 с отпайками (С-6);
- КВЛ 110 кВ Хабаровская ТЭЦ-1 — РЦ № 1 с отпайками (С-7);
- КВЛ 110 кВ Хабаровская ТЭЦ-1 — РЦ № 1 с отпайками (С-8);
- ВЛ 35 кВ Хабаровская ТЭЦ-1 — Хабаровск-2 (Т-1);
- ВЛ 35 кВ Хабаровская ТЭЦ-1 — СМ (Т-2);
- ВЛ 35 кВ Хабаровская ТЭЦ-1 — БН (Т-3);
- ВЛ 35 кВ Хабаровская ТЭЦ-1 — БН (Т-4);
- ВЛ 35 кВ Хабаровская ТЭЦ-1 — отп. Трампарк (Т-5);
- ВЛ 35 кВ Хабаровская ТЭЦ-1 — отп. Трампарк (Т-6);
- ВЛ 35 кВ Хабаровская ТЭЦ-1 — Индустриальная (Т-82);
- ВЛ 35 кВ Хабаровская ТЭЦ-1 — Индустриальная (Т-83).

Существующая нормальная схема объектов электроэнергетики, прилегающих к Хабаровской ТЭЦ-1, приведена на рисунке 2.

На основании решения [1], при разработке технических решений по усилению схемы выдачи мощности Хабаровской ТЭЦ-4 принят следующий состав основного и вспомогательного технологического оборудования:

- четыре газотурбинных установки 6F.03, производства ООО «Русские газовые турбины», с водогрейными

котлами утилизаторами, номинальная мощность каждой газовой турбины при условиях ISO составляет 82,4 МВт;

— четыре генератора ТФ-90Г-2УЗ, производства НПО «Элсиб» ПАО, с независимой системой возбуждения (с подключением на шины СН 6 кВ);

— блочные повышающие трансформаторы 125 МВА, трехобмоточные трансформаторы связи 63 МВА.

Нагрузка собственных нужд Хабаровской ТЭЦ-4 принята равной 10 % от установленной номинальной мощности генераторов.

С учетом планируемой реконструкцией ПС 500 кВ Хехцир 2 в соответствии с [2], с укрупнением путем присоединения ПС 220 кВ Хехцир с заменой существующего 2 АТ 220/110 кВ мощностью 63 МВА на АТ 220/110 кВ мощностью 125 МВА и увеличением суммарной трансформаторной мощности с 250 МВА до 751 МВА, а также с учетом реконструкции ПС 35 кВ СДВ с переводом на напряжение 110 кВ в соответствии с [2], была разработана математическая модель для выполнения расчетов установившихся электроэнергетических режимов с целью дальнейшего анализа и выявления «узких мест» в схемах выдачи мощности (далее по тексту СВМ) Хабаровской ТЭЦ-1 (Хабаровской ТЭЦ-4).

При разработке вариантов схемы выдачи мощности Хабаровской ТЭЦ-4 в соответствии с [3], учитывались следующие требования:

— при ремонте одной отходящей от шин электростанции линии электропередачи, автотрансформатора связи распределительных устройств электростанции, выключателя или системы шин распределительного устройства электростанции или электросетевого элемента в прилегающей к электростанции электрической сети должна обеспечиваться выдача всей располагаемой мощности электростанции с учетом отбора нагрузки на собственные нужды;

— в нормальной схеме при возникновении одного нормативного возмущения группы I, II или III не допускается воздействие противоаварийной автоматики на отключение генераторов и длительную разгрузку турбин (ограничение мощности); допустимость воздействия противоаварийной автоматики на отключение генераторов при возникновении одного нормативного возмущения группы III определяется при конкретном проектировании;

— в единичной ремонтной схеме при возникновении нормативного возмущения группы I или II допускается воздействие противоаварийной автоматики на отключение генераторов или длительную разгрузку турбин в объеме, не превышающем требуемого ограничения выдачи мощности электростанции в послеаварийном режиме;

— в нормальной схеме при возникновении одного нормативного возмущения группы I, II или III и в единичной ремонтной схеме при возникновении одного нормативного возмущения группы I или II допускается воздействие противоаварийной автоматики на импульсную разгрузку турбин.

Разработанные варианты схемы выдачи мощности Хабаровской ТЭЦ-4:

— Вариант СВМ № 1 предусматривает сохранение старого ЗРУ-110 кВ Хабаровской ТЭЦ-1 и замену морально и физически устаревшего генерирующего оборудования в два этапа, приведены на рисунках 3,4,5;

— Вариант СВМ № 2 предусматривает вывод из эксплуатации старого ЗРУ-110 кВ Хабаровской ТЭЦ-1 с поэтапным перезаводом ЛЭП 110 кВ в новое КРУЭ-110 кВ Хабаровской ТЭЦ-4 в два этапа, приведены на рисунках 6,7,8.

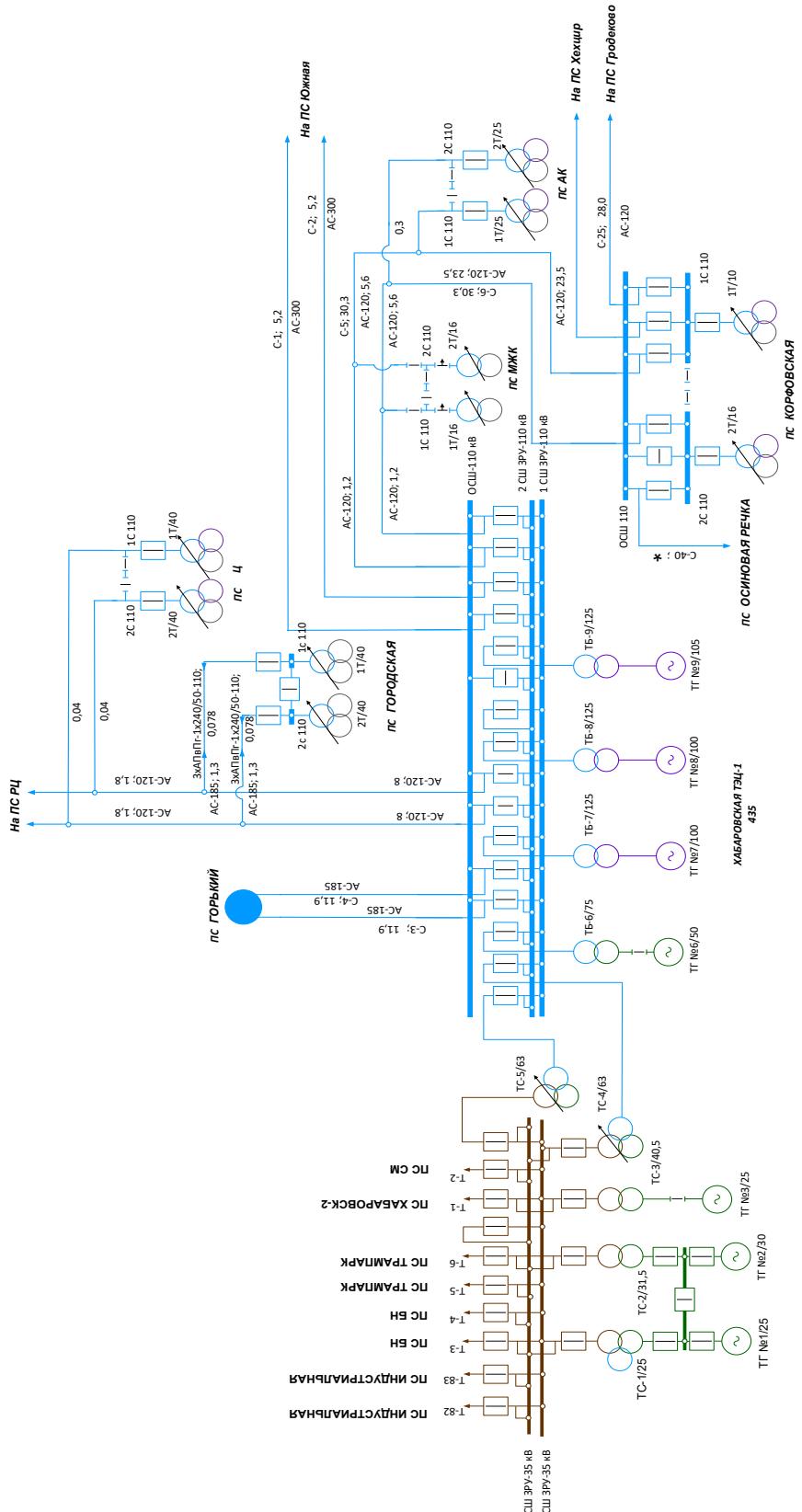


Рис. 2. Нормальная схема электрических соединений объектов электроэнергетики, прилегающих к Хабаровской ТЭЦ-1

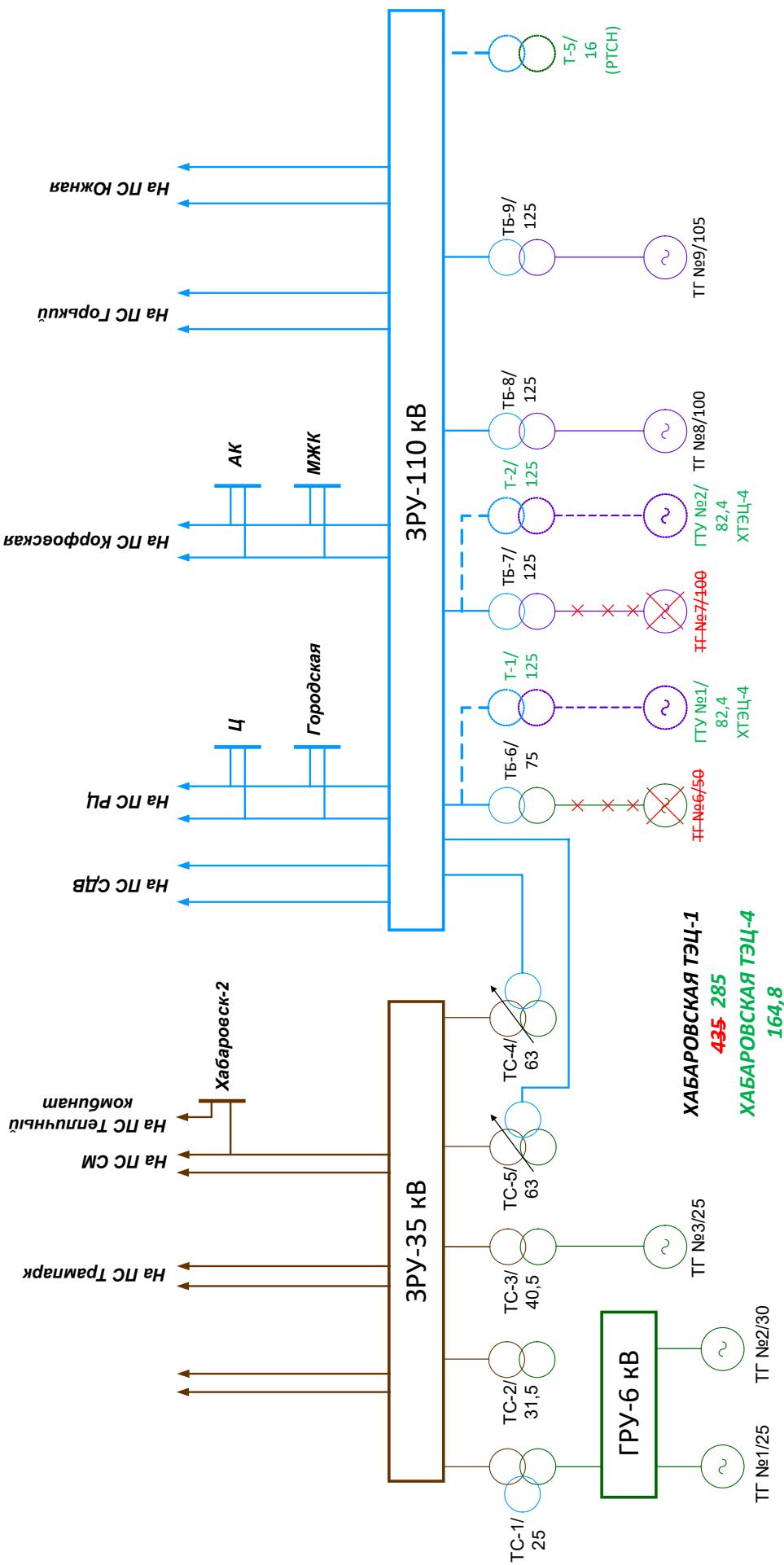


Рис. 3. Вариант СВМ № 1. Первый этап — вывод из эксплуатации ТГ № 6, ТГ № 7, подключение новых блоков ГТУ № 1, ГТУ № 2, резервного трансформатора собственных нужд

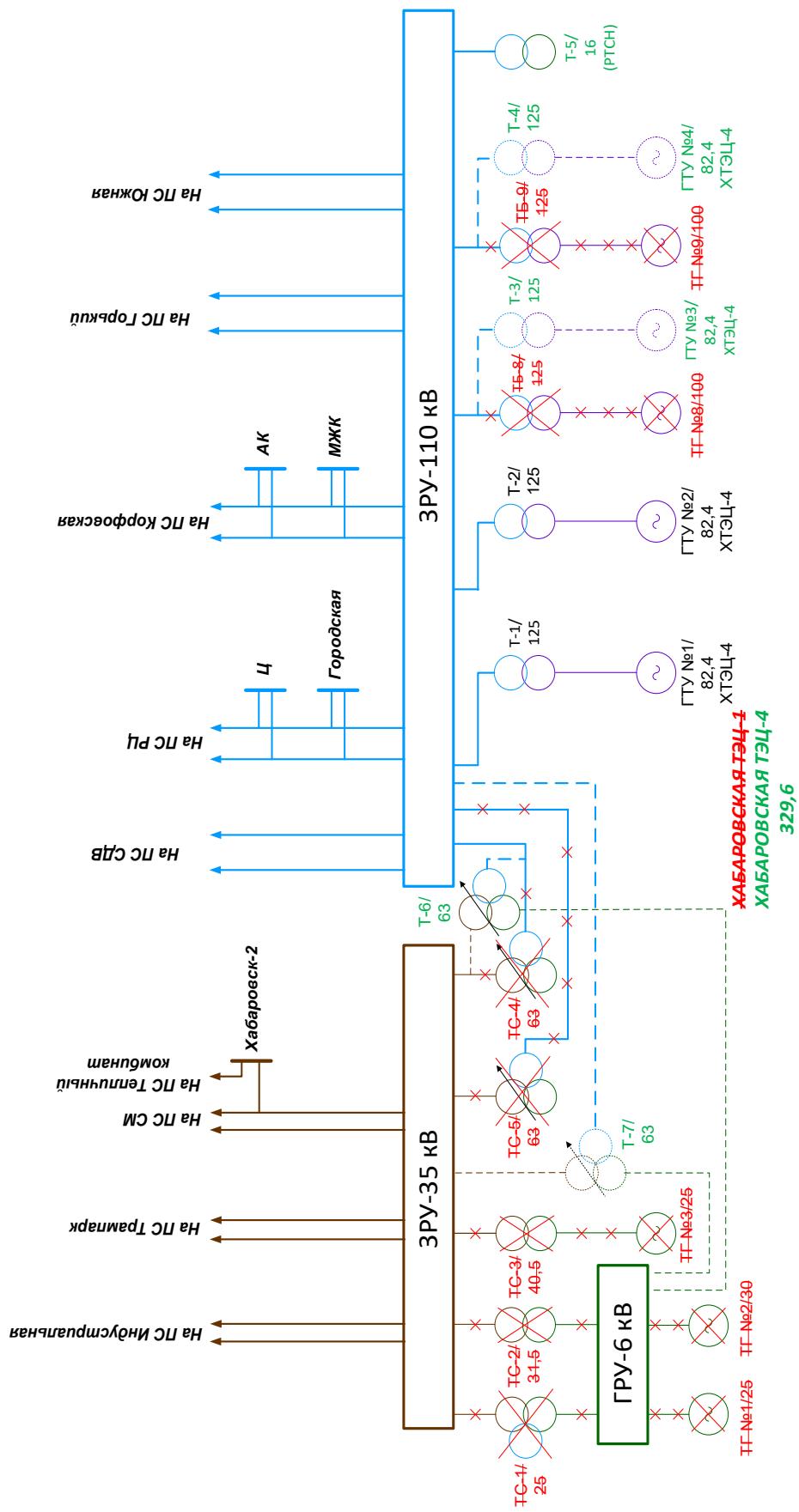


Рис. 4. Вариант СВМ № 1. Второй этап — вывод из эксплуатации ТГ № 8, ТГ № 9; подключение новых блоков ГТУ № 3, ГТУ № 4, замена трансформаторов связи

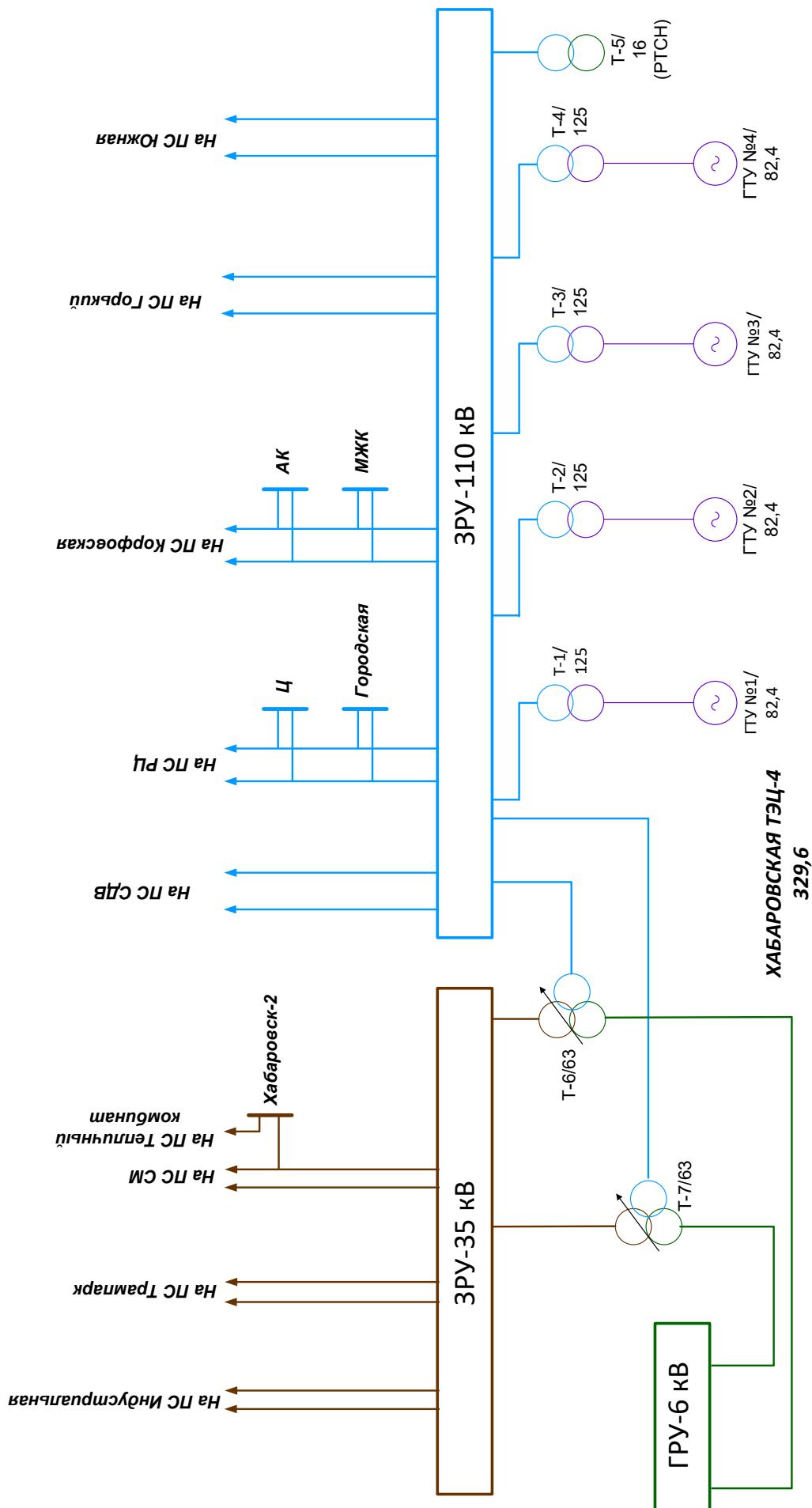


Рис. 5. Вариант СВМ № 1. СВМ Хабаровской ТЭЦ-4

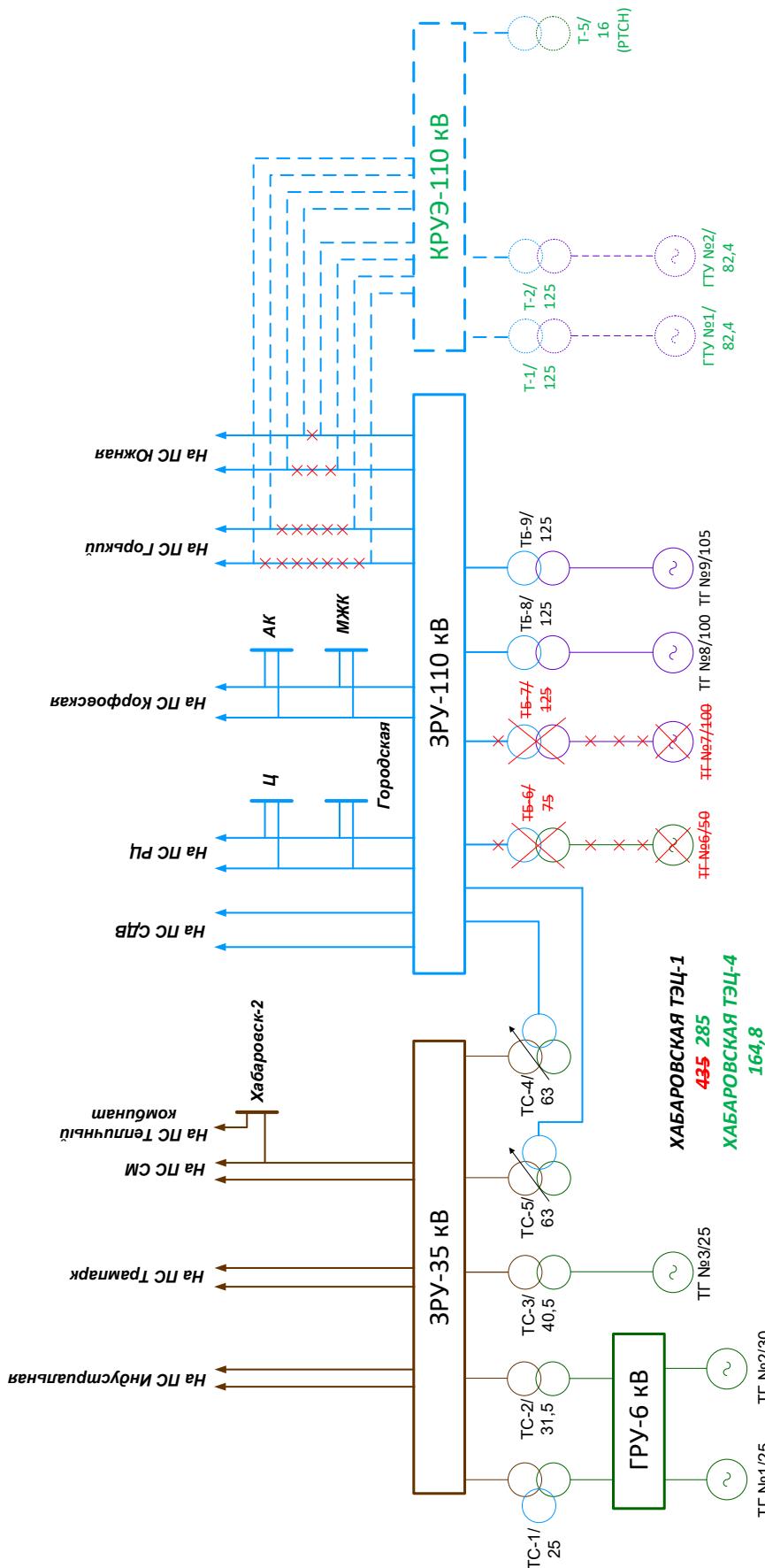


Рис. 6. Вариант СВМ № 2. Первый этап — строительство КРУЭ-110 кВ и сооружение заходов от ВЛ Хабаровская ТЭЦ-1 — Горький и Хабаровская ТЭЦ-1 — Южная.
Выход из эксплуатации ГГ № 6, ГТ № 7, подключение новых блоков ГТУ № 1, ГТУ № 2, резервного трансформатора собственных нужд

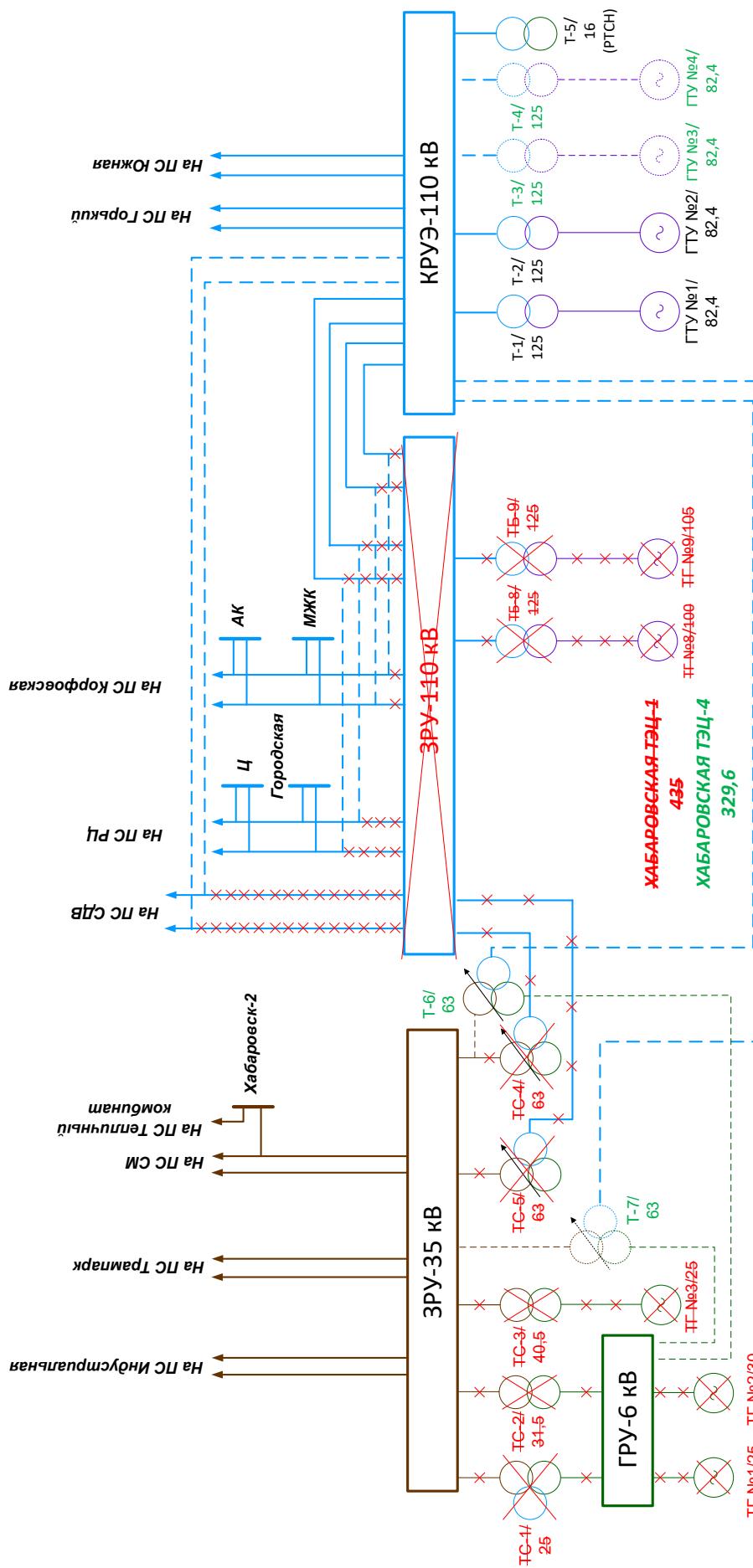


Рис. 7. Вариант СВМ № 2. Второй этап — вывод из эксплуатации ГГ № 8, ГГ № 9, подключение новых блоков ГТУ № 3, ГТУ № 4, замена трансформаторов связи, демонтаж ЗРУ-110 кВ Хабаровской ТЭЦ-1

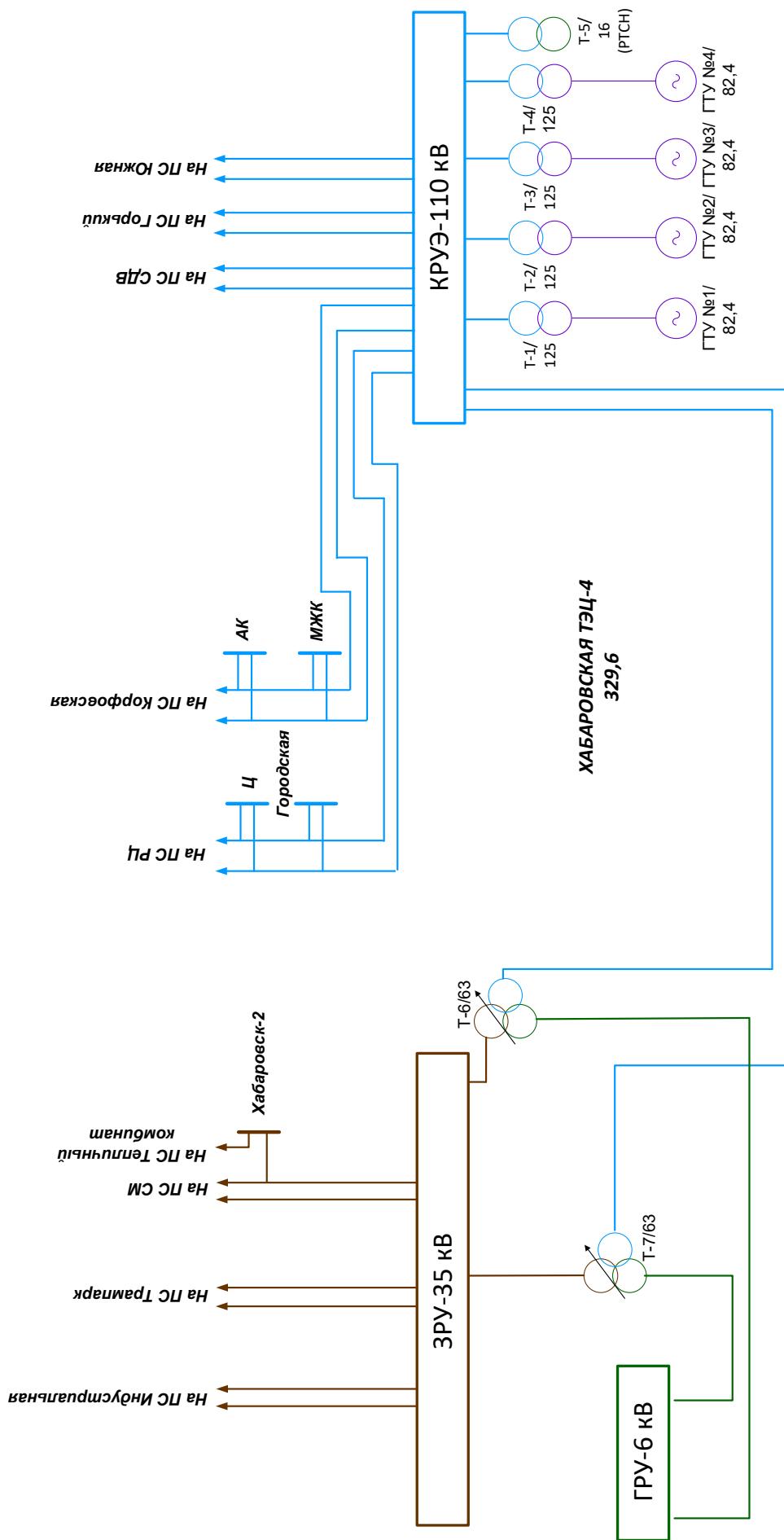


Рис. 8. Вариант СВМ № 2. СВМ Хабаровской ТЭЦ-4

Результаты расчетов электроэнергетических режимов в табличном виде для периодов зимних максимальных и летних минимальных нагрузок 2018 года при единичных

нормативных возмущениях в нормальной и ремонтных схемах работы электрической сети 35 кВ и выше района размещения Хабаровской ТЭЦ-1 представлены в таблицах 1 и 2.

Таблица 1. Загрузка сетевых элементов свыше 70 % от длительно допустимого значения при нормативных возмущениях в схеме зимних максимальных нагрузок 2018 года

№	Контролируемый элемент	Отключаемый элемент	I/ I _{ддтн} , %	I, А	I _{ддтн} , А
Зимний максимум					
1	КВЛ 110 кВ Хабаровская ТЭЦ-1 — РЦ № 2 с отпайками (С-8) (участок от отп. до РЦ)	Хабаровская ТЭЦ-1: 1 СШ 110 кВ	81	409	503
2	ВЛ 220 кВ Хабаровская — Волочаевка/т (Л-214)	ВЛ 500 кВ Хабаровская — Хехцир 2 (Л-513)	72	616	851
3	ВЛ 110 кВ Хабаровская ТЭЦ-3 — РЦ № 1 с отпайками (С-17)	ПС 220 кВ РЦ: 2С 110 кВ	72	416	581

Таблица 2. Загрузка сетевых элементов свыше 70 % от длительно допустимого значения при нормативных возмущениях в схеме летних минимальных нагрузок 2018 года

№	Контролируемый элемент	Отключаемый элемент (N-1)	Отключаемый элемент (N-2)	I/ I _{ддтн} , %	I, А	I _{ддтн} , А
Зимний максимум						
1	ВЛ 220 кВ Волочаевка/т — РЦ (Л-202)	ВЛ 500 кВ Хабаровская — Хехцир 2 (Л-513)	ВЛ 220 кВ Левобережная — РЦ (Л-201)	102	672	660
2	ВЛ 220 кВ Волочаевка/т — РЦ (Л-202)	ВЛ 220 кВ Хабаровская — Левобережная (Л-213)	ВЛ 500 кВ Хабаровская — Хехцир 2 (Л-513)	100	661	660
3	ВЛ 220 кВ Хабаровская — Волочаевка/т (Л-214)	ВЛ 500 кВ Хабаровская — Хехцир 2 (Л-513)	ВЛ 220 кВ Левобережная — РЦ (Л-201)	98	648	660
4	ВЛ 220 кВ Хабаровская — Волочаевка/т (Л-214)	ВЛ 220 кВ Хабаровская — Левобережная (Л-213)	ВЛ 500 кВ Хабаровская — Хехцир 2 (Л-513)	97	637	660
5	ВЛ 220 кВ Левобережная — РЦ (Л-201)	ВЛ 500 кВ Хабаровская — Хехцир 2 (Л-513)	ВЛ 220 кВ Волочаевка/т — РЦ (Л-202)	84	670	801
6	ВЛ 220 кВ Левобережная — РЦ (Л-201)	ВЛ 500 кВ Хабаровская — Хехцир 2 (Л-513)	ВЛ 220 кВ Хабаровская — Волочаевка/т (Л-214)	81	646	801
7	ВЛ 220 кВ Хабаровская — Левобережная (Л-213)	ВЛ 500 кВ Хабаровская — Хехцир 2 (Л-513)	ВЛ 220 кВ Волочаевка/т — РЦ (Л-202)	82	660	801
8	ВЛ 220 кВ Хабаровская — Левобережная (Л-213)	ВЛ 500 кВ Хабаровская — Хехцир 2 (Л-513)	ВЛ 220 кВ Хабаровская — Волочаевка/т (Л-214)	80	637	801

Анализ результатов расчетов в нормальной схеме, а также при нормативных возмущениях в нормальной и ремонтных схемах за рассматриваемый отчетный период (режим зимних максимальных и летних минимальных нагрузок за дни контрольных замеров) показал, что уровни напряжений на шинах станций и подстанций

района размещения Хабаровской ТЭЦ-1 (Хабаровской ТЭЦ-4) Хабаровской энергосистемы находятся в пределах значений, допустимых для оборудования, превышения длительно-допустимых токовых нагрузок (далее по тексту ДДТН) ЛЭП и номинальной токовой нагрузки трансформаторного оборудования не выявлено.

Далее произведены расчеты электроэнергетических режимов для разработанных вариантов на перспективные этапы 2024, 2025 и 2030 годов для характерных периодов зимних максимальных, зимних минимальных, а также летних максимальных и летних минимальных нагрузок. Прогноз электрических нагрузок в энергосистеме Хабаровского края и ЕАО на 2019–2025 г. принят в соответствии с утвержденной [4].

При выполнении расчётов установившихся режимов энергосистемы Хабаровского края, в соответствии с п.2.5.51 [5] расчетная температура воздуха для зимних периодов принята равной минус 5 °С, а для летних периодов плюс 25 °С.

Так как Хабаровская ТЭЦ-1 является единственным источником генерирующей мощности за контролируемым сечение «2-ое сечение Хабаровска», при анализе токовой загрузки электросетевого оборудования при нормативных возмущениях выявлена перегрузка КВЛ 110 кВ Хабаровская ТЭЦ-1 — РЦ № 1,2 (С-7, С-8), которая не ликвидируется управляющим воздействием существующей противоаварийной автоматикой на отключение нагрузки для всех схем СВМ. Решение этой проблемы, при реализации СВМ, является приоритетной по сравнению с другими выявленными случаями перегрузками оборудования, которые в свою очередь ликвидируются противоаварийной автоматикой или действием диспетчерского персонала в установленное время.

Далее на основании анализа установившихся режимов были сделаны выводы для схем СВМ.

Выводы по варианту СВМ № 1

Расчеты электроэнергетических режимов проведены с учетом реконструкции ПС 500 кВ Хехцир 2 с увеличением суммарной трансформаторной мощности на 250 МВА до 751 МВт. Реконструкция ПС 500 кВ Хехцир 2 должна быть завершена до начала первого этапа ввода Хабаровской ТЭЦ-4 в соответствии с [2].

Расчеты электроэнергетических режимов проведены с учетом реконструкции ПС 35 кВ СДВ с переводом на напряжение 110 кВ. Реконструкция ПС 35 кВ СДВ должна быть завершена до начала первого этапа ввода Хабаровской ТЭЦ-4 в соответствии с [2].

Для реализации СВМ Хабаровской ТЭЦ-4 по Варианту СВМ № 1 необходимо выполнить следующие мероприятия:

- замена провода КВЛ 110 кВ Хабаровская ТЭЦ-4 — РЦ № 1,2 с отпайками (С-7, С-8) на провод 120/19 АСПТ, либо Сенилек АТЗП/С 120/19, либо Сенилек АТЗ/С 120/19;

- замена провода ошиновки КВЛ 110 кВ Хабаровская ТЭЦ-4 — РЦ № 1,2 с отпайками (С-7, С-8) на ПС 220 кВ РЦ и на Хабаровской ТЭЦ-4 на провод сечением не менее АС-240;

- замена ВЧЗ и ТТ КВЛ 110 кВ Хабаровская ТЭЦ-4 — РЦ № 1,2 на Хабаровской ТЭЦ-4 с отпайками (С-7, С-8) с ДДТН не менее 1000 А.

Выводы по варианту СВМ № 2

Расчеты электроэнергетических режимов проведены с учетом реконструкции ПС 35 кВ СДВ с переводом на на-

пряжение 110 кВ. Реконструкция ПС 35 кВ СДВ должна быть завершена до начала первого этапа ввода Хабаровской ТЭЦ-4 в соответствии с [2].

Для реализации СВМ Хабаровской ТЭЦ-4 по Варианту СВМ № 2 рекомендуется выполнение следующих мероприятий:

- замена провода КВЛ 110 кВ Хабаровская ТЭЦ-4 — РЦ № 1,2 с отпайками (С-7, С-8) на провод 120/19 АСПТ, либо Сенилек АТЗП/С 120/19, либо Сенилек АТЗ/С 120/19;

- замена провода ошиновки КВЛ 110 кВ Хабаровская ТЭЦ-4 — РЦ № 1,2 с отпайками (С-7, С-8) на ПС 220 кВ РЦ и на Хабаровской ТЭЦ-4 на провод сечением не менее АС-240;

- замена ВЧЗ и ТТ КВЛ 110 кВ Хабаровская ТЭЦ-4 — РЦ № 1,2 с отпайками (С-7, С-8) на Хабаровской ТЭЦ-4 с ДДТН не менее 1000 А.

Дополнительно рассмотрены решения по усилению сети 110 кВ в районе размещения Хабаровской ТЭЦ-4 для Варианта № 1 СВМ с целью исключения реконструкции КВЛ 110 кВ Хабаровская ТЭЦ-4 — РЦ № 1,2 с отпайками (С-8, С-7), который заключается в перестройке действующего алгоритма ПА и реализации нового канала и алгоритма действия ПА (далее — вариант СВМ № 1.1), представлен на рисунке 9.

Выводы по варианту СВМ № 1.1

Расчеты электроэнергетических режимов проведены с учетом реконструкции ПС 500 кВ Хехцир 2 с увеличением суммарной трансформаторной мощности на 250 МВА до 751 МВт. Реконструкция ПС 500 кВ Хехцир 2 должна быть завершена до начала первого этапа ввода Хабаровской ТЭЦ-4 в соответствии с [1].

Расчеты электроэнергетических режимов проведены с учетом реконструкции ПС 35 кВ СДВ с переводом на напряжение 110 кВ. Реконструкция ПС 35 кВ СДВ должна быть завершена до начала первого этапа ввода Хабаровской ТЭЦ-4 в соответствии с [1].

Для реализации СВМ Хабаровской ТЭЦ-4 по Варианту СВМ № 1.1 рекомендуется выполнение следующих мероприятий:

- замена провода ВЛ 110 кВ Корфовская — Хехцир (С-23) на провод АС-185;

- замена провода ошиновки ВЛ 110 кВ Корфовская — Хехцир (С-23) на ПС 220 кВ Хехцир и на ПС 110 кВ Корфовская провод сечением не менее АС-185;

- замена провода ошиновки ВЛ 110 кВ Хабаровская ТЭЦ-4 — Южная № 1,2 на ПС 110 кВ Хабаровской ТЭЦ-4 на провод сечением не менее АС-240;

- вывод 2 и 3 ступени АОПО КВЛ 110 кВ Хабаровская ТЭЦ-4 — РЦ № 1,2 с отпайками (С-7, С-8) на ПС 220 кВ РЦ;

- установка АОПО КВЛ 110 кВ Хабаровская ТЭЦ-4 — РЦ № 2 (1) с отпайками (С-8, С-7) на Хабаровской ТЭЦ-4 с действием на отключение В 110 кВ КВЛ 110 кВ Хабаровская ТЭЦ-4 — РЦ № 2 (1) с отпайками (С-8, С-7) на ПС 220 кВ РЦ на этапе 2025 года.

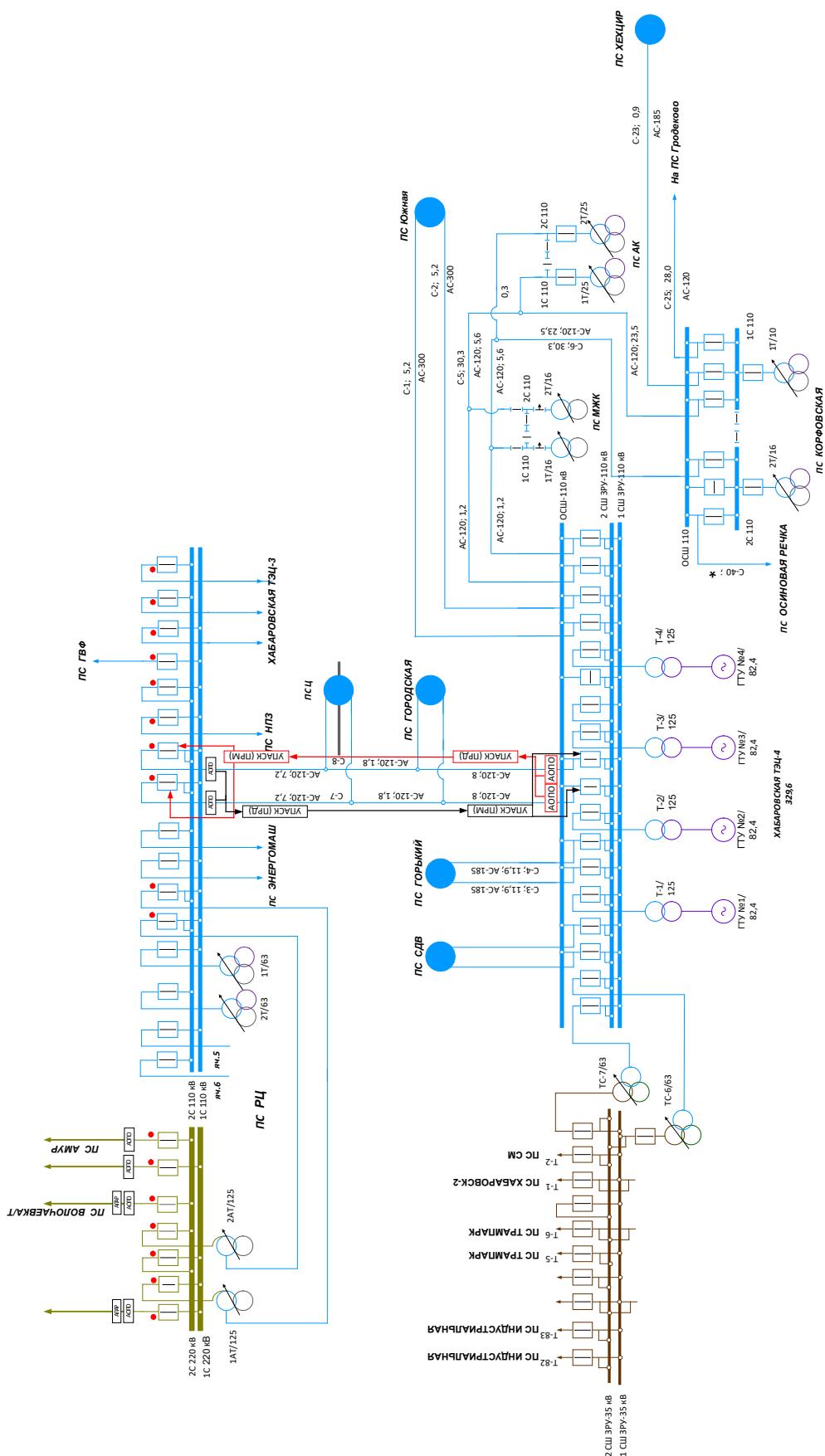


Рис. 9. Схема размещения устройств ПА и предполагаемой организации каналов прохождения аварийных команд АПО КВЛ 110 кВ Хабаровская ТЭЦ-4 — РЦ № 1,2 с отпайками (С-7, С-8) на Хабаровской ТЭЦ-4

Технико-экономическое сравнение вариантов схемы выдачи мощности Хабаровской ТЭЦ-4

Для вариантов СВМ Хабаровской ТЭЦ-4 определен перечень необходимых мероприятий и укрупненные капитальные затраты на их реализацию.

Стоимость реализации мероприятий по сетевому строительству определена с использованием:

- «Сборника укрупненных показателей стоимости строительства (реконструкции) подстанций и линий электропередачи для нужд ОАО «Холдинг МРСК» [6];
- данных о стоимости по объектам-аналогам.

Укрупненные стоимостные показатели в сборнике приведены в базисном уровне цен 2000 года.

Для определения величины капитальных вложений в текущих ценах применены индексы пересчета стоимости в соответствии с рекомендуемыми к применению Минстроем России в 3 квартале 2019 года индексами изменения сметной стоимости оборудования, строительно-монтажных работ, пусконаладочных работ, проектных и изыскательских работ, прочих работ и затрат [7].

Индексы пересчета сметной стоимости строительства в базисном уровне цен в текущие цены 3 квартала 2019 года представлены в таблице 3.

Таблица 3. Индексы пересчета сметной стоимости строительства в базисном уровне цен в текущие цены 3 квартала 2019 года (без НДС)

Наименование	Значение
Индекс изменения сметной стоимости оборудования	4,71
Индексы изменения сметной стоимости СМР (к ФЕР-2001):	
Воздушная прокладка провода с алюминиевыми жилами	4,56
Прочие объекты	8,56
Пусконаладочные работы	18,63
Индекс изменения сметной стоимости проектно-изыскательских работ [8]	5,22
Индекс изменения сметной стоимости прочих работ и затрат	9,30

При расчете было выявлено, что капитальные затраты на реализацию рассматриваемых вариантов СВМ Хабаровской ТЭЦ-4 в ценах 2 квартала 2019 года (без НДС) составляют:

- в Варианте СВМ № 1–1 724,59 млн руб (105 %);
- в Варианте СВМ № 1.1–1 647,27 млн руб (100 %);

— в Варианте СВМ № 2–4 143,2 млн руб (251 %).

Вывод. На основании анализа капитальных затрат на реализацию рассматриваемых вариантов СВМ Хабаровской ТЭЦ-4 наиболее экономичным является Вариант СВМ № 1.1. Для дальнейшей реализации рекомендуется Вариант № 1.1.

Литература:

1. Протокол заседания «Развития и технического перевооружения тепловой энергетики» НП «НТС ЕЭС» на тему: «Рассмотрение результатов технологического и ценового аудита инвестиционного проекта «Хабаровская ТЭЦ-4 с внеплощадочной инфраструктурой» от 28.07.2021 г. Москва.
2. Об утверждении схемы и программы развития Единой энергетической системы России на 2020–2026 годы/ Минэнерго — утв. и введ. в действие приказом № 508 Минэнерго России 30.07.2020//М. — 2020. — 272 с.;
3. Об утверждении требований к обеспечению надежности объектов электроэнергетики и энергопринимающих установок «Методические указания по устойчивости энергосистем»/ Минэнерго — утв. и введ. в действие приказом № 630 Минэнерго России 03.08.2018//М. — 2018. — 16 с.;
4. Об утверждении схемы и программы развития Единой энергетической системы России на 2019–2025 годы/ Минэнерго — утв. и введ. в действие приказом № 174 Минэнерго России 28.02.2019//М. — 2019. — 273 с.;
5. Правила устройства электроустановок (ПУЭ) — 7-ое изд. — СПб.: УВСИЗ, 2005;
6. Об утверждении сборника укрупненных показателей стоимости строительства (реконструкции) подстанций и линий электропередачи для нужд ОАО «Холдинг МРСК»/ ОАО «Холдинг МРСК» — утв. и введ. в действие приказом № 488 20.09.2012//М. — 2012. — 71с;
7. О рекомендации индексов изменения сметной стоимости строительства в III квартале 2019 года, в том числе величине индексов изменения сметной стоимости строительно-монтажных работ, индексов изменения сметной стоимости пусконаладочных работ, индексов изменения сметной стоимости прочих работ и затрат, индексов изменения сметной стоимости оборудования/ Минстрой — письмо № 38021-ЮГ/09 от 09.10.2019//М. — 2019. — 20 с.;

8. О рекомендации индексов изменения сметной стоимости строительства в III квартале 2019 года, в том числе величине индексов изменения сметной стоимости строительно-монтажных работ, индексов изменения сметной стоимости пусконаладочных работ, индексов изменения сметной стоимости прочих работ и затрат, индексов изменения сметной стоимости оборудования»/ Минстрой — письмо № 37341-ДВ/09 от 04.10.2019//М. — 2019. — 18

АРХИТЕКТУРА, ДИЗАЙН И СТРОИТЕЛЬСТВО

О расчетах рамных конструктивных систем на прочность и устойчивость нестандартным смешанным методом

Турсынханов Алишер Оразханулы, студент магистратуры;
Полякова Ирина Марковна, кандидат технических наук, ассоциированный профессор
Международная образовательная корпорация (г. Алматы, Казахстан)

В настоящей статье на основе разработанной методики и алгоритма расчета на прочность и устойчивость внезапно повреждаемых рамных систем, рассмотрено развитие этого решения с учетом особенностей разрушения железобетонных элементов. Рассматриваются нагружения рамной системы и изменения конструктивных и расчетных схем, которые вызваны образованием пластических шарниров, в таких системах возникают односторонние моментные связи. В основу расчета рамы положена идея построения расчетной схемы по аналогии с расчетными схемами многосвязных пространственных систем коробчатого типа, обеспечивающие неизменяемость структуры исходных уровней при видоизменении расчетной схемы.

Ключевые слова: конструктивная безопасность, устойчивость, проблема, запроектные воздействия, метод расчета, пластический шарнир, конструктивно-нелинейное систем, статико-динамическая нагрузка, вантовая система, локальное разрушение.

Введение

В настоящее время с развитием индустриализации, здания и сооружения с многофункциональным и высоким уровнем архитектурной сложности зданий, а также с постоянным увеличением воздействий техногенного и природного характера, решение задач их безопасности все более усложняется. На сегодняшний день метод предельных состояний, используемый для оценки надежности строительных конструкций, является основой для расчета безопасности конструкций и конструктивных систем. Однако, конструкции, построенные в соответствии с требованиями традиционного метода предельных состояний, не всегда бывают достаточно устойчивыми под действием неожиданных «запроектных» воздействий.

В основу критериев для рассматриваемого особого предельного состояния железобетонных элементов статически неопределеных конструктивных систем зданий и сооружений исследованы научных публикациях [1,2]. По результатами исследования было принято условие ограничения предельных прогибов конструкции после удаления одного из элементов. Превышение этого прогиба конструкции принимается как исчерпание несущей способности. В то же время расчет прогибов железобетонных элементов рассматриваемых рамных систем с использованием традиционных диаграмм состояния «момент-кривизна», тем более статических, может быть выполнен до уровня нагрузки, когда железобетонный элемент разрушается по сжатому бетону, разделяется на отдельные блоки и превращается в висячую систему [3]. Но такие методы решения ограничиваются первыми двумя критериями разрушения, которые определяются ограничением предельных деформаций материалов конструкции. Работ, посвященных исследованию деформирования железобетонных конструктивных систем при их трансформировании из жестких в висячие системы крайне мало, а имеющиеся решения, даже такие обстоятельные как [4,5] также используют диаграммы статического деформирования бетона и арматуры.

В связи с этим, в рассматриваемой статье приведен алгоритм и методика определения параметров статико-динамических диаграмм деформирования железобетонных элементов статически неопределеных конструктивных систем при их внезапной структурной перестройке от особого воздействия, вызванного внезапным удалением из конструктивной системы одной из несущих конструкций.

Методы расчета

Рассмотрим диаграмму состояний сечения железобетонного элемента «параметрическая нагрузка-прогиб ($l_m - f$)». Конструктивно-нелинейное систем при статическом и статико-динамическом нагружении на всех уровнях ее деформирования в общем виде можно представить графиками рисунка 1.

По мере нагружения рамно-стержневой системы до уровня $f_{crc} P_i$ (рис. 1) в напряженном сечении одного из элементов конструктивной системы начинается образование трещин. В последствии происходит изменение жесткости сечения элемента с начальной жесткости $B_0=tg\alpha_0$ на жесткость элемента с трещинами $B_{crc}=tg\alpha_{crc}$. Расчеты этой жесткости элемента вычисляются по известным в теории железобетона зависимостям, например по формулам работы [6].

При дальнейшем нагружении рамной конструкции статистической нагрузкой продолжается процесс трещинообразования элементов рамы, после некотором уровне нагрузки $\lambda_1 P_i$ в одном из сечений наиболее напряженного элемента образуется первый пластический шарнир. Дальнейшее увеличение нагрузки на раму приведет к образованию в ригеле второго $\lambda_2 P_i$ и затем третьего $\lambda_3 P_i$ пластических шарниров после которого рассматриваемый элемент превращается из жесткого в гибкий. Арматурные стержни ригели начинают работать на растяжение как вант.

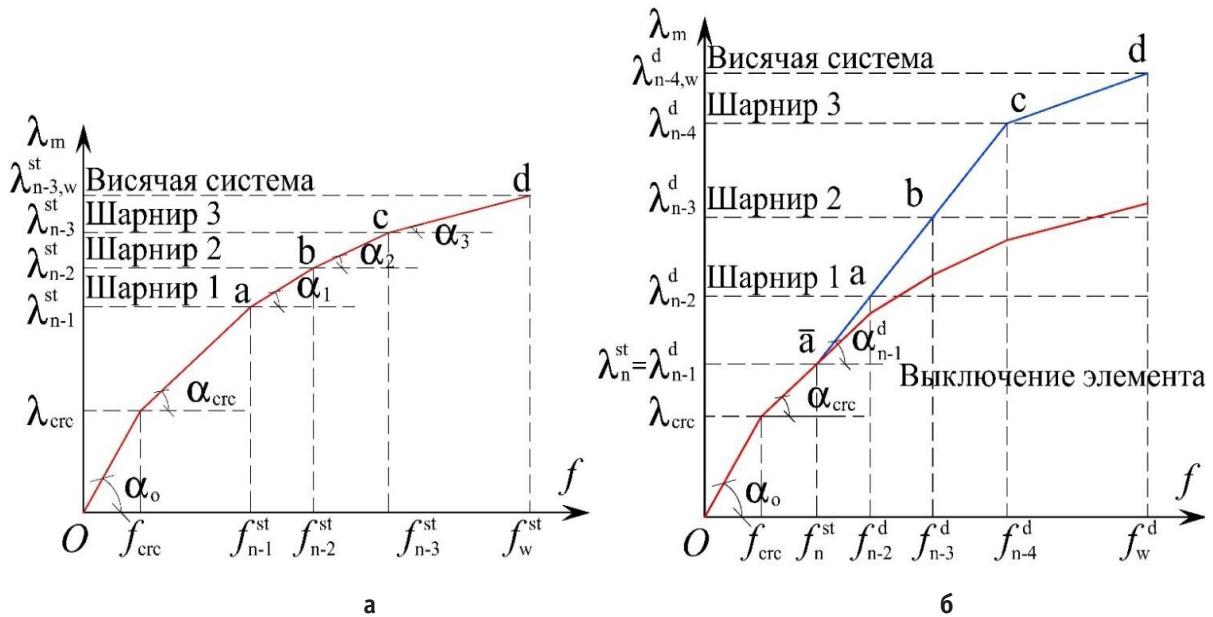


Рис. 1. Диаграммы состояний сечения железобетонного элемента «параметрическая нагрузка-прогиб ($\lambda_m - f$)» физически и конструктивно нелинейной системы: а — при статическом нагружении; 6 — при статическом нагружении и динамический догруженный

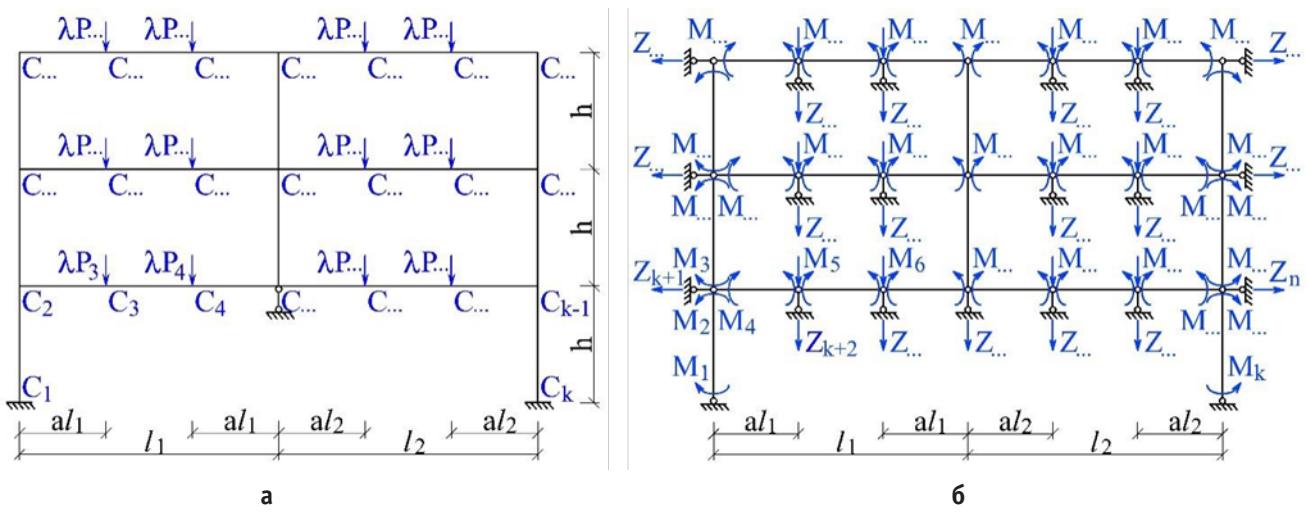


Рис. 2. Заданная (а) и основанная (б) система смешанного метода для определения параметрической нагрузки

После приложения к нагруженной конструктивной системе особого воздействия в виде внезапного удаления стойки из рамной системы происходит уменьшение ее статической неопределенности и перераспределение силовых потоков от структурной перестройки конструктивной системы. Соответственно изменяются усилия M_j в сечениях ригелей рамы и изменяется режим нагружения сечения ригеля со статического на динамический. Для определений усилий M_j после воздействия может быть выполнено с использованием неординарного варианта смешанного метода, разработанного И. Е. Милейковским, В. И. Колчуновым [7]. Суть метода состоит в том, что основная система

смешанного метода расчета выбирается в виде шарнирно-стержневого полигона с удаленными в местах возможного выключения связями и заменой их неизвестными M_j ($j = 1, 2, \dots, k$) (рис. 2.). Если при удалении связей образуется геометрически изменяемая основная система, то накладываются дополнительные связи Z_i ($i = k+1, k+2, \dots, n$). Выбор смешанного метода для решения поставленной задачи хотя и приводит к увеличению числа неизвестных исходной системы уравнений, но при этом значительно сокращается трудоемкость расчетов, связанных с выявлением последовательности выключения связей и анализом геометрической неизменяемости системы. При применении смешанного метода нами виде выключение связей не приводит к изменению основной системы уравнений с учетом того, что независимо от местоположения сечения, где произошло выключение связи, число неизвестных всегда уменьшается на единицу.

При этом этап статического нагружения при начальной жесткости элемента до уровня $\lambda_{cr}P_i$ остается неизменным. Затем, при дальнейшем нагружении n -раз статической неопределенной конструктивной системы до уровня заданной статической нагрузки λ^{st}_n (рис. 16) сечение ригеля деформируется, как и в случае статического нагружения исходной n -раз статически неопределенной рамы.

С использованием выбранной описанным образом основой системы может быть определена относительная параметрическая нагрузка $\lambda_m P_i$, при которой в наиболее напряженном сечении ригеля достигаются один из критериев особого предельного состояния при статико-динамическом нагружении рамы. Как и при статическом нагружении, индекс m определяет уровень относительной нагрузки $\lambda_m P_i$, при которой после приложения особого воздействия в виде удаления одной из стоек рамы в одном из сечений наиболее нагруженного ригеля примыкающего к удаляемой стойке достигается предельный момент, т. е. образуется первый пластический шарнир. Затем по мере роста динамической нагрузки образуется второй и третий шарниры. Если после образования третьего пластического шарнира деформации арматуры не достигают предельных значений и не нарушается ее анкеровка в опорных сечениях ригеля, то конструкция неразрезного ригеля из жесткой превращается в изменяемую вантовую систему, сопротивляющуюся только растяжению. На диаграмме $(\lambda_m - f)$ эта относительная нагрузка обозначена $\lambda^d_{m-4,w}$. В этом случае производится проверка третьего критерия особого предельного состояния — критерия предельно допустимого прогиба конструкции f_w^d .

Критериальная проверка устойчивости физический и конструктивно нелинейной системы при особом воздействии производится на основе расчета параметров диаграммы $(\lambda_m - f)$. Выключение моментной связи (образование пластического шарнира с ограниченной ветвью деформирования) в одном из элементов рамной системы после удаления одной из стоек рамы произойдет в случае, когда при предельном моменте $M_{j,ult}^d$ в сжатом бетоне или растянутой арматуре достигаются предельные деформации. Тогда для всех усилий в выключающихся моментных связях должна удовлетворяться система неравенств:

$$|M_j| = |M_{jq} + m_{jp} \times \lambda| \leq M_{j,np}^d, \quad (j = 1, 2, \dots, k), \quad (1)$$

где $M_{j,np}^d$ предельные значение динамического усилия в выключающейся связи.

В левой части системы неравенств (1) значение M_j принимается по абсолютной величине, так как наличие отрицательного знака у M_j указывает на то, что направление этого усилия противоположно по отношению к принятому в основной системе предельному значению усилия.

Минимальное значение параметрической нагрузки λ_m ($m=1, 2, 3$) при которой в наиболее нагруженном сечении ригеля C_j при рассматриваемом особом воздействии достигается предельное значение момента может быть определено по формуле:

$$\lambda_m = \min \left(\frac{M_{j,np}^d \pm |M_{jq}|}{m_{jp}} \right), \quad (j = 1, 2, \dots, k), \quad (2)$$

Знак «минус» в числителе принимается если M_{jq} и m_{jp} совпадают и наоборот.

Критерием прогрессирующего обрушения рамы будет образование геометрически изменяемой вантовой системы после выключения очередной связи. Для выявления этого критерия на каждом шаге после выполнения преобразований системы уравнений вычисляется определитель матрицы коэффициентов при неизвестных. Если определитель равен нулю, то имеем геометрически изменяемую вантовую систему. В противном случае живучесть системы не исчерпана и решение следует продолжать.

Окончание стадии деформирования ригелей рамы как неизменяемой конструкции $\lambda = \lambda_m$ ($m=n-2, n-3, n-4$) происходит тогда, когда в трёх сечениях ригеля достигаются предельные значения моментов и происходит локальное разрушение сечений по сжатому бетону при $\varepsilon_b = \varepsilon_{bu}$ (рис. 3.).

Окончание стадии деформирования ригелей рамы как неизменяемой конструкции $\lambda = \lambda_m$ ($m=n-2, n-3, n-4$) происходит тогда, когда в трёх сечениях ригеля достигаются предельные значения моментов и происходит локальное разрушение сечений по сжатому бетону при $\varepsilon_b = \varepsilon_{bu}$ (рис. 3.).

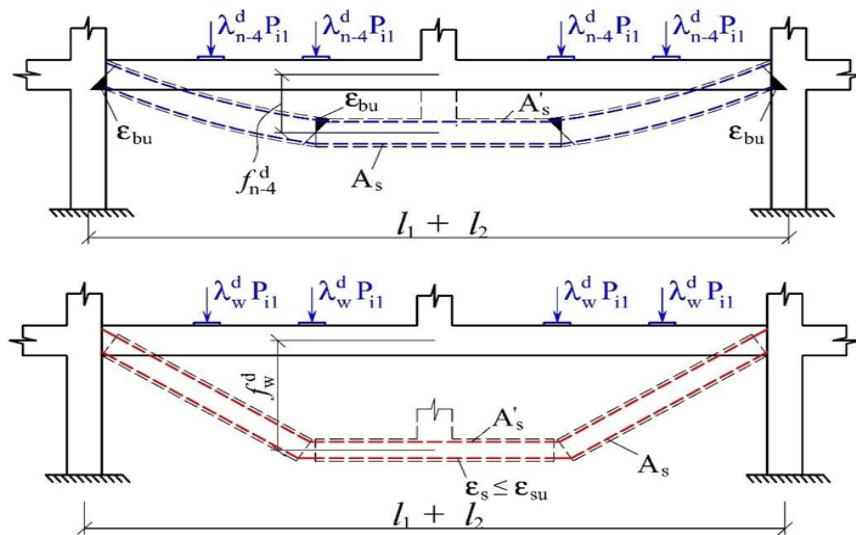


Рис. 3. Схемы перемещений в рассматриваемой подконструкции ригеля как упруго-жестко-пластического тела (а) и как ванта (б)

До этого момента перемещения (прогибы) сечений, где достигаются предельные деформации бетона $\epsilon_b = \epsilon_{bu}$ происходят как в жестко-пластическом теле от изгиба и поворота сечений. Если деформации арматуры не достигают предельных значений $\epsilon_s = \epsilon_{su}$ то работа конструкции ригеля переходит из стадии упруго-жестко-пластического деформирования в стадию работы как висячей системы, когда в качестве растянутых вант выступает арматура A_s и A'_s (рис. 3б)

Жесткие бетонные блоки «зависают» на арматурных стержнях (вантах) и предельное значение прогиба ригеля на этом этапе определяется как для вантовой системы по известным зависимостям строительной механики. Критерием особого предельного состояния в этом случае становится максимальный прогиб $f = f_w^d$ определяемый расчетом как для висячей системы. Опытные данные об относительном значении этого прогиба до разрыва арматуры в испытаниях разных авторов существенно разнятся и составляют от 1/30 пролета в исследованиях [8] до 1/20 и даже 1/10 в исследований [4]. Все измеряемые величины были получены с применением элементов упругих оболочек [9,10].

Заключение

Рассматривалась методика определения параметров диаграммы состояний сечений «относительная нагрузка-прогиб» и деформационный критерий особого предельного состояния железобетонного элемента статически неопределеных рамно-стержневых конструктивных систем железобетонных элементов при особом воздействии, вызванном удалением из конструктивной системы одного из несущих элементов. Рассмотрены два этапа нагружения таких систем: нагружение статической нагрузкой до заданного проектного уровня и додражжение динамической нагрузкой, вызванной внезапной структурой.

Литература:

1. Алмазов, В. О. Проблемы прогрессирующего разрушения / Алмазов В. О. // Строительство и реконструкция — 2014. — Т. 6 — № 56 — с. 3–10.
2. Травуш, В. И. Проектирование защиты крупнопанельных зданий от прогрессирующего обрушения / Травуш В. И., Шапиро Г. И., Колчунов В. И., Леонтьев Е. В., Федорова Н. В. // Жилищное строительство — 2019. — № 3 — с. 40–46.
3. Choi, H. Progressive collapse-resisting capacity of RC beam–column sub–assemblage / Choi H., Kim J. // Magazine of Concrete Research — 2011. — T. 63 — № 4 — c. 297–310.
4. Alogla, K. Theoretical assessment of progressive collapse capacity of reinforced concrete structures / Alogla K., Weekes L., Augustus-Nelson L. // Magazine of Concrete Research — 2017. — T. 69 — № 3 — c. 145–162.
5. Mohajeri Nav F. Analytical investigation of reinforced concrete frames under middle column removal scenario / Mohajeri Nav F., Usefi N., Abbasnia R. // Advances in Structural Engineering — 2018. — T. 21 — № 9 — c. 1388–1401.
6. Kolcunov, V. I. Deformation and failure of a monolithic reinforced concrete frame under accidental actions / Kolcunov V. I., Tuyen V. N., Korenkov P. A. // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering — 2020. — T. 753 — c. 032037.
7. Травуш, В. И. Расчет параметра живучести рамно-стержневых конструктивных систем / Травуш В. И., Федорова Н. В. // Научный журнал строительства и архитектуры — 2017. — № 1 — с. 21–28.

8. Alshaikh, I. M. H. Progressive collapse of reinforced rubberised concrete: Experimental study / Alshaikh I. M. H., Abu Bakar B. H., Alwesabi E. A. H., Akil H. M. // Construction and Building Materials — 2019. — Т. 226 — с. 307–316.
9. I. Polyakova, R. Imambayeva, B. Aubakirova. Determination of dynamic characteristics of elastic shell structures. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies ISSN 1729–3774. 6/7 (114) 2021. DOI: 15587/1729–4061.2021.245885
10. I. Polyakova, R. Imambayeva, B. Aubakirova, N. Shogelova, Y. Glyzno, A. Zhumagulova. Determining static characteristics of corrugated shell elements made from composite materials. DOI: 10.15587/1729–4061.2022.269399. «Eastern-European Journal of Enterprise Technologies» (№ 6/7 (120) 2022).

ГЕОЛОГИЯ

Применение ГИС-технологий при составлении карт в инженерной-геологии на примере проектирования Шурабской ГЭС и ГЭС «Нурек-2»

Сидиков Фарход Укталиевич, начальник отдела геологии

Научно-исследовательский и проектный институт «Нурофар» (г. Душанбе, Таджикистан)

При любых изыскательских работах конечным продуктом является составление технического отчета, в котором в обязательном порядке имеется графический материал. Это может быть один или серия листов различного масштаба карт начиная от карты фактического материала и заканчивая рабочими чертежами инженерно-геологические карты и разрезы которые составляются на основе инженерно-геологической съемки и других существующих геологических документаций, с которой будет работать специалист умеющий прочитать и грамотно использовать инженер-строитель, проектирующий и возводящий строительный объект.

Программа Arc Gis являющаяся звеном геоинформационных систем (ГИС) уже несколько десятилетий применяется в западных странах при современных инженерно-геологических исследованиях. С помощью ГИС определяются как информация, анализ и комплексная интерпретация данных, разработка прогнозов в зависимости от поставленных задач. Кроме этого, программное обеспечение позволяет совершать моделирование, а также осуществлять мониторинг, имея каталог данных на основе результатов динамики различных природных явлений. Все это можно отразить детально в картографической форме. При таком подходе, ГИС в геологии будет не только средством преобразования формы представления информации и справочно-аналитического обслуживания, а прежде всего средством достижения конечных целей геологических исследований. При применении ГИС технологий, в первую очередь программа может обрабатывать пространственные данные для получения новых информации и представления их в картографической форме.

Работая с программой Arc GIS, которая имеет принципиально новый подход к работе с пространственными данными. Это стало причиной ускоренного развития в различных областях, связанных с применением интерактивных тематических карт, инженерно-экологических карт (в том числе карт инженерно-геологических условий, карт месторождений полезных ископаемых, карт сейсми-

ческого районирования территорий и геологических карт различного назначения и т. д.).

ГИС — современная компьютерная технология, объединяющая традиционные операции работы с базами данных, такими, как запрос и статистический анализ, с преимуществами полноценной визуализации и географического (пространственного) анализа, которые предоставляет карта. Эти возможности отличают ГИС от других информационных систем и обеспечивают уникальные возможности для её применения в широком спектре задач, связанных с анализом и прогнозом явлений и событий окружающего мира, с осмыслением и выделением главных факторов и причин, а также их возможных последствий, с планированием стратегических решений и текущих последствий предпринимаемых действий.

С момента своего появления ГИС широко используется на различных этапах геологических изысканий, исследований, а также при оценке инженерно-геологических условий необходимых для промышленно гражданского строительства. В инженерных изысканиях ГИС могут использоваться для: топографического картирования в различных масштабах, геодезической привязки для геологических исследований (полевые работы, шурфы скважины), удобная среда, платформа программного обеспечения для составления карт, обработка и визуальное представление результатов геологических исследований, комплексная обработка различной геологической и геофизической информации, накопление и обобщение материала, полученного в результате инженерно-геологических изысканий.

Следует отметить, что в архивах, где имеются материалы прошлых лет, имеется большой объем бумажной документации инженерно-геологических изысканий для проектирования и строительства, которое пригодно для использования в программе Arc GIS. Довольно давно, со времен Советского Союза, на территории Таджикистана не обновлялась карта инженерно-геологических условий, да и геологические 200 000 масштаба. В перспективе

ГИС технологии позволяют обновлять имеющийся материал и составлять базу данных в электронном варианте с очень легкими «шлейп» файлами и графикой высокого качества. Данные прошлых лет технических отчетов по инженерной геологии, а также новые изыскания, в комплексе могут служить материалом для моделирования. С помощью ГИС создаются карты для использования на традиционных бумажных и электронных носителях (электронные карты, компьютерные карты, электронные атласы). Таким образом, геоинформационные технологии в геологии и других отраслях являются на сегодняшним день основным инструментом для решения многих технических задач, связанных как с проектированием ПГС, так и с познанием закономерностей развития недр земли. При правильном применении ГИС в геологии — это не только инструмент преобразования информации и каталога данных, но прежде всего средство, которое при интеллектуальном освоение будет конечной целью геологических изысканий.

Географические информационные системы в геологии дают основные понятия и знания для использования ГИС-технологий в геологии, главным результатом которых является база данных о специфике цифровых геологических карт и ГИС-продуктов. Так с помощью программы Arc GIS были несколько тематических карт которые были внесены в технический отчет по изысканиям на стадии ТЭО ГЭС Нурек-2. Главными итоговыми документами в этом случае являются геологические и инженерно-геологические карты и разрезы с различными приложениями, которые служат основой для создания проектов, в частности, проектов автомобильных дорог, линий ЛЭП, прокладкой труб и т. д. с присущей им инфраструктурой.

Инженерно-геологическая карта занимает особое место. Есть очень много программ с которыми можно составлять различные графические карты, но в данном случае именно в Республике Таджикистан мало кто за-

нимается этим родом деятельности. По итогам пройденного курса мной по работе с программным обеспечением американской компании ESRI детищем которой является программа Arc GIS были составлены и обновлены множество различных карт в области геологии, которые были применены впервые в Республике Таджикистан в технических отчетах автором которых является автор данной статьи.

Геологическая карта будущего строительства ГЭС Нурек-2 является итоговой комплексной картой, содержащей все данные по геологии, гидрогеологии, имеющая свойство 3-D графики. Именно такие карты создают в процессе инженерно-геологических изысканий и передают проектной организации для выполнения проекта.

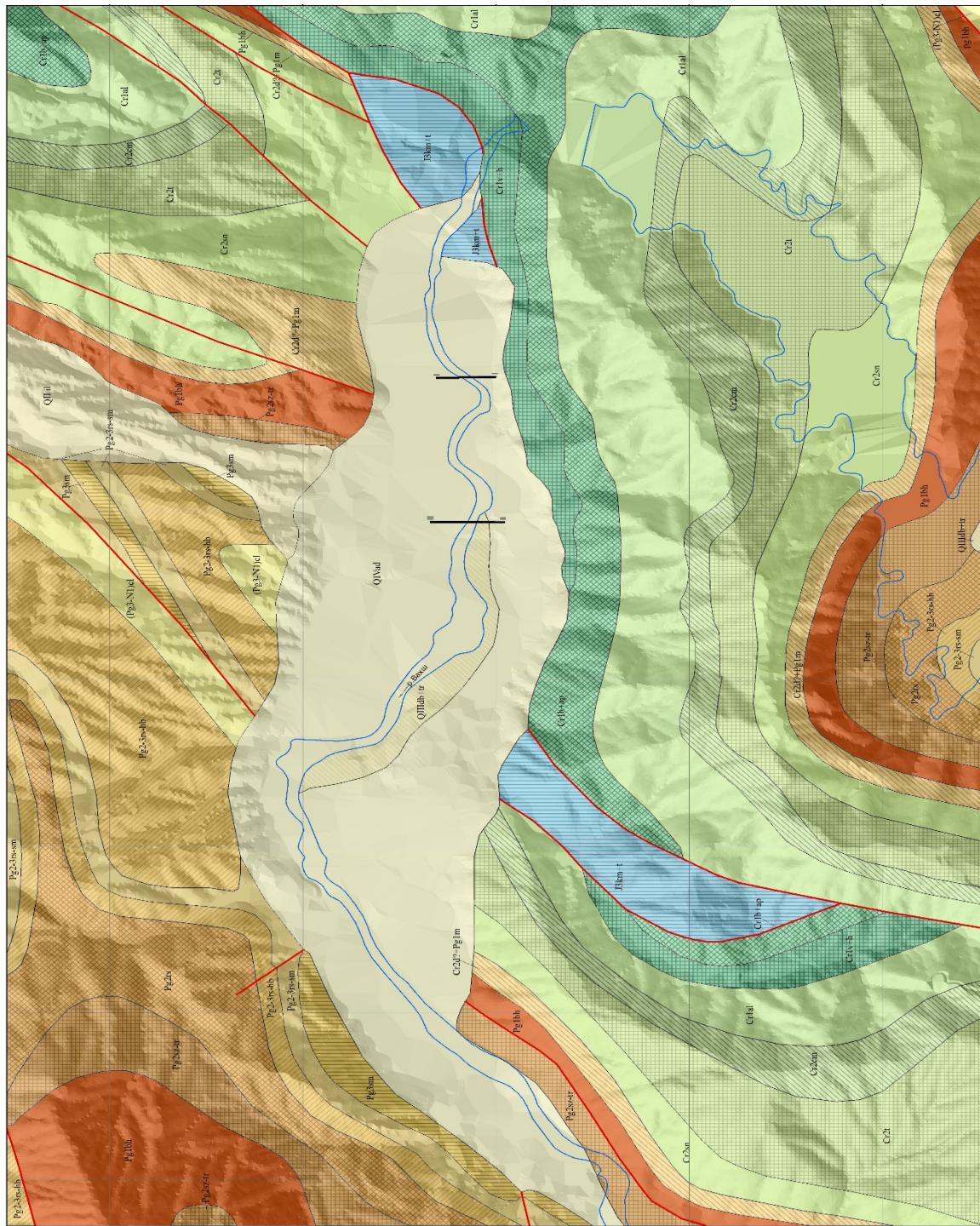
Состав графических материалов, которые были применены в проектах ТЭО Шуробской ГЭС и Нурекской ГЭС-2:

1. Геологическая карта участок проектирования ГЭС «Нурек-2» м 1:25000.
2. Карта неотектоники района Шуробской ГЭС.
3. Карта высотных отметок
4. Инженерно-геологическая карта участка основных сооружений Шуробской ГЭС.

В большинстве случаев на инженерно-геологических картах проводится районирование — деление обследованной территории на части (регионы, области, районы) в зависимости от общности их инженерно-геологических условий. Такие карты обычно называют картами инженерно-геологического районирования.

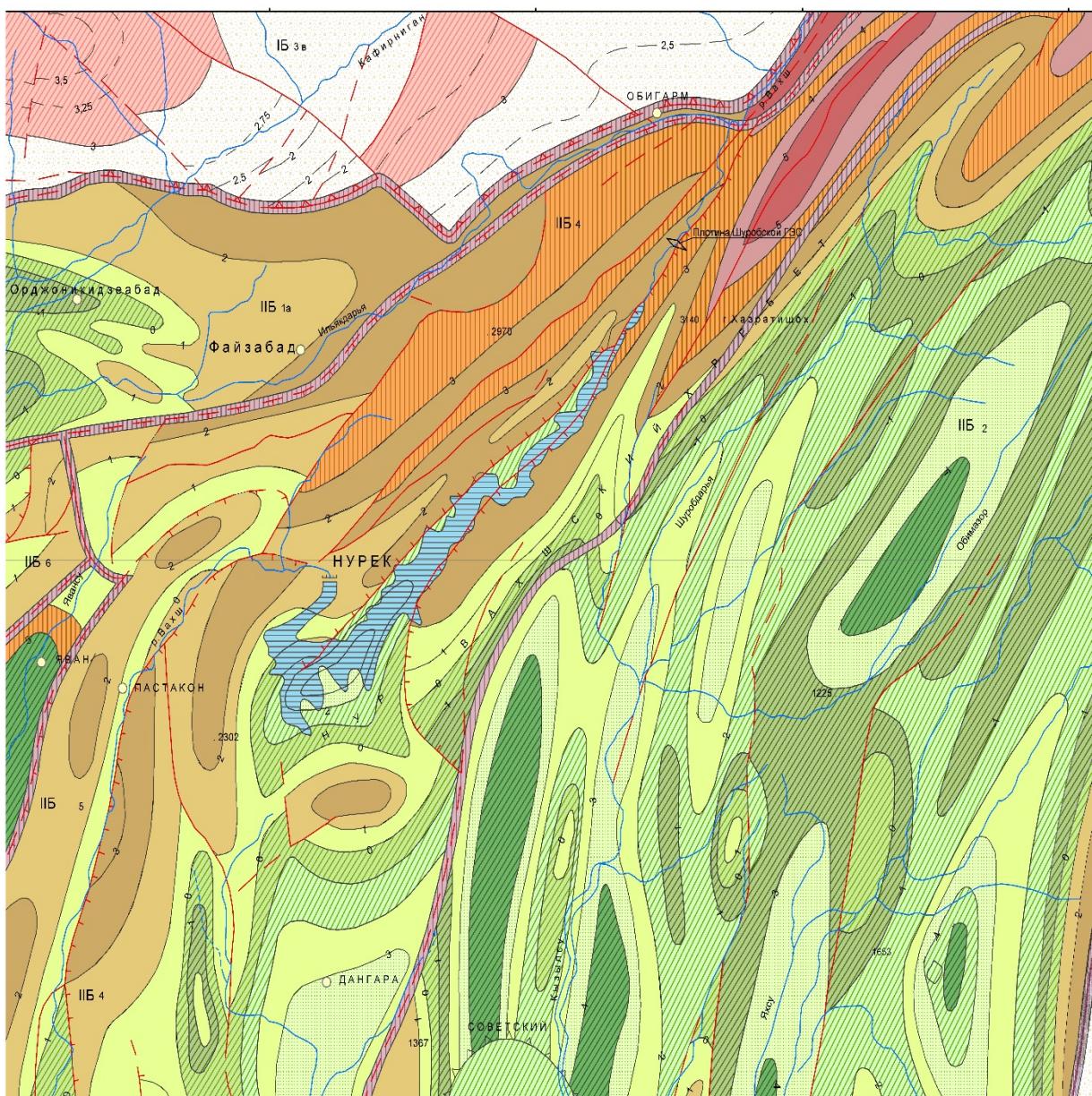
Следует отметить, что программа Arc GIS имеет большой потенциал в области геологии и составлении различного графического материала. В перспективе Республика Таджикистан нуждается в обновлении имеющегося материала в области геологии. ГИС технологии будут служить для этих целей отличной платформой в случае обучения персонала использовать новейшие методики в области геологии во благо своей страны.

Условные обозначения



КАРТА НЕОТЕКТОНИКИ

Район строительства Шуробской ГЭС и прилегающих территорий



УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

СУММАРНЫЕ АМПЛИТУДЫ НЕОТЕКТОНИЧЕСКИХ ДВИЖЕНИЙ
/ в километрах /
В областях устойчивых поднятийОпорная поверхность Q₁
/ Гиссаро-Алайская область /

Поднятия Прогибы

6	5
7	4
2	

В областях преимущественных прогибаний

Опорная поверхность P₃
/ Центрально - Ферганской зоны и
Южно - Таджикской области /

-1	-4
-2	0
-3	1

— 1 — а Изолинии суммарных амплитуд неотектонических движений / в км /:
— 1,5 — б а - основные, б.в - дополнительные
— 1,25 — в

Реки и водотоки

неотектонические разрывные нарушения

- △ △ △ Взбросы
- — — Надвиги
- — — Прочие разломы

Примечание: прерывистыми условными знаками показаны предполагаемые разрывные нарушения

границы структурных элементов

■■■■■	Областей
■■■■	Зон
■■■	Подзон

элементы новейшей структуры

I Области устойчивых поднятий

Б Гиссаро-Алайская

в Южно-Гиссарская подзона

II Области преимущественных прогибаний

а Душанбинская подзона

индексы структурных элементов

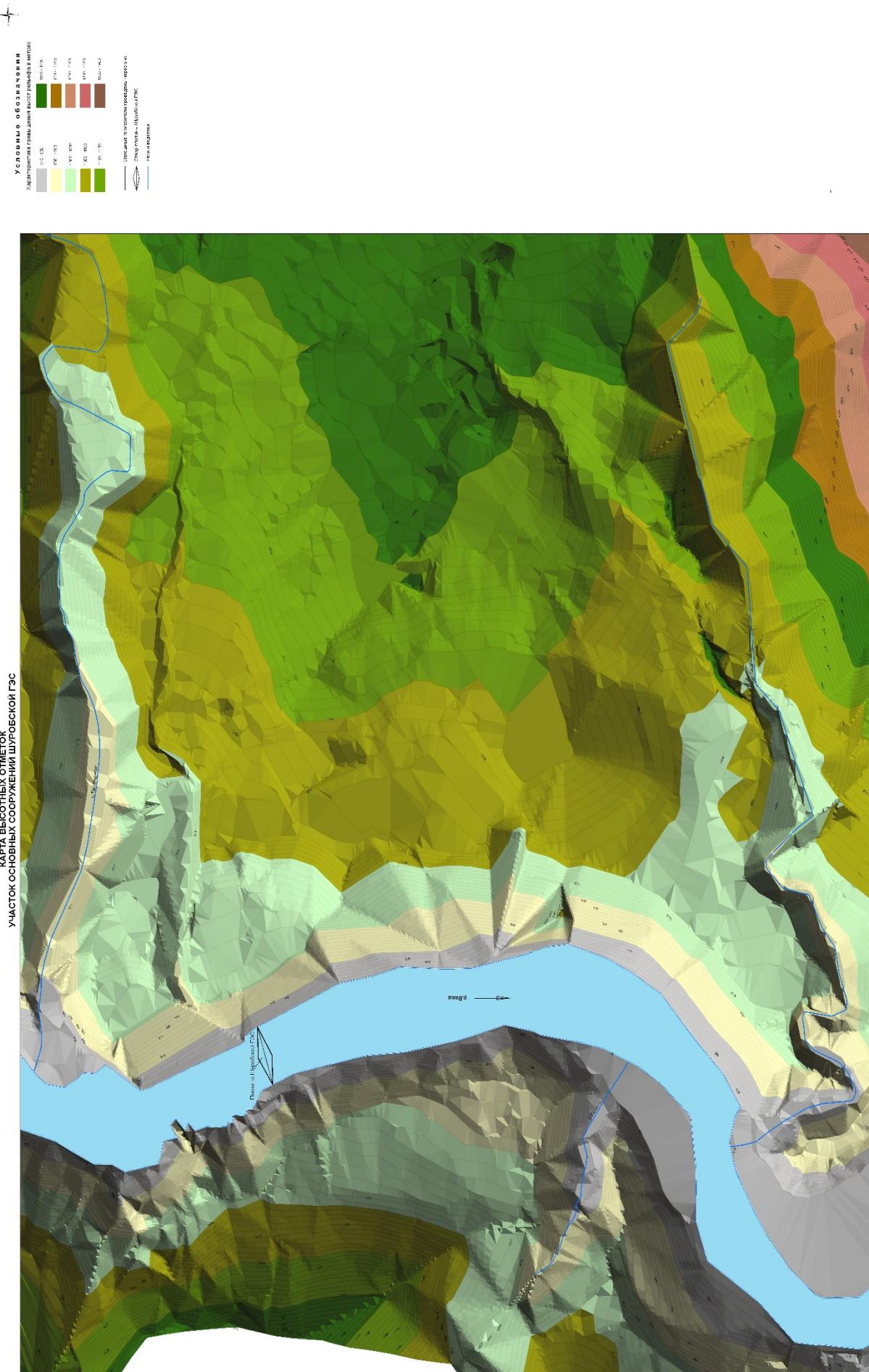
I Категорий областей

IB Областей

IB₁ ЗонIB_{1a} Подзон

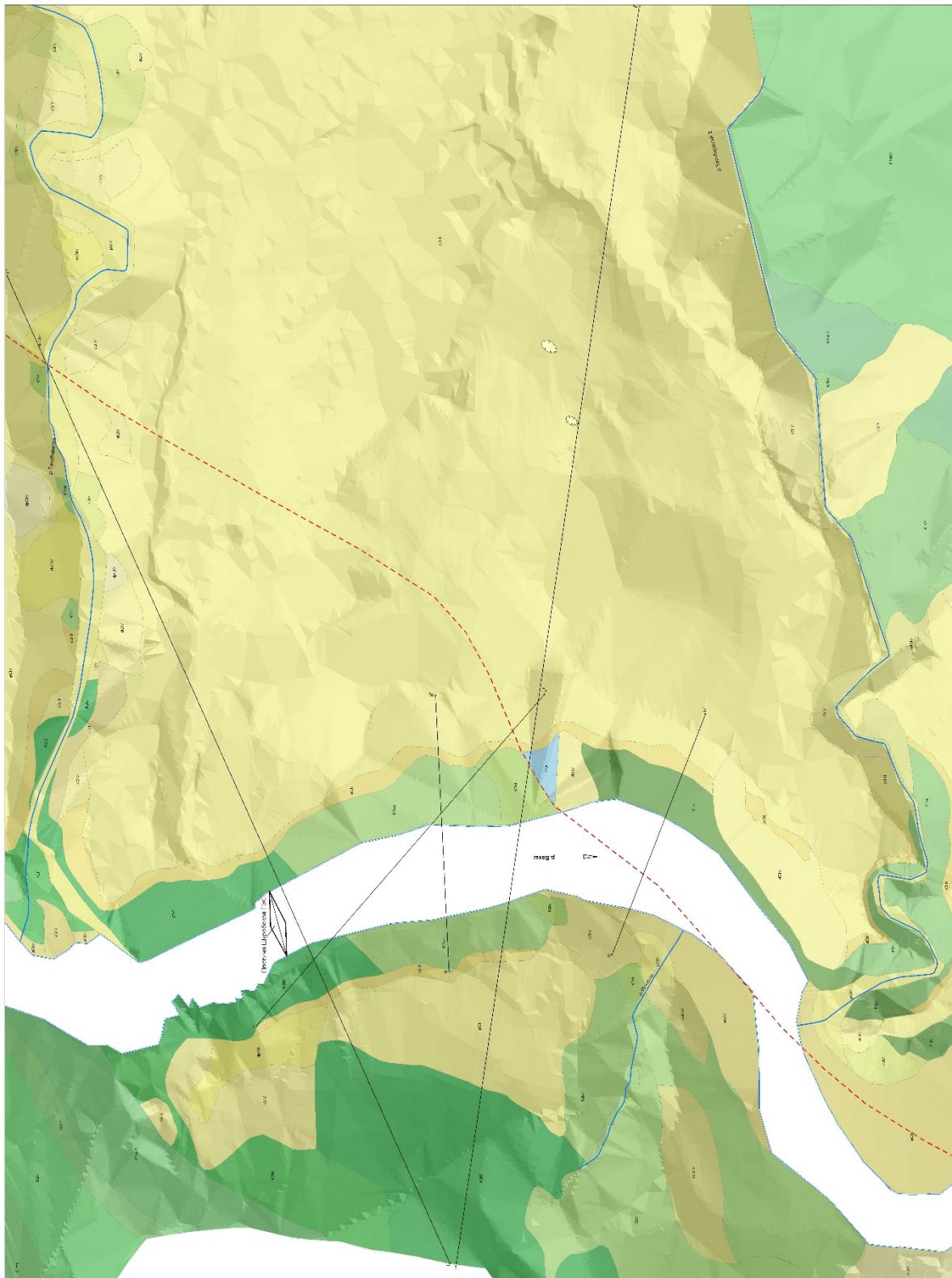
кольцевые структуры

Обусловленные соляным диапиром



УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

**ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА
УЧАСТОК ОСНОВНЫХ СООРУЖЕНИЙ ШУРОБСКОЙ ГЭС**



Повышение эффективности работ при нормализации забоя в скважинах с эксплуатационной колонной d-102, 114 мм

Тяпков Валерий Александрович, начальник службы логистики и транспортного обеспечения
ООО «Нафтагаз-Бурение» (г. Ноябрьск, Ямalo-Ненецкий автономный округ)

В процессе ремонта/освоении скважин после гидравлического разрыва пласта (ГРП), возникают риски нормализации забоя скважины (образование пропантовых корок). Для возобновления нормальной эксплуатации скважины необходимо очистить забой от пропанта и песка.

Ключевые слова: эксплуатационная колонна, забой скважины, промывка скважины, капитальный ремонт скважины, нормализация забоя скважины.

Существующие проблемы при работе в стволах малого диаметра:

После проведения ГРП и, в дальнейшем, во время эксплуатации скважины возникают следующие проблемы при нормализации забоя в эксплуатационной колонне d-102 мм:

1. Невозможность разрушения пропантовой пробки с помощью «пера» или других компоновок низа технической колонны НКТ.
2. Возникает необходимость в бурении пропантовой корки винтовым забойным двигателем и повторного спуска «пера»;
3. Наличие значительного риска прихвата инструмента при извлечении песка или пропанта с помощью прямой промывки по следующим причинам:
 - поглощения скважины;
 - небольшого зазора между спускаемым инструментом и внутренним диаметром эксплуатационной колонны;
 - резкой потере скорости восходящего потока при прямой промывке в месте перехода с эксплуатационной колонны 102 мм на материнскую эксплуатационную колонну (значительное изменение площади сечения);
 - из-за значительных потерь вследствие большой абразивности выносимого материала (пропант, песок).

Была поставлена задача в создании приспособления для разрушения пропантовой пробки и удаления пропанта и песка с помощью только обратной промывки.

В ходе неоднократных работы по нормализации забоя скважины был разработан Гидравлический монитор (схема 1,2), который предназначен для удаления из эксплуатационной колонны d-102 мм (внутренний диаметр 89 мм) песка, пропанта с помощью обратной промывки. Очень эффективен при разрушении и удалении из хвостовиков пропантовых пробок (промывка только обратная).

Данный инструмент был собран из имеющихся материалов, которые используются при капитальном ремонте скважин, а именно:

1. Кожух с наружным d-83 мм и внутренним диаметром 73 мм, длина 350 мм;
2. Червячное направление с центральным отверстием d-45 мм (от ротора винтового забойного двигателя Д-105) длиной 550 мм, которое вставляется в кожух.

С одной стороны червячного направления изготовлены пять «зубьев», с другой стороны нарезается цилиндрическая резьба для навинчивания переводника. Кожух крепится к червячному направлению через 10 просверленных отверстий d-12 мм с помощью сварки нержавеющими электродами;

3. Муфтовый переводник с цилиндрической резьбы на метрическую 60 мм (от НСН-44). Герметичность между переводником и торцом ниппеля с цилиндрической резьбой обеспечивает ножевое уплотнение;
4. Монтажный патрубок 60 мм длиной 500 мм с муфтой.

Принцип действия:

1. Производится спуск гидромонитора и за 10 м до текущего забоя начинается обратная промывка с помощью ЦА-320 (поршни d-115 мм) и допуск компоновки;
2. При выполнении обратной промывки происходит движение промывочной жидкости двумя потоками:
 - а) между стенкой эксплуатационной колонны d-89 мм и наружным диаметром кожуха 83 мм;
 - б) между внутренним диаметром кожуха d-73 мм и корпусом червячного направления, по пяти гидравлическим каналам, суммарное проходное сечение которых больше проходного сечения между колонной и кожухом (а).
3. В результате на выходе из гидромонитора возникают прямая (обычная) струя, двигающаяся по каналу (а), и пять закручивающихся струй, двигающихся по каналам (б);
4. Во время работы гидромонитора происходит эффективное разрушение пропантовых и песчаных пробок по всему диаметру эксплуатационной колонны с помощью комплекса гидравлических струй. При этом из-за эффекта закручивания струй происходит качественная очистка стенок эксплуатационной колонны и боковое воздействие на пробку;
5. При дальнейшей промывке производится подъем на поверхность песка и пропанта через центральное отверстие червячного направляющего и лифта НКТ.
6. При необходимости, можно производить механическое воздействие на текущий забой с помощью фрезерованных зубьев.

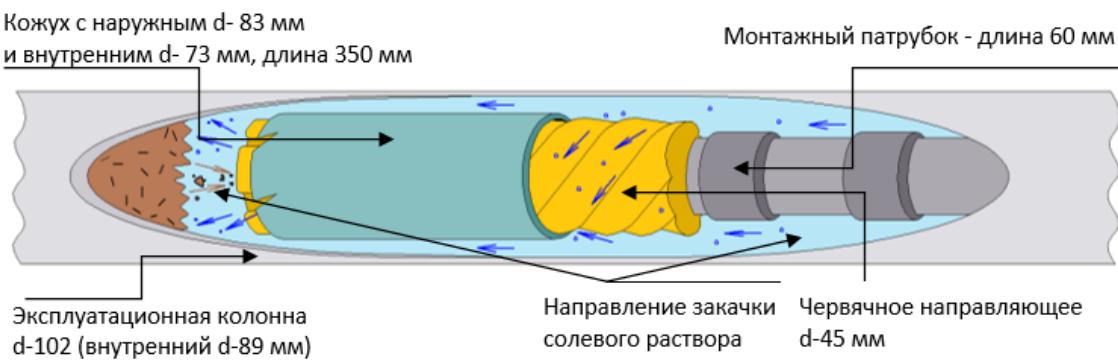


Рис. 1. Гидравлический монитор для стволов малого диаметра (хвостовиков) d-102 мм

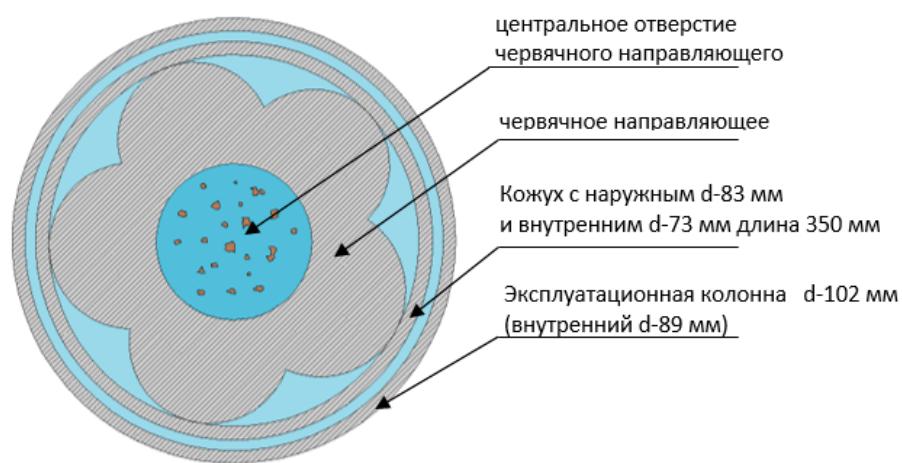


Рис. 2. Гидравлический монитор для стволов малого диаметра (хвостовиков) d-102 мм (в разрезе)

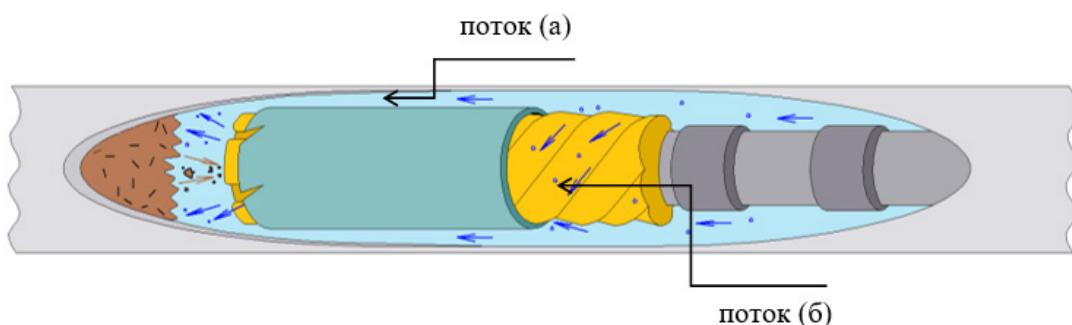


Рис. 3. Схема движения потоков жидкости

Обязательные условия:

1. Промывка только обратная. Прямая промывка ведет к прихвату колонны НКТ, в связи с небольшим проходным сечением в эксплуатационной колонне d-102 мм;
2. Использование при промывке ЦА-320 с поршнями d-115 мм. Это дает возможность увеличить скорость восходящего потока жидкости и подъем пропанта производится постепенно, а не плотной пачкой, что снижает риска «забивания» проходного сечения НКТ.

Также был разработан Гидравлический монитор, который предназначен для разрушения и удаления из эксплуатационной колонны (d-146 мм) пропантовых корок и безопасно выносит на поверхность пропант, песок и другие мех. примеси.

Данное оборудование состоит из:

- Корпус (изготавливается из НКТ 73x7,0);
- Перо (изготавливается из замка бурильной трубы ЗП-95);

— Сопло/шток (перемещается от направления промывки);

— Ограничить.

Основное преимущество:

— Достижение положительного результата за одну спускоподъемную операцию;

— Снижение рисков получения аварий и осложнений в процессе работы гидромонитором;

— Сокращение продолжительности ремонта.

Принцип действия:

1. Производится спуск гидромонитора до текущего забоя и начинаем обратную промывку с помощью двух ЦА-320;

2. При выполнении работ, в случае прохождения пропантовых корок, необходимо использовать **прямую промывку**;

3. При выполнении прямой промывки происходит перемещение штока из положения (б) в положение (а), что приводит к точечному потоку жидкости, за счет уменьшение площади проходного центрального канала (отверстия);

4. В результате чего, за счет увеличение скорости потока жидкости через центральный канал, происходит интенсивное разрушение пропантовой корки;

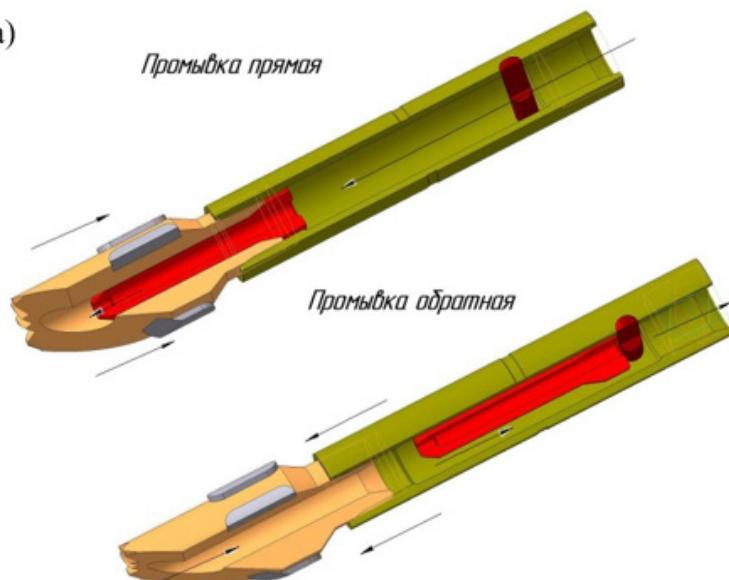
5. После ликвидации пропантовой корки, необходимо менять промывку на обратную, шток перейдет из положения (а) в положение (б) за счет чего увеличится площадь проходного центрального канала.

6. Производить дальнейшую обратную промывку до следующие пропантовой корки или текущего забоя.

7. При необходимости, можно производить механическое воздействие на текущий забой с помощью фрезерованных зубьев;

Положение (а)

Промывка прямая



Положение (б)

Рис. 4. Схема движения потоков жидкости.

Литература:

1. Ремонт нефтяных и газовых скважин. — Профобразование, Саратов, 2021 г., 271 стр.
2. Справочник мастера КРС (капитального ремонта скважин) по сложным работам. — ТюмГНГУ, Тюмень, 2016 г., 285 стр.
3. Правила ведения ремонтных работ в скважине. РД 153-39-023-97.
4. Сулейманов, А. Б. Техника и технология капитального ремонта скважин. — М.: Недра, 1987.

Молодой ученый

Международный научный журнал
№ 8 (455) / 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. Бурьянинов, 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 08.03.2023. Дата выхода в свет: 15.03.2023.

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.