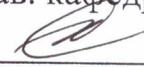


Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
АМУРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
(ФГБОУ ВО «АмГУ»)

Факультет энергетический
Кафедра энергетики
Направление подготовки 13.03.01 - Теплоэнергетика и теплотехника
Направленность (профиль) образовательной программы Энергообеспечение предприятий

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ

И.о. зав. кафедрой

 Н.В. Савина
« 27 » 06 2019 г.

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

ТОМ №1

на тему: Реконструкция системы энергоснабжения части поселка городского типа Новобурейский Амурской области с теплоснабжением от котельной Надежда

Исполнитель
студент группы 543-об


подпись, дата

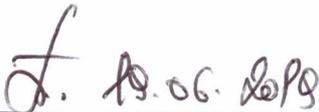
Н.Е. Денисова

Руководитель
доцент

 27.06.19г.
подпись, дата

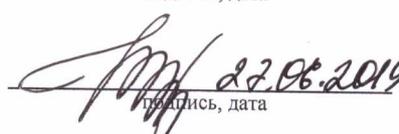
П.П. Проценко

Консультант по
безопасности и
экологичности
доцент, канд.техн.наук

 19.06.2019
подпись, дата

А.Б. Булгаков

Нормоконтроль
ст. преподаватель

 27.06.2019
подпись, дата

Н.С. Бодруг

Благовещенск 2019

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
АМУРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
(ФГБОУ ВО «АмГУ»)

Факультет энергетический
Кафедра энергетики

УТВЕРЖДАЮ

И.о. зав. кафедрой


Н.В. Савина
« 05 » 09 2019 г.

ЗАДАНИЕ

К выпускной квалификационной работе студента Денисовой Натальи Евгеньевны

1. Тема выпускной квалификационной работы: Реконструкция системы энергоснабжения части поселка городского типа Новобурейский Амурской области с теплоснабжением от котельной Надежда

(утверждено приказом от 04.04.2019 № 759-уч)

2. Срок сдачи студентом законченной работы (проекта) 04.06.2019г.

3. Исходные данные к выпускной квалификационной работе: материалы преддипломной практики, генеральный план объекта. План котельной. План размещения технологического и электрооборудования. Нормативно-справочная литература, ПУЭ, ГОСТы

4. Содержание выпускной квалификационной работы (перечень подлежащих разработке вопросов): Характеристика объекта проектирования. Оценка надежности и степени износа тепловых и электрических сетей. Тепловой расчет. Расчет тепловых сетей. Определение тепловых нагрузок. Выбор оборудования котельной. Технологическая схема котельной. Расчет электрических нагрузок. Определение числа и мощности ТП. Выбор проводникового материала. Безопасность и экологичность. Экономическое обоснование проекта.

5. Перечень материалов приложения: (наличие чертежей, таблиц, графиков, схем, программных продуктов, иллюстративного материала и т.п.) План поселка со схемой теплоснабжения. План поселка со схемой электроснабжения. Технологическая схема котельной. План котельной с размещением силового и технологического оборудования.

6. Консультанты по выпускной квалификационной работе (с указанием относящихся к ним разделов) Безопасность и экологичность – А.Б. Булгаков

7. Дата выдачи задания 05.04.2019г.

Руководитель выпускной квалификационной работы: Проценко П.П., доцент 
(фамилия, имя, отчество, должность, ученая степень, ученое звание)

Задание принял к исполнению (дата): 05.04.2019г.
 (подпись студента)

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа содержит 109 с., 4 рисунка, 28 таблиц, 92 формулы, 51 источник.

ТЕПЛОВАЯ СЕТЬ, ОТОПЛЕНИЕ, ТЕПЛОВАЯ НАГРУЗКА, ГОРЯЧЕЕ ВОДОСНАБЖЕНИЕ, ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ НАГРУЗКИ, БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ, ВРЕДНЫЕ ВЫБРОСЫ, ВЫСОТА ДЫМОВОЙ ТРУБЫ, ЧРЕЗВЫЧАЙНЫЕ СИТУАЦИИ

Целью выпускной квалификационной работы является реконструкция части поселка городского типа Новобурейский Амурской области с теплоснабжением от котельной Надежда.

В выпускной квалификационной работе производится реконструкции системы энергоснабжения части поселка городского типа Новобурейский.

Для решения задач, поставленных в ВКР, использовались аналитические, графические и графо-аналитические методы.

Были рассчитаны тепловые нагрузки на отопление и горячее водоснабжение, тепловые потери, выбрано новое оборудование для котельной «Надежда», рассчитаны электрические нагрузки жилого района и комплекса котельной. Рассмотрены вопросы безопасности на котельной, вопросы дальнейшей безопасной эксплуатации оборудования, аспекты воздействия объекта на окружающую среду, возможные чрезвычайные ситуации.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	9
1 Краткая характеристика поселка рассматриваемого района	11
1.1 Климато-географическая характеристика	11
1.1.1 Географическая характеристика Новобурейского	11
1.1.2 Климат поселка городского типа Новобурейский	12
1.2 Краткая характеристика котельной, тепловых и электрических сетей	12
1.2.1 Комплекс котельной и тепловые сети	12
1.2.1.1 Описание существующих технических и технологических проблем в системах теплоснабжения	14
1.2.1.2 Оценка надежности теплоснабжения	15
1.2.2 Характеристика существующей электрической сети	15
1.2.3 Потребители тепловой и электрической энергии	15
2 Тепловой расчет	18
2.1 Расчет тепловых нагрузок	18
2.1.1 Исходные данные	18
2.1.2 Расчетная тепловая нагрузка на отопление	20
2.1.3 Расчетная тепловая нагрузки на горячее водоснабжение	21
2.2 Гидравлический расчет	24
2.2.1 Предварительный гидравлический расчет	25
2.2.2 Уточненный гидравлический расчет	30
2.3 Расчет тепловых потерь	33
2.3.1 Прокладка трубопровода	33

2.3.2	Нормативные значения потерь теплоносителя за год с его нормируемой утечкой	33
2.3.3	Определение нормативных технологических потерь тепловой энергии	34
2.3.4	Нормативные значения часовых тепловых потерь	35
2.4	Определение тепловой нагрузки котельной	37
2.5	Построение тепловой схемы котельной с водогрейными котлами для закрытой системы теплоснабжения	37
3	Выбор оборудования котельной	39
3.1	Характеристика котла КВТС-6,5-150	39
3.2	Топка ТЛЗМ 2-1,87/4,0	42
3.3	Дымосос ДН-12,5	42
3.4	Вентилятор ВДН-11,2	43
3.5	Выбор сетевых насосов	43
3.6	Выбор подпиточных насосов	44
3.6	Компоновочные решение	45
4	Расчет электрической части	46
4.1	Расчет электрических нагрузок 0,38 кВ	46
4.1.1	Расчет электрических нагрузок жилых зданий	46
4.1.2	Расчет электрических нагрузок общественных зданий	49
4.1.3	Расчет электрической нагрузки котельной	52
4.1.4	Расчет электрической нагрузки внешнего освещения	57
4.1.5	Суммарная электрическая нагрузка района	59
4.2	Проектирование низковольтного электроснабжения	59
4.2.1	Определение места расположения ТП	59
4.2.2	Выбор схемы и сечений распределительной сети 0,38 кВ	60

4.3	Выбор числа и мощности ТП	64
4.4	Определение потерь мощности в трансформаторах	67
4.5	Выбор сечений распределительной сети 6 кВ	69
4.6	Выбор марки и сечения кабеля в корпусе котельной	72
5	Безопасность и экологичность	73
5.1	Безопасность	73
5.1.1	Обеспечение безопасности работы котельной	73
5.1.2	Обеспечение электробезопасности	78
5.1.2.1	Меры по обеспечению электробезопасности на производстве	78
5.1.2.2	Расчет заземления корпуса котельной	79
5.2	Экологичность	80
5.2.1	Расчет вредных выбросов	85
5.3	Чрезвычайные ситуации	90
5.4	Выводы	92
6	Экономическая часть	94
6.1	Расчет капиталовложений	94
6.2	Расчет амортизационных отчислений и затрат на ремонт и эксплуатацию основных фондов	95
6.2.1	Амортизационные отчисления	95
6.2.2	Расчет затрат на водопользование	97
6.2.3	Расчет затрат на электроэнергию	99
6.2.4	Расчет затрат на топливо	100
6.2.5	Расчет численности персонала и заработной платы	100
6.2.6	Расчет налога на социальные нужды и медицинское страхование	102
6.2.7	Расчет прочих затрат	102

6.2.8 Суммарные издержки	102
6.3 Расчет окупаемости проекта	103
Заключение	106
Библиографический список	107
Приложение А Расчет тепловой части	
Приложение Б Расчет технологических потерь при передаче тепловой энергии по тепловым сетям	
Приложение В Расчет электрической части	

ОПРЕДЕЛЕНИЯ, ОБОЗНАЧЕНИЯ, СОКРАЩЕНИЯ

ГВС – горячее водоснабжение;

ЖКХ – жилищно-коммунальное хозяйство;

КЛ – кабельная линия;

КПД – коэффициент полезного действия;

МЧС – министерство чрезвычайных ситуаций;

ПО – поквартирное отопление;

ПС – электрическая подстанция;

ПЭ – подпиточный электронасос;

СЭС – система электроснабжения;

СЭ – сетевой электронасос;

ТП – трансформаторная подстанция;

ФЗ – федеральный закон;

ЭП – электроприемник.

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время реконструкция и модернизация систем энергоснабжения имеет наибольшую актуальность. Оборудование котельных, тепловых и электрических сетей, считается устарелым и изношенным, это связано с тем, что большинство объектов было построено достаточно давно и находится на грани завершения всех сроков эксплуатации. Устаревшее оборудование котельных приводит к уменьшению КПД и увеличению расходов предприятий на теплоснабжение, а также может послужить к возникновению аварий, как на самой котельной, так и на теплосетях. Всё это приведёт к большим необоснованным затратам. При своевременной реконструкции и модернизации оборудования можно избежать аварий и затрат, так как вложенный капитал вернётся по истечению времени ввиду экономии через несколько лет.

Реконструкция котельной повышает эффективность использования топлива, способствует увеличению тепловой мощности котельной, улучшает надежность системы теплоснабжения, снижает затраты на водоподготовку и на закупку электроэнергии. Реконструкция котельной повышает качество теплоснабжения потребителей и значительно сокращает выброс вредных веществ в атмосферу. Реконструкция котельной представляет собою замену изношенного оборудования и оптимизацию путей теплоснабжения таким образом, чтобы увеличение производительности не повлекло за собою увеличение затрат на ее содержание.

В настоящей выпускной квалификационной работе рассматривается необходимость в реконструкции системы энергоснабжения, в частности котельной Надежда, в связи с износом оборудования и нарушением более чем в три раза баланса вырабатываемой и потребляемой тепловой энергии.

Реконструкция котельной позволит:

- уменьшить энергозатраты на работу приводов насосов;
- снизить топливные расходы;

- поддерживать эксплуатационный водный режим при работе котлов, не тратя много средств на химводоподготовку;
- сократить численность штатного персонала и, как следствие, уменьшить расходы на его содержание;
- уменьшить в несколько раз общие эксплуатационные затраты.

Целью данной работы является реконструкция части поселка городского типа Новобурейский Амурской области с теплоснабжением от котельной Надежда. Для выполнения указанной цели необходимо выполнить следующие действия:

- анализ существующего состояния котельной и оборудования;
- расчёт теплоснабжения района пгт Новобурейский;
- сделать замену и выбор оборудования для котельной;
- произвести расчет электрических нагрузок оборудования котельной;
- произвести расчет срока окупаемости предложенной реконструкции.

Проект реконструкции выполнен в соответствии с требованиями всех действующих нормативных документов.

При выполнении выпускной квалификационной работы использовались программные комплексы, такие как: Microsoft Office Word 2013г., Microsoft Office Visio 2013 г, Microsoft Office Excel 2013г, MathType 6.1 Equation, Mathcad 15.0, КОМПАС-3D V18.

1 КРАТКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПОСЕЛКА РАССМАТРИВАЕМОГО РАЙОНА

1.1 Климато-географическая характеристика

Новобурейский расположен в Амурской области России и является административным центром Бурейского района и муниципального образования «Рабочий поселок (поселок городского типа) Новобурейский». На начало 2017 года население составляло 7 тысяч человек.

Муниципальное образование рабочий поселок Новобурейский состоит из двух населенных пунктов: административного центра – рабочий поселок Новобурейский и села Николаевка. Объекты общественного обслуживания, такие как больница, школы, детские сады, магазины, поликлиника и администрация находятся в Новобурейском.

Посёлок расположен в восточной части области на правом берегу реки Буреи в 175 км к востоку от Благовещенска, у автодороги «Амур». В 8 км к западу от посёлка — железнодорожная станция Бурея на Транссибирской магистрали.

В поселке есть районный Дом культуры с музеем и библиотекой, а также районные детские и взрослые библиотеки. Для спортивных мероприятий имеется стадион «Металлист» и 5 спортивных залов. Также есть станция юных натуралистов, детская художественная школа, юношеская спортивная школа.

В центральной зоне Новобурейский имеет застройку из пяти этажей и ниже. По периметру примыкают здания усадебного типа. Поскольку развитие частного сектора осуществляется отдельными застройщиками, степень обеспеченности централизованным инженерным оборудованием составляет

1.1.1 Географическая характеристика Новобурейского

Площадь муниципального образования составляет 4160га, в том числе населенный пункт – 676 га. Общая площадь земель муниципального образования – 48450 га. Муниципалитет граничит на севере с Долдыканским, на востоке с Архаринским, на западе с Бурейским, на юге с Малиновским муниципалитетами.

1.1.2 Климат поселка городского типа Новобурейский

Теплоснабжение поселка Новобурейский осуществляется 7 котельными на угольном топливе.

Погода в Новобурейском меняется по месяцам, так как он очень далеко от экватора. Средняя годовая температура воздуха составляет 5,8 °С днем и минус 4,5 °С ночью.

Климат в Новобурейском умеренно-холодный. Зимой намного меньше осадков, чем летом. Средняя температура воздуха в Новобурейском составляет минус 0,9 °С. Среднегодовая норма осадков - 624 мм.

Наименьшее количество осадков выпадает в феврале. Среднее значение за этот месяц составляет 6 мм. Большая часть осадков выпадает в июле, в среднем 135 мм. Температуры являются самыми высокими в среднем в июле, около 20,9 °С.

Разница между количеством осадков между самым сухим и самым влажным месяцем составляет 129 мм. Средняя разница температур колеблется в течение года и составляет 48,0 °С.

1.2 Краткая характеристика котельной, тепловых и электрических сетей

1.2.1 Комплекс котельной и тепловые сети

Предметом деятельности ООО «Надежда» является осуществление функций по производству, сбыту и транспортировке тепловой энергии. За предприятием на праве аренды закреплен комплекс котельной и сети теплоснабжения расположенные в поселке городского типа Новобурейский. Комплекс котельной вырабатывает тепловую энергию, которая используется на нужды отопления жилых и административных зданий.

Комплекс котельной [42] производит тепловую энергию в виде горячей воды. Топливом для котельной является бурый уголь Райчихинского угольного разреза.

Комплекс котельной имеет следующие характеристики:

- год ввода в эксплуатацию: 1976г;

- установленная мощность используемого оборудования 1,56 МВт;
- суммарная тепловая мощность установленных котлов 45,0 Гкал/ч;
- вид топлива: бурый уголь Райчихинского угольного разреза;
- продолжительность работы тепловых сетей в год равна 5452 ч;
- средняя продолжительность отопительного периода – 226 дней;
- общий износ тепловых сетей составляет 63-88%;
- системы теплоснабжения Новобурейского являются открытыми.

Характеристика основного котельного оборудования [42] представлена в таблице 1.

Таблица 1 – Основное котельное оборудование

Наименование котла	Производительность, Гкал/ч	Год установки	Паспортный КПД	Назначение	Вид топлива	Учет отпуска тепловой энергии
Котел КВ-ТСВ-20	12,1	1976	81,5	водогрейный	Бурый уголь	нет
Котел КВ-ТСВ-20	12,1	1976	81,5	водогрейный	Бурый уголь	нет
Котел КЕ-25-14с	10,4	1988	86,4	водогрейный	Бурый уголь	нет
Котел КЕ-25-14с	10,4	1988	86,4	водогрейный	Бурый уголь	нет
Итого	45					

Вспомогательное оборудование котельной представлено в таблице 2.

Таблица 2 – Вспомогательное оборудование котельной

№ П/П	Наименование	Количество	Производительность, м ³ /ч	Напор	Мощность электродвигателя, кВт	Скорость вращения, об/мин
1	Насос сетевой СЭ8-100-11	3	800	100	315	1500
2	Насос сетевой 1Д 500-63а	1	450	53	132	1450
3	Дымосос ДН-19	3	90000	-	200	985
4	Вентилятор ВДН-12,5	4	39000	-	75	1410

Планируемая продолжительность отопительного периода, согласно ТСН 23-328-2001 «Территориальные строительные нормы Амурской области» и СНиП 23-01-99* «Строительная климатология» (СП 131.13330.2012) составляет 226 суток.

Котельная работает по температурному графику 110-70 °С. Среднее значение температуры теплоносителя подающего трубопровода 63,62 °С при средней температуре наружного воздуха минус 11,8 °С, обратного трубопровода 52,15 °С, максимальная температура подающего трубопровода 90 °С, обратного трубопровода 70 °С.

Центральная котельная отапливает большую часть поселка Новобурейский. Среди потребителей тепла от данной котельной есть бюджетные учреждения (школы, детские сады, спортивные сооружения, и т.д.), многоквартирные многоэтажные дома, частные здания, относящиеся к объектам ведения бизнеса.

Теплоизоляция тепловых сетей в основном – минеральная вата, стекловолокно, стеклоткань. Магистральные и квартальные тепловые сети, отходящие от «Центральной котельной» поверх тепловой изоляции закрыты оцинкованной жестию.

Общее состояние изоляции характеризуется уплотнением и провисанием тепловой изоляции на 30% участков теплосети. Это приводит к нарушению норматива теплового потока через теплоизоляцию. Рекомендовано восстановить тепловую изоляцию, используя пенополиуретановые скорлупы.

Для диагностики состояния тепловых сетей применяется прессовка на прочность повышенным давлением в соответствии с п.6.2.11-6.2.16. «Правил технической эксплуатации тепловых энергоустановок». Планирование текущих ремонтов тепловых сетей производится на основании мониторинга технологических отказов и мониторинга состояния трубопроводов.

1.2.1.1 Описание существующих технических и технологических проблем в системах теплоснабжения

Износ тепловых сетей составляет от 63 до 88 %. В связи с этим фактические тепловые потери превышают нормативные, увеличиваются потери тепловой

энергии с утечками горячей воды. Одной из наиболее острых проблем для потребителей, отапливаемых от Центральной котельной, является недостаток давления в зданиях, находящихся в тупиковых ветках теплотрассы. Для снижения тепловых потерь необходимо выполнить замену ветхих сетей и повысить качество изоляции трубопроводов, исключить возможность слива теплоносителя из системы отопления. Произвести шайбирование центральной части Новобурейского либо установить в качестве запорной арматуры полнопроходные шаровые краны, которые дают возможность регулировать гидравлические режимы без проведения шайбирования.

1.2.1.2 Оценка надежности теплоснабжения

Наиболее «уязвимым» местом в системе централизованного теплоснабжения на сегодняшний день в поселке является большой износ тепловых сетей. Данные по аварийным остановам котельных отсутствуют.

Плановые ремонты и замена трубопроводов теплоснабжения устранит «уязвимости» в системе теплоснабжения.

1.2.2 Характеристика существующей электрической сети

Источником питания Бурейского района является ПС Бурейск. ПС «Бурейск» (110/35/6 кВ) является тупиковой подстанцией. На подстанции установлены два трансформатора ТДТН-16000/110. Диспетчерское наименование Т-1 и Т-2. Подстанция имеет резервное питание по 35 кВ от ПС Малиновка.

На территории рассматриваемой части поселка городского типа Новобурейский расположено 14 ТП 6/0,38 кВ. Все они получают питание от ПС Бурейск по воздушным линиям электропередачи 6 кВ.

1.2.3 Потребители тепловой и электрической энергии

Характеристика потребителей тепловой энергии с указанием отапливаемой площади представлена в таблице 3.

Таблица 3 – Характеристика потребителей тепловой и электрической энергии

№	Тип	Площадь	Количество этажей	Количество подъездов
1	2	3	4	5
1	Бассейн	1156	2	-
2	Школа №3	2480	3	-
3	Жилой	1543	5	5
4	Аптека	420	1	-
5	Жилой	959	5	4
6	Жилой	1025	5	3
7	Жилой	1788	5	8
8	Библиотека	334	2	-
9	Жилой	1287	5	5
10	Жилой	1188	5	5
11	Детский сад	581	2	-
12	Жилой	903	5	3
13	Детский сад	742	2	-
14	Жилой	972	5	4
15	Жилой	847	5	3
16	Жилой	950	5	3
17	Жилой	930	5	3
18	Жилой	631	5	3
19	Жилой	651	5	2
20	Жилой	907	5	3
21	Жилой	918	5	3
22	Жилой	546	5	2
23	Жилой	721	5	2
24	Жилой	738	5	3
25	Жилой	363	5	2
26	Жилой	567	5	3
27	Кафе	706,5	3	-
28	Жилой	2324	5	9
29	Магазин	250	1	-
30	Администрация поселка	333,5	2	-
31	Банк	960	1	-
32	Спортзал	4715	3	-
33	Склад	960	1	-
34	Склад	960	1	-
35	Котельная	5615	12 м	-

Продолжение таблицы 3

1	2	3	4	5
36	Банк	107	1	-
37	РДК	1170	2	-
38	Районная администрация	698	3	-
39	Жилой	990	5	3
40	Школа №1	957	3	-
41	Школа №1	888	3	-
42	Жилой	1012	5	4
43	Банк	500	1	-
44	Полиция	786	2	-
45	Соц. защита	179	1	-
46	Жилой	600	5	3
47	Жилой	600	5	3
48	Жилой	574	5	3
49	Дом детского творчества	625	1	-
50	Жилой	600	5	3
51	Жилой	1079	5	3
52	Жилой	1080	5	3
53	Жилой	943	5	3
54	Жилой	864	5	4
55	Жилой	1189	5	4
56	Жилой	777	5	3

2 ТЕПЛОВОЙ РАСЧЕТ

2.1 Расчет тепловых нагрузок

2.1.1 Исходные данные

Для проектирования системы теплоснабжения жилого района пгт Новобурейский принимаются климатические данные по пгт Новобурейский. В таблице 4 приведенные климатические данные.

Таблица 4 – Климатические данные по пгт Новобурейский

Температура воздуха наиболее холодной пятидневки, °С	Продолжительность периода отопления, сутки	Средняя скорость ветра, м/с
-41	226	3,1

В таблице 5 приведены характеристики объектов жилого района.

Таблица 5 – Характеристика объектов жилого района [35]

№ дома	Наименование объекта	Общая площадь F, м ²	Высота здания L, м	Внутренняя температура зданий, t _{вн.}	Удельная отопительная характеристика ккал/м ³ °С	Объем V, м ³
1	2	3	4	5	6	7
1	Бассейн	1156	6	23	0,33	6936
2	Школа №3	2480	9	20	0,31	22320
3	Жилой	1543	15	20	0,28	23145
4	Аптека	420	3	18	0,43	1260
5	Жилой	959	15	20	0,296	14385
6	Жилой	1025	15	20	0,29	15375
7	Жилой	1788	15	20	0,28	26820
8	Библиотека	334	6	18	0,29	240
9	Жилой	1287	15	20	0,28	19305
10	Жилой	1188	15	20	0,29	17820
11	Дет. сад	581	6	23	0,38	3486
12	Жилой	903	15	20	0,30	13545
13	Дет. сад	742	6	23	0,38	4452
14	Жилой	972	15	20	0,29	14580
15	Жилой	847	15	20	0,30	12705
16	Жилой	950	15	20	0,30	14250

Продолжение таблицы 5

1	2	3	4	5	6	7
17	Жилой	930	15	20	0,30	13950
18	Жилой	631	15	20	0,34	9465
19	Жилой	651	15	20	0,33	9765
20	Жилой	907	15	20	0,30	13605
21	Жилой	918	15	20	0,30	13770
22	Жилой	546	15	20	0,35	8190
23	Жилой	721	15	20	0,32	10815
24	Жилой	738	15	20	0,32	11070
25	Жилой	363	15	20	0,37	5445
26	Жилой	567	15	20	0,345	8505
27	Кафе	706,5	9	18	0,33	6358,5
28	Жилой	2324	15	20	0,35	34860
29	Магазин	250	3	18	0,38	750
30	Администрация ПГТ	333,5	6	20	0,43	2001
31	Банк	960	3	20	0,43	2880
32	ГИБДД	4715	9	20	0,43	42435
36	Банк	107	3	20	0,43	321
37	РДК	1170	6	21	0,29	7020
38	Районная администрация	698	9	20	0,38	6282
39	Жилой	990	15	20	0,29	14850
40	Школа №1	957	9	20	0,35	8613
41	Школа №1	888	9	20	0,35	7992
42	Жилой	1012	15	20	0,31	12144
43	Банк	500	3	20	0,43	1500
44	Полиция	786	6	20	0,43	4716
45	Соц. защита	179	3	20	0,43	537
46	Жилой	600	15	20	0,34	9000
47	Жилой	600	15	20	0,34	9000
48	Жилой	574	15	20	0,355	8610
49	ДДТ	625	3	23	0,39	1875
50	Жилой	600	15	20	0,34	9000
51	Жилой	1079	15	20	0,29	16185
52	Жилой	1080	15	20	0,29	16200
53	Жилой	943	15	20	0,30	14145
54	Жилой	864	15	20	0,31	12960
55	Жилой	1189	15	20	0,285	17835
56	Жилой	777	15	20	0,315	11655

2.1.2 Расчетная тепловая нагрузка на отопление

По следующей формуле определяется расчетная тепловая нагрузка на отопление:

$$Q_o^{\max} = \alpha V q_o (t_j - t_o) (1 + K_{u.p}) 10^{-6} \quad (1)$$

где α - поправочный коэффициент, учитывающий отличие расчетной температуры наружного воздуха для проектирования отопления t_o от $t_o = -41$ °С, при которой определено соответствующее значение q_o [1];

V - объем здания по наружному обмеру, м³;

q_o - удельная отопительная характеристика здания при $t_o = -41$ °С, ккал/(м³ · ч · °С) [1];

t_o - расчетная температура наружного воздуха для проектирования отопления в местности, где расположено здание, °С [19];

t_j - расчетная температура воздуха в отапливаемом здании, °С.

Коэффициент, обусловленный тепловым и ветровым напором, то есть соотношением тепловых потерь зданием с инфильтрацией и теплопередачей через наружные ограждения при температуре наружного воздуха, расчетной для проектирования отопления называется расчетным коэффициентом инфильтрации и рассчитывается по следующей формуле:

$$K_{u.p} = 10^{-2} \sqrt{\left[2gL \left(1 - \frac{273+t_o}{273+t_j} \right) + w_o^2 \right]} \quad (2)$$

где g - ускорение свободного падения, м/с² (принимается $g=9.81$ м/с²);

L - свободная высота здания, м;

w_o - расчетная для данной местности скорость ветра в отопительный период, м/с [12].

Рассмотрим на примере третьего дома:

$$K_{u.p} = 10^{-2} \sqrt{2 \cdot 9,81 \cdot 15 \cdot \left(1 - \frac{273 + (-41)}{273 + 20}\right) + 3,1^2} = 0,084$$

$$Q_o^{\max} = 0,86 \cdot 23145 \cdot 0,28 \cdot (20 - (-41)) \cdot (1 + 0,084) \cdot 10^{-6} = 0,369 \text{ Гкал/ч.}$$

Годовой расход теплоты на отопление:

$$Q_o^e = Q_o^{\max} \cdot h_0 \tag{4}$$

где h_0 - длительность отопительного периода, ч.

Так как отопительный период длится 226 суток, в часах это будет 5424 часов.

$$Q_o^e = 0,369 \cdot 5424 = 1999 \text{ Гкал/ч.}$$

2.1.3 Расчетная тепловая нагрузки на горячее водоснабжение

Системой горячего водоснабжения (ГВС) называется совокупность устройств, которые обеспечивают нагрев холодной воды и ее распределение на водораспределительных приборам. В централизованных системах одна нагревательная установка в котельной или центральном тепловом пункте (ЦТП) обслуживает горячей водой одно или несколько крупных зданий в пределах жилого микрорайона, квартала или поселка. Все централизованные системы ГВС проектируют с циркуляционными трубопроводами для обеспечения потребителей горячей водой, так как без них в отсутствии водозабора вода в подающих линиях быстро остывает и потребитель вынужден сливать ее, теряя при этом воду и теплоту.

Расчетная тепловая нагрузка на горячее водоснабжение определяется по формуле:

$$Q_{ГВС} = \frac{aN(55-t_c)10^{-6}}{T} \quad (5)$$

где a - норма затрат воды на горячее водоснабжение абонента, л/ед. измерения в сутки [12];

N - количество единиц измерения, отнесенное к суткам, количество жителей, учащихся в учебных заведениях и т.д.;

t_c - температура водопроводной воды в отопительный период, °С; при отсутствии достоверной информации принимается $t_c = 5$ °С;

T - продолжительность функционирования системы горячего водоснабжения абонента в сутки, ч.

Рассмотрим на примере третьего дома:

$$Q_{ГВС} = \frac{250 \cdot 154,3 \cdot (55 - 5)10^{-6}}{24} = 0,08 \text{ Гкал/ч.}$$

Годовой расход теплоты на горячее водоснабжение:

$$Q_{ГВС}^r = Q_{ГВС} \cdot n_0 \quad (6)$$

где n_0 - длительность периода горячего водоснабжения, в часах, равна длительности периода отопления для Новобурейского.

$$Q_{ГВС}^r = 0,08 \cdot 5424 = 435,898 \text{ Гкал/ч.}$$

Результаты расчета тепловых нагрузок на отопление и на горячее водоснабжение сведем в таблицу 6.

Таблица 6 – Тепловые нагрузки квартала

№ зда- ния	V, м ³	q, ккал /м ³ ч ⁰ С	L, м	t, °С	Q _{оmax} Гкал/ч	Q ₀ ^Г Гкал/ч	Q _{Гвс} Гкал/ч	Q _{Гвс} ^Г Гкал/ч
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	6936	0,33	6	23	0,133	723,777	0,024	130,628
2	22320	0,31	9	23	0,407	2208	0,101	546,468
3	23145	0,28	15	20	0,369	1999	0,08	435,898
4	1260	0,43	3	20	0,3	161,374	-	-
5	14385	0,296	15	20	0,242	1314	0,05	270,918
6	15375	0,29	15	23	0,266	1445	0,053	289,563
7	26820	0,28	15	20	0,427	2317	0,093	505,11
8	240	0,29	6	20	0,004	20,961	-	-
9	19305	0,28	15	20	0,307	1668	0,067	363,577
10	17820	0,29	15	20	0,294	1594	0,062	335,61
11	3486	0,38	6	18	0,071	385,664	0,009	49,24
12	13545	0,30	15	20	0,231	1254	0,047	255,097
13	4452	0,38	6	18	0,091	492,535	0,012	62,885
14	14580	0,29	15	20	0,24	1304	0,051	274,59
15	12705	0,3	15	18	0,209	1136	0,044	239,277
16	14250	0,3	15	16	0,227	120	0,049	268,375
17	13950	0,3	15	18	0,23	1248	0,048	262,725
18	9465	0,34	15	20	0,183	992,78	0,033	178,257
19	9765	0,33	15	20	0,183	994,122	0,034	183,907
20	13605	0,3	15	20	0,232	1259	0,047	256,228
21	13770	0,3	15	23	0,247	1339	0,048	259,335
22	8190	0,35	15	23	0,171	928,993	0,028	154,245
23	10815	0,32	15	20	0,197	1068	0,038	203,683
24	11070	0,32	15	20	0,201	1093	0,038	208,485
25	5445	0,37	15	20	0,115	621,517	0,019	102,547
26	8505	0,345	15	23	0,175	950,942	0,03	160,177
27	6358,5	0,33	9	18	0,114	616,398	0,019	9,58
28	34860	0,35	15	20	0,694	3764	0,121	9,58
29	2001	0,38	3	23	0,044	237,73	-	-
30	2880	0,43	6	23	0,072	391,6	-	-
31	42435	0,43	3	20	1,002	5435	-	-
32	321	0,43	9	20	0,008	41,95	-	-
36	7020	0,43	3	20	0,166	899,084	-	-
37	6282	0,29	6	20	0,101	548,654	-	-

Продолжение таблицы 6

38	14850	0,38	9	20	0,316	1715	-	-
39	3600	0,29	15	18	0,057	311,238	0,013	67,8
40	8613	0,35	9	20	0,169	916,181	0,039	210,875
41	7992	0,35	9	18	0,151	821,705	0,036	195,671
42	12144	0,31	15	20	0,214	1161	0,042	228,712
43	1500	0,43	3	18	0,034	185,752	-	-
44	4716	0,43	6	16	0,105	570,075	-	-
45	537	0,43	3	18	0,012	66,499	-	-
46	9000	0,34	15	20	0,174	944,007	0,031	169,5
47	9000	0,34	15	20	0,174	944,07	0,031	169,5
48	8610	0,355	15	20	0,174	942,942	0,03	162,155
49	1875	0,39	3	23	0,042	228,623	0,025	137,719
50	9000	0,34	15	23	0,183	991,704	0,031	169,5
51	16185	0,29	15	20	0,267	1448	0,056	304,817
52	16200	0,29	15	20	0,267	1449	0,056	305,1
53	14145	0,30	15	20	0,241	1309	0,049	203,683
54	12960	0,31	15	23	0,24	1302	0,025	136,685
55	17835	0,285	15	18	0,279	1515	0,035	188,1
56	11655	0,315	15	20	0,209	1133	0,037	201,942

2.2 Гидравлический расчет

Гидравлический расчёт является одним из важнейших разделов проектирования и эксплуатации тепловой сети.

В задачу гидравлического расчета входит определение диаметров трубопроводов и падение давления (напора). Для проведения гидравлического расчёта должны быть заданы схема и профиль тепловой сети, указаны размещение станции и потребителей и расчётные нагрузки.

Схема тепловой сети определяется размещением источников теплоты по отношению к району теплового потребления, характером тепловой нагрузки потребителей и видом теплоносителя.

На первом этапе гидравлического расчёта сети, необходимо выбрать линию, соединяющую котельную с наиболее удалённым потребителем. Она будет являться расчётной магистралью.

Расчет состоит из двух этапов: предварительного и поверочного.

Расчёт начинается с наиболее удалённого от источника теплоты участка.

На каждом участке определяем расчетный расход теплоносителя на отопление, на изоляцию и на горячее водоснабжение. Расчетные расходы теплоносителя на отопление, вентиляцию и горячее водоснабжение жилого района определяется по укрупненным показателям.

Определим расчетный расход теплоносителя на отопление, кг/с:

$$G_o^{\max} = \frac{Q_o^{\max}}{c \cdot (\tau_1' - \tau_2')} \quad (8)$$

где $G_{o\max}$ - расчетный расход теплоносителя на отопление, кг/с;

c – теплоемкость воды, кДж/(кг · °С);

τ_1' - температура подающей магистрали, °С (принимаем $\tau_1' = 110$ °С);

τ_2' - температура обратной магистрали, °С (принимаем $\tau_2' = 70$ °С).

$$G_o^{\max} = \frac{0,369}{3600 \cdot (110 - 70)} = 2,56 \text{ кг/с.}$$

Определим расчетный расход теплоносителя на горячее водоснабжение:

$$G_{ГВС} = \frac{Q_{ГВС}}{c \cdot (\tau_1' - \tau_2')} \quad (9)$$

$$G_{ГВС} = \frac{0,08}{3600 \cdot (110 - 70)} = 0,558$$

2.2.1 Предварительный гидравлический расчет

Сначала выполняется предварительный гидравлический расчет. задается величина удельных потерь на трение $R_{уд} = 5 \dots 8$ мм/м. Зная расходы на участках

и удельные потери на трение, находим диаметр трубопровода $d_{вн}$.

Внутренний диаметр трубопровода определяется по формуле:

$$d_{вн} = \frac{0,117 \cdot G^{0,38}}{R_{уд}^{0,19}} \quad (10)$$

где G - суммарный расход теплоносителя на участке, кг/с;

$d_{вн}$ – внутренний диаметр, м;

$R_{уд}$ - удельные потери, Па/м (1 мм = 9,81 Па);

По вычисленному значению $d_{вн}$ подбирается стандартный диаметр, по которому уточняется величина удельных потерь.

Рассмотрим на примере первого участка:

$$d_{вн} = \frac{0,117 \cdot 1,094^{0,38}}{68,67^{0,19}} = 0,054 \text{ м.}$$

По вычисленному значению $d_{вн}$ подбирается стандартный диаметр, по которому уточняется величина удельных потерь $R_{уд}$:

$$R_{уд} = \frac{13,62 \cdot 10^{-6} \cdot G^2}{d_{вн}^{5,25}} \quad (11)$$

$$R_{уд} = \frac{13,62 \cdot 10^{-6} \cdot 1,094^2}{0,054^{5,25}} = 18,853 \text{ Па/м.}$$

Предварительный гидравлический расчет сводится в таблицу 7.

Падение давления на расчётном участке в подающей или обратной магистрали определяется по формуле:

$$\Delta H = \frac{R_{уд} \cdot l_{\Sigma}}{9810} \quad (13)$$

где $R_{уд}$ - удельные потери, Па/м;

l_{Σ} – суммарная длина участка, м.

Рассмотрим на примере первого участка:

$$\Delta H = \frac{18,853 \cdot 122,4}{9810} = 0,235 \text{ м.}$$

Предварительный гидравлический расчет сведем в таблицу 7, а окончательный гидравлический расчет в таблицу 8.

Таблица 7 – Предварительный гидравлический расчет

№ участка	Расчётные расходы теплоносителя, кг/с			l, м	d _{вн} , мм	R _{уд} , Па/м	R _{уд} x l, Па
	G _{от}	G _{гвс}	G _{сум}				
1	2	3	4	5	6	7	8
1	0,927	0,167	1,094	102	0,054	68,67	18,853
2	2,827	0,7	3,527	6,2	0,09	49,05	30,132
3	2,56	0,558	4,621	183,6	0,091	78,48	51,72
4	0,207	-	3,118	18,9	0,086	49,05	23,543
5	1,682	0,347	7,739	71,3	0,117	58,6	44,952
6	1,85	0,371	0,207	3,1	0,031	49,05	3,934
7	2,966	0,647	7,945	62	0,119	58,6	47,384
8	0,027	-	2,029	12,4	0,073	49,05	32,164
9	2,135	0,465	9,974	43,4	0,134	49,05	28,671
10	2,041	0,43	2,221	55,8	0,106	58,6	25,543
11	0,494	0,167	3,613	15,5	0,091	49,05	31,613
12	1,605	0,7	5,834	59,6	0,073	58,6	38,546
13	0,631	0,558	15,808	47,2	0,159	49,05	32,06
14	1,67	0,352	0,027	9,3	0,014	49,05	0,214
15	1,455	0,347	15,835	27,9	0,016	49,05	188,197
16	1,575	0,371	2,601	31	0,08	49,05	16,379
17	1,597	0,647	18,435	68,2	0,163	58,6	43,603
18	1,271	0,228	2,741	6,2	0,079	49,05	47,714
19	1,273	0,235	20,906	112,3	0,166	68,67	56,075

Продолжение таблицы 7

1	2	3	4	5	6	7	8
20	1,612	0,328	0,661	71,3	0,046	58,6	40,273
21	1,714	0,332	21,567	93,7	0,173	58,6	59,677
22	1,189	0,197	25,243	31,7	0,19	49,05	40,555
23	1,367	0,261	0,238	24,8	0,032	49,05	5,213
24	1,399	0,267	25,005	71,3	0,183	58,6	39,795
25	0,796	0,131	1,78	6,2	0,07	49,05	49,904
26	1,218	0,205	23,225	62	0,178	58,6	34,331
27	0,789	0,012	1,303	3,1	0,062	49,05	26,731
28	4,819	0,841	1,443	3,1	0,064	58,6	32,805
29	0,304	-	20,48	31	0,176	49,05	26,694
30	0,501	-	0,485	6,2	0,042	49,05	21,706
31	6,958	0,558	19,994	109,2	0,164	49,05	51,291
32	0,054	-	5,417	62,7	0,103	68,67	22,023
33	-	-	1,855	3,1	0,071	49,05	26,903
34	-	-	3,561	34,8	0,09	49,05	30,72
35	-	-	1,598	62	0,065	49,05	40,219
36	1,151	-	1,964	21,7	0,072	49,05	30,136
37	0,702	-	1,435	6,2	0,064	49,05	32,465
38	2,196	-	0,528	46,5	0,044	49,05	25,712
39	0,398	0,087	14,578	40,3	0,155	49,05	27,265
40	1,173	0,27	1,579	15,5	0,066	49,05	39,298
41	1,052	0,251	12,998	65,8	0,143	58,6	49,693
42	1,487	0,293	0,432	21,7	0,041	49,05	17,201
43	0,238	-	12,566	31	0,146	49,05	45,51
44	0,73	-	0,73	40,3	0,05	49,05	49,1
45	0,085	0,347	11,836	182,9	0,131	48,48	40,377
46	1,209	0,371	2,186	21,7	0,075	49,05	37,344
47	1,209	0,647	2,053	3,1	0,073	49,05	32,943
48	1,207	0,228	7,597	46,5	0,121	49,05	43,34
49	0,293	0,235	1,937	24,8	0,072	49,05	29,319
50	1,27	0,328	5,661	117,8	0,101	68,67	24,05
51	1,854	0,332	1,934	15,5	0,072	49,05	29,232
52	1,856	0,197	2,071	41	0,074	49,05	33,534
53	1,676	0,261	1,655	93,7	0,065	58,6	43,161
54	1,667	0,267	46,81	37,2	0,241	49,05	16,594

Продолжение таблицы 7

1	2	3	4	5	6	7	8
55	1,94	0,131	0,304	34,1	0,036	49,05	8,539
56	1,45	0,205	47,114	21,7	0,241	49,05	16,811
57	-	-	0,501	9,3	0,043	49,05	23,169
58	-	-	47,615	80,6	0,234	58,6	17,171
59	-	-	0,801	6,2	0,051	49,05	10,12
60	-	-	48,417	27,9	0,244	49,05	17,754
61	-	-	5,66	25,5	0,108	49,05	24,043
62	-	-	2,305	145,7	0,072	68,67	41,511
63	-	-	1,189	6,2	0,06	49,05	22,261
64	-	-	3,493	65,1	0,087	58,6	29,557
65	-	-	2,244	3,1	0,076	49,05	39,358
66	-	-	5,737	78,2	0,105	58,6	24,708
67	-	-	1,946	6,2	0,072	49,05	29,588
68	-	-	7,683	40,3	0,121	49,05	44,307
69	-	-	1,499	62,7	0,063	58,6	35,415
70	-	-	1,508	6,2	0,065	49,05	35,839
71	-	-	1,628	94,4	0,065	58,6	41,742
72	-	-	4,635	90,6	0,097	58,6	52,039
73	-	-	1,94	3,1	0,072	49,05	29,419
74	-	-	1,387	31,7	0,089	49,05	28,545
75	-	-	2,046	34,1	0,073	49,05	32,72
76	-	-	3,433	43,4	0,063	49,05	30,374
77	-	-	5,373	65,8	0,102	58,6	21,67
78	-	-	13,056	31,7	0,148	49,05	49,129
79	-	-	2,022	59,6	0,071	58,6	31,941
80	-	-	1,802	6,2	0,07	49,05	51,14
81	-	-	3,823	37,2	0,093	49,05	35,404
82	-	-	16,88	41	0,163	49,05	36,555
83	-	-	1,666	6,2	0,068	49,05	13,54
84	-	-	0,927	31	0,054	49,05	48,65
85	-	-	19,473	58,9	0,167	58,6	31,884
86	-	-	1,423	31	0,064	49,05	27,789
87	-	-	20,895	31	0,177	49,05	27,798
88	-	-	102,494	103	0,304	68,67	35,417
89	-	-	2,196	68,2	0,073	58,6	37,681
90	-	-	0,702	6,2	0,049	49,05	45,48
91	-	-	2,898	127,1	0,078	68,67	65,647

1	2	3	4	5	6	7	8
92	-	-	1,151	12,4	0,059	49,05	20,876
93	-	-	4,049	59,6	0,092	58,6	39,714
94	-	-	7,516	21,7	0,12	49,05	42,405
95	-	-	11,566	49,6	0,142	49,05	38,552
96	-	-	0,054	21,7	0,018	49,05	8,314
97	-	-	11,619	18,6	0,142	49,05	8,593
98	-	-	114,113	40,3	0,338	49,05	21,779

2.2.2 Уточненный гидравлический расчет

Таблица 8 – Уточненный гидравлический расчет

№ участка	G _{сум} , кг/с	l, м	l _э , м	l+l _э , м	d _{вн} , мм	R _{уд} , Па/м	H, Па
1	2	3	4	5	6	7	8
1	1,094	102	20,4	122,4	0,07	18,853	0,235
2	3,527	6,2	1,24	7,44	0,1	30,132	0,023
3	4,621	183,6	36,72	220,32	0,1	51,72	1,162
4	3,118	18,9	3,78	22,68	0,1	23,543	0,054
5	7,739	71,3	14,26	85,56	0,125	44,952	0,392
6	0,207	3,1	0,62	3,72	0,05	3,934	0,0014
7	7,945	62	12,4	74,4	0,125	47,384	0,359
8	2,029	12,4	2,48	14,88	0,08	32,164	0,049
9	9,974	43,4	8,68	52,08	0,15	28,671	0,152
10	2,221	55,8	11,16	66,96	0,125	25,543	0,174
11	3,613	15,5	3,1	18,6	0,1	31,613	0,06
12	5,834	59,6	11,92	71,52	0,08	38,546	0,281
13	15,808	47,2	9,44	56,64	0,175	32,06	0,185
14	0,027	9,3	1,86	11,16	0,04	0,214	0,00024
15	15,835	27,9	5,58	33,48	0,125	188,197	0,642
16	2,601	31	6,2	37,2	0,1	16,379	0,062
17	18,435	68,2	13,64	81,84	0,175	43,603	0,364
18	2,741	6,2	1,24	7,44	0,08	47,714	0,036
19	20,906	112,3	22,46	134,76	0,175	56,075	0,77
20	0,661	71,3	14,26	85,56	0,05	40,273	0,351
21	21,567	93,7	18,74	112,44	0,175	59,677	0,684
22	25,243	31,7	6,34	38,04	0,2	40,555	0,157
23	0,238	24,8	4,96	29,76	0,05	5,213	0,016

Продолжение таблицы 8

1	2	3	4	5	6	7	8
24	25,005	71,3	14,26	85,56	0,2	39,795	0,347
25	1,78	6,2	1,24	7,44	0,07	49,904	0,038
26	23,225	62	12,4	74,4	0,2	34,331	0,26
27	1,303	3,1	0,62	37,2	0,07	26,731	0,01
28	1,443	3,1	0,62	37,2	0,07	32,805	0,012
29	20,48	31	6,2	37,2	0,2	26,694	0,101
30	0,485	6,2	1,24	7,44	0,05	21,706	0,016
31	19,994	109,2	21,84	131,04	0,175	51,291	0,685
32	5,417	62,7	12,54	75,24	0,125	22,023	0,169
33	1,855	3,1	0,62	3,72	0,08	26,903	0,01
34	3,561	34,8	6,94	41,76	0,1	30,72	0,131
35	1,598	62	12,4	74,4	0,07	40,219	0,305
36	1,964	21,7	4,34	26,04	0,08	30,136	0,08
37	1,435	6,2	1,24	7,44	0,07	32,465	0,025
38	0,528	46,5	9,3	55,8	0,05	25,712	0,146
39	14,578	40,3	8,06	48,36	0,175	27,265	0,134
40	1,579	15,5	3,1	18,6	0,07	39,298	0,075
41	12,998	65,8	13,16	78,96	0,15	49,693	0,392
42	0,432	21,7	4,34	26,04	0,05	17,201	0,046
43	12,566	31	6,2	37,2	0,15	45,51	0,173
44	0,73	40,3	8,06	48,36	0,05	49,1	0,242
45	11,836	182,9	36,58	219,48	0,15	40,377	0,903
46	2,186	21,7	4,34	26,04	0,08	37,344	0,099
47	2,053	3,1	0,62	3,72	0,08	32,943	0,012
48	7,597	46,5	9,3	55,8	0,125	43,34	0,246
49	1,937	24,8	4,96	29,76	0,08	29,319	0,089
50	5,661	117,8	23,56	141,36	0,125	24,05	0,347
51	1,934	15,5	3,1	18,6	0,08	29,232	0,055
52	2,071	41	8,2	49,2	0,08	33,534	0,168
53	1,655	93,7	18,74	112,44	0,07	43,161	0,495
54	46,81	37,2	7,44	44,64	0,3	16,594	0,076
55	0,304	34,1	6,82	40,92	0,05	8,539	0,036
56	47,114	21,7	4,34	26,04	0,3	16,811	0,045
57	0,501	9,3	1,86	11,16	0,05	23,169	0,026
58	47,615	80,6	16,12	96,72	0,3	17,171	0,169
59	0,801	6,2	1,24	7,44	0,07	10,12	0,0076
60	48,417	27,9	5,58	33,48	0,3	17,754	0,061

Продолжение таблицы 8

1	2	3	4	5	6	7	8
61	5,66	25,5	5,1	30,6	0,125	24,043	0,075
62	2,305	145,7	29,14	174,84	0,08	41,511	0,74
63	1,189	6,2	1,24	7,44	0,07	22,261	0,017
64	3,493	65,1	13,02	78,12	0,1	29,557	0,235
65	2,244	3,1	0,62	3,72	0,08	39,358	0,015
66	5,737	78,2	15,64	93,84	0,125	24,708	0,236
67	1,946	6,2	1,24	7,44	0,08	29,588	0,022
68	7,683	40,3	8,06	48,36	0,125	44,307	0,218
69	1,499	62,7	12,54	75,24	0,07	35,415	0,272
70	1,508	6,2	1,24	7,44	0,07	35,839	0,027
71	1,628	94,4	18,88	113,28	0,07	41,742	0,482
72	4,635	90,6	18,12	108,72	0,1	52,039	0,577
73	1,94	3,1	0,62	3,72	,08	29,419	0,011
74	1,387	31,7	6,34	38,04	0,1	28,545	0,111
75	2,046	34,1	6,82	40,92	0,08	32,72	0,136
76	3,433	43,4	8,68	52,08	0,07	30,374	0,161
77	5,373	65,8	13,16	78,96	0,125	21,67	0,174
78	13,056	31,7	6,34	38,04	0,15	49,129	0,191
79	2,022	59,6	11,92	71,52	0,08	31,941	0,233
80	1,802	6,2	1,24	7,44	0,07	51,14	0,039
81	3,823	37,2	7,44	44,64	0,1	35,404	0,161
82	16,88	41	8,2	49,2	0,175	36,555	0,183
83	1,666	6,2	1,24	7,44	0,07	13,54	0,033
84	0,927	31	6,2	37,2	0,07	48,65	0,051
85	19,473	58,9	6,2	37,2	0,175	31,884	0,351
86	1,423	31	20,6	123,6	0,07	27,789	0,121
87	20,895	31	13,64	81,84	0,2	27,798	0,105
88	102,494	103	20,6	123,6	0,35	35,417	0,446
89	2,196	68,2	13,64	81,84	0,08	37,681	0,314
90	0,702	6,2	1,24	7,44	0,05	45,48	0,034
91	2,898	127,1	25,42	152,52	0,080,07	65,647	1,021
92	1,151	12,4	2,48	14,88	0,1	20,876	0,032
93	4,049	59,6	11,92	71,52	0,125	39,714	0,29
94	7,516	21,7	4,34	26,04	0,15	42,405	0,113
95	11,566	49,6	9,92	59,52	0,15	38,552	0,234
96	0,054	21,7	4,34	26,04	0,15	8,314	0,000002
97	11,619	18,6	3,72	22,32	0,2	8,593	0,02
98	114,113	40,3	8,06	48,36	0,4	21,779	0,107

2.3 Расчет тепловых потерь

2.3.1 Прокладка трубопровода

Трубопроводы тепловых сетей могут быть проложены на земле, в земле и над землей. При любом способе монтажа трубопроводов необходимо обеспечивать наибольшую надежность работы системы теплоснабжения при наименьших капитальных и эксплуатационных затратах.[34]

Основными видами прокладками трубопроводов являются подземная и надземная.

Тепловые сети прокладываются наземным или подземным (крайне редко) способами. При надземной прокладке трубопроводы укладываются на эстакадах или на отдельно стоящих опорах. При подземном способе трубопроводы прокладываются в непроходных каналах.

В поселке городского типа Новобурейский была спроектирована водяная тепловая сеть, прокладка надземным способом.

Далее определим тепловые потери.

2.3.2 Нормативные значения потерь теплоносителя за год с его нормируемой утечкой

Нормативы технологических потерь при передаче тепловой энергии разрабатываются для каждой организации, эксплуатирующей тепловые сети для передачи тепловой энергии потребителям. Разработка нормативов технологических потерь при передаче тепловой энергии осуществляется выполнением расчетов нормативов для тепловой сети каждой системы теплоснабжения.

Нормативные значения потерь теплоносителя за год с его нормируемой утечкой, м³, определяются по формуле:

$$G_{ут.н} = a \cdot V_{год} \cdot n_{год} \cdot 10^{-2} = m_{ут.год.н} \cdot n_{год} \quad (12)$$

где a - норма среднегодовой утечки теплоносителя, м³/ч·м³, установленная правилами технической эксплуатации электрических станций и сетей, а также

правилами технической эксплуатации тепловых энергоустановок, в пределах 0,25% среднегодовой емкости трубопроводов тепловых сетей в час;

$V_{\text{год}}$ – среднегодовая емкость трубопроводов тепловых сетей, эксплуатируемых теплосетевой организацией, м³;

$n_{\text{год}}$ – продолжительность функционирования тепловых сетей в году, ч;

$m_{\text{ут.год}}$ – среднегодовая норма потерь теплоносителя, обусловленных утечкой, м³/ч.

Среднегодовой объем сетевой воды в трубопроводах тепловой сети и системах теплоснабжения определяется по формуле, м³:

$$V_{\text{год}} = \frac{(V_{\text{отоп}} \cdot n_{\text{отоп}} + V_{\text{л}} \cdot n_{\text{л}})}{n_{\text{год}}} \quad (15)$$

где $V_{\text{отоп}}$ и $V_{\text{л}}$ - емкость трубопроводов тепловых сетей в отопительном и неотапливаемом периодах, м³;

$n_{\text{отоп}}$ и $n_{\text{л}}$ - продолжительность функционирования тепловых сетей в отопительном и неотапливаемом периодах, ч.

$$V_{\text{год}} = \frac{(0,398 \cdot 5424 + 0,398 \cdot 3336)}{8760} = 0,796; \text{ м}^3$$

$$G_{\text{ут.н}} = 0,25 \cdot 0,796 \cdot 8760 \cdot 10^{-2} = 10,788; \text{ м}^3.$$

2.3.3 Определение нормативных технологических потерь тепловой энергии

Определение нормативных технологических потерь тепловой энергии, обусловленных, потерями теплоносителя производится по формуле:

$$Q_{\text{ут.н}} = m_{\text{ут.год.н}} \cdot \rho_{\text{год}} \cdot c [b \cdot \tau_{1\text{год}} + (1-b) \cdot \tau_{2\text{год}} - \tau_{\text{хгод}}] \cdot n_{\text{год}} \cdot 10^{-6} \quad (16)$$

где $m_{y,год.н}$ – среднегодовая норма потерь теплоносителя обусловленного утечкой, $м^3/ч$:

$$m_{y,год.н} = 0,25 \cdot V_{год} \cdot 10^{-2} \quad (17)$$

$\rho_{год} = 978$ – среднегодовая плотность теплоносителя при средней температуре теплоносителя в подающем и обратном трубопроводах тепловой сети, $кг/м^3$ [5];

c – удельная теплоемкость теплоносителя, $ккал/(кг \cdot ^\circ C)$;

$b=0,6$ - доля массового расхода теплоносителя, теряемого подающим трубопроводом тепловой сети (при отсутствии данных можно принимать от 0,5 до 0,75) [6];

$\tau_{1год}, \tau_{2год}$ - среднегодовые значения температуры теплоносителя в подающем и обратном трубопроводах тепловой сети по температурному графику регулирования тепловой нагрузки, $^\circ C$;

$\tau_{x,год}$ - среднегодовое значение температуры исходной воды, подаваемой на источник теплоснабжения и используемой для подпитки тепловой сети, $^\circ C$ [6].

Рассмотрим на примере первого участка:

$$m_{y,год.н} = 0,25 \cdot 0,796 \cdot 10^{-2} = 0,0019; \quad м^3/ч;$$

$$Q_{y,н} = 0,0019 \cdot 978 \cdot 1 \cdot [0,6 \cdot 82 + (1 - 0,6) \cdot 55 - 5] \cdot 8760 \cdot 10^{-6} = 1,128 \quad Гкал/ч.$$

2.3.4 Нормативные значения часовых тепловых потерь

Нормативные технологические затраты тепловой энергии на заполнение новых участков трубопроводов и после плановых ремонтов, $Гкал/ч$, определяются:

$$Q_{зан} = 1,5V_{год} \cdot \rho_{зан} \cdot c \cdot (\tau_{зан} - \tau_x) 10^{-6} \quad (14)$$

где $V_{тр.з}$ - емкость заполняемых трубопроводов тепловых сетей, эксплуатируемых теплосетевой организацией, м³;

$\rho_{зан}$ - плотность воды, используемой для заполнения, кг/ м³;

$\tau_{зан}$ - температура воды, используемой для заполнения, °С;

τ_x - температура исходной воды, подаваемой на источник тепловой энергии в период заполнения, °С.

$$Q_{зан} = 1,5 \cdot 0,796 \cdot 992,18 \cdot 1 \cdot (40 - 5) 10^{-6} = 0,041 \text{ Гкал/ч.}$$

Определение нормативных значений часовых тепловых потерь, Гкал/ч, для среднегодовых условий эксплуатации трубопроводов тепловых сетей производится по формуле:

$$Q_{из.н.} = (q_n \cdot L \cdot \beta) 10^{-6} \quad (15)$$

где $q_{из.н.}$ - удельные часовые тепловые потери трубопроводами каждого диаметра, определенные пересчетом табличных значений норм удельных часовых тепловых потерь на среднегодовые условия эксплуатации, ккал/ч·м;

L - длина участка трубопроводов тепловой сети, м;

β - коэффициент местных тепловых потерь, учитывающий тепловые потери запорной и другой арматурой, компенсаторами и опорами.

Результаты расчета тепловых потерь сведены в таблицу, приведенную в приложении В.

$$Q_{из.н.год} = (24,33 \cdot 102 \cdot 1,15) \cdot 10^{-6} = 0,0028 \text{ Гкал/ч.}$$

Определение тепловых потерь через изоляцию за год:

$$Q_{из.н.год} = \Sigma Q_{из.н.} = 0,174 \text{ Гкал/ч.}$$

2.4 Определение тепловой нагрузки котельной

Для определения тепловой нагрузки котельной необходимо учесть тепловую нагрузку на отопление, горячее водоснабжение и потери.

$$Q_{котельной} = \Sigma Q_{o \max} + \Sigma Q_{гвс} + \Sigma Q_{пот} \quad (16)$$

$$Q_{котельной} = 10,995 + 1,645 + 0,174 = 12,814 \text{ Гкал/ч.}$$

2.5 Построение тепловой схемы котельной с водогрейными котлами для закрытой системы теплоснабжения

Тепловые схемы котельных с помощью условных графических изображений показывают основное и вспомогательное оборудование, объединяемое линиями трубопроводов для транспортировки теплоносителей в виде пара или воды. Тепловые схемы котельных могут быть принципиальные, развернутые и рабочие или монтажные.

В верхней правой части этой схемы (рисунок 1) размещены водогрейные котлы 1, а в левой - деаэраторы 10 ниже котлов размещены рециркуляционные ниже сетевые насосы, под деаэраторами - теплообменники (подогреватели) 9, бак деаэрированной воды 7, подпилочные насосы 6, насосы сырой воды 5, дренажные баки и продувочный колодец. При выполнении развернутых тепловых схем котельных с водогрейными котлами применяют обще станционную или агрегатную схему компоновки оборудования.

Общестанционные тепловые схемы котельных с водогрейными котлами для закрытых систем теплоснабжения характеризуется присоединением сетевых 2 и рециркуляционных 3 насосов, при котором вода из обратной линии тепловых

сетей может поступать к любому из сетевых насосов 2 и 4, подключенных к магистральному трубопроводу, питающему водой все котлы котельной. Рециркуляционные насосы 3 подают горячую воду из общей линии за котлами также в общую линию, питающую водой все водогрейные котлы.

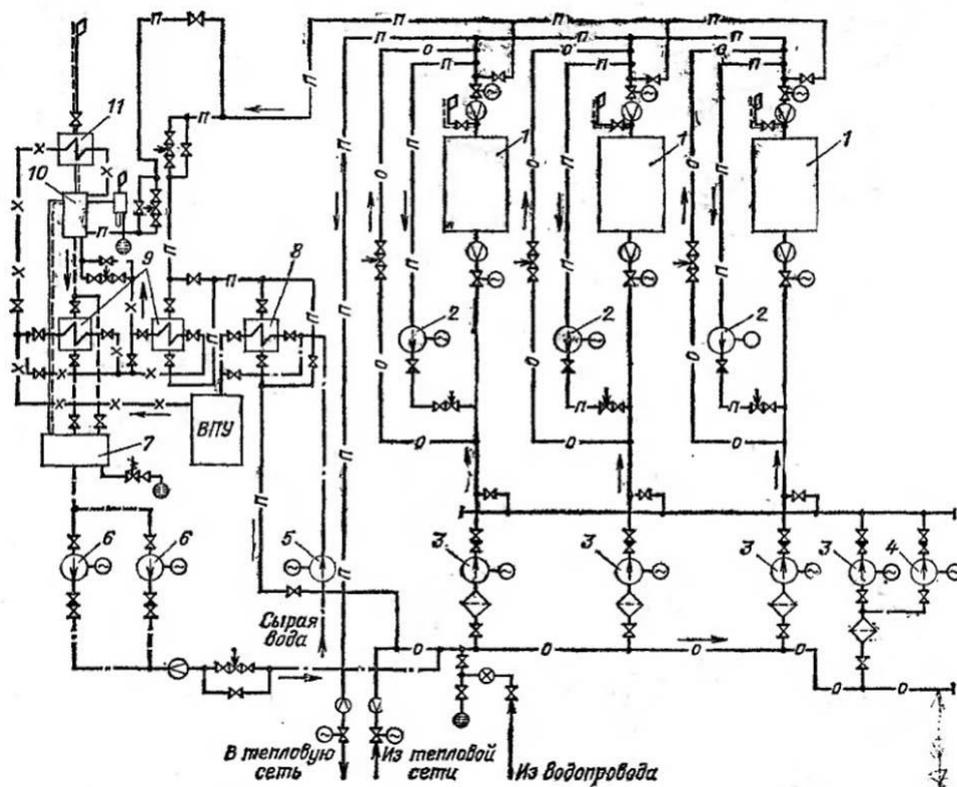


Рисунок 1 - Развернутая тепловая схема котельной с водогрейными котлами для закрытой системы теплоснабжения.

- 1 - котел водогрейный; 2 - насос рециркуляционный; 3 - насос сетевой;
 4 - насос сетевой летний; 5 - насос сырой воды; 6 - насос конденсатный;
 7 - бак конденсатный; 8 - подогреватель сырой воды; 9 - подогреватель химически очищенной воды; 10 - деаэрактор; 11 - охладитель выпара

3 ВЫБОР ОБОРУДОВАНИЯ КОТЕЛЬНОЙ

В соответствии с тепловыми нагрузками – существующими и перспективными к установке принимаются два основных и один резервный водогрейных котла КВТС-6,5-150. Тепло производительность котла на бурых углях составляет 6,5 Гкал/ч. Общая теплопроизводительность трех котлов составит 19,5 Гкал/ч.

3.1 Характеристика котла КВТС-6,5-150

Котлы водогрейные твердотопливные серии КВ-ТС (КВ-Р) имеют горизонтальную компоновку, состоящую из двух блоков - топочного и конвективного, и предназначены для нагревания воды с температурой до 1500С используемой в качестве теплоносителя в системах отопления, вентиляции, горячего водоснабжения промышленного и бытового назначения, а также для технологических целей. Котлы предназначены для слоевого сжигания твердого топлива. Котлы серии КВ-ТС (КВ-Р) состоят из блока котла и топочного устройства (топка ТЧЗМ или ТЛЗМ). Топочная камера имеет горизонтальную компоновку, экранирована трубами, входящими в коллекторы. Конфигурация камеры в поперечном разрезе напоминает профиль железнодорожного габарита. Конвективная поверхность нагрева, расположенная в вертикальном, полностью экранированном газоходе, состоит из U-образных ширм из труб. Несущий каркас у котлов серии КВ-ТС (КВ-Р) отсутствует. Трубная система котла имеет опоры, приваренные к нижним коллекторам.

Котел водогрейный КВ-ТС-6,5-150 состоит из единой трубной системы и коллекторов Ø159 мм с натрубной теплоизоляцией в газоплотной обмуровке. Топочная часть котла имеет горизонтальную компоновку, полностью экранирована трубами Ø60×3,5 мм. Конвективная часть расположена в вертикальной шахте, выполнена из П-образных змеевиков из трубы Ø28×3,0.

Котел КВ-ТС-7,56-150 (115) работает на твердом топливе, предназначен для нагрева воды до температуры 115°С с давлением до 0,9МПа (9,0 кгс/см²), до температуры 150°С с давлением до 2,5МПа (25 кгс/см²).

Унос угольной мелочи из бункеров накопителей подается в топочную часть котла по средствам системы возврата уноса, тем самым снижая механический недожог топлива и повышая КПД установки в целом.

Движение воды и дымовых газов в котле организовано противоточно, сетевая вода подается в конвективную поверхность нагрева и топочной части. Циркуляция воды в котле принудительная и осуществляется насосами.

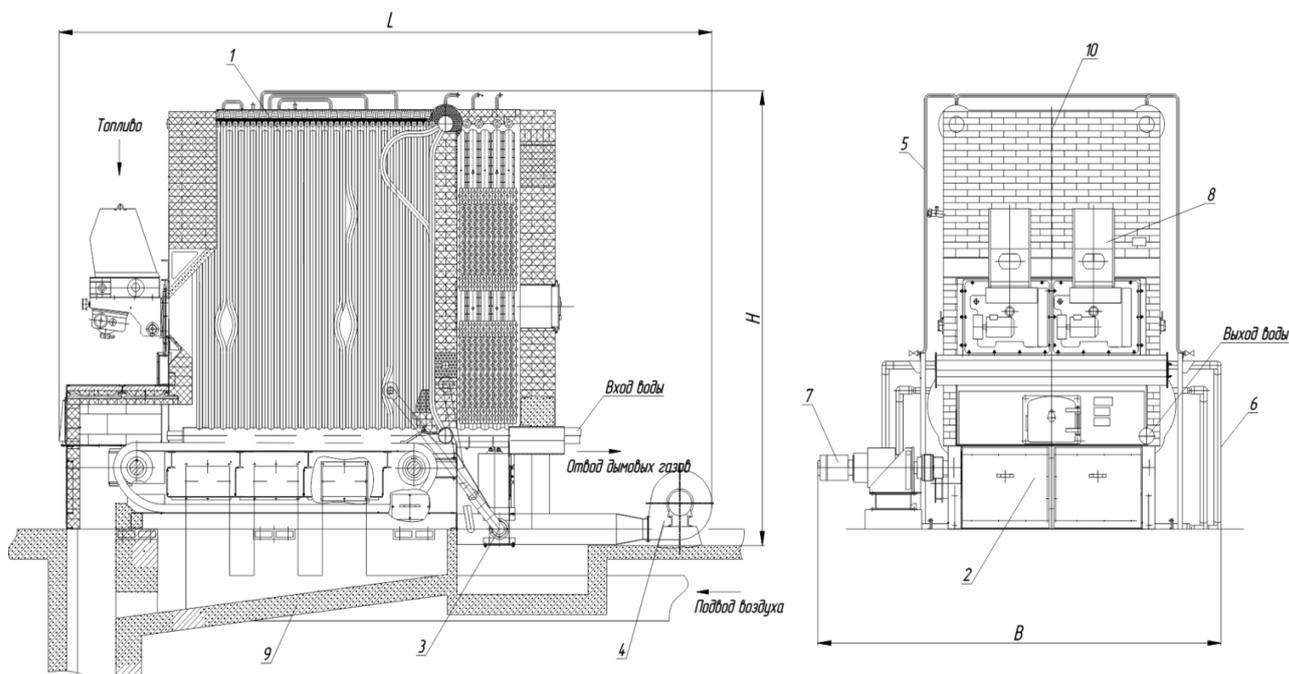


Рисунок 2 - Котел водогрейный серии КВ-ТС

- 1 - блок котла; 2 - топка котла (ТЛЗМ или ТЧЗМ); 3 - система возврата уноса;
 4 - вентилятор острого дутья; 5 - трубопроводы воздушные; 6 - трубопроводы дренажные; 7 - привод топки; 8 - забрасыватели топки; 9 - фундамент котла;
 10 - изоляция и обшивка котла

Таблица 9 – Технические характеристики

Характеристика	Значение характеристики
Теплопроизводительность, МВт (Гкал/ч)	7,56(6,5)
Рабочее давление воды, МПа (кг/см ²)	1,6(16,0)
Температура воды на входе, °С	70
Температура воды на выходе, °С	150(115)
Расход воды через котел, т/ч	80(144)
Гидравлическое сопротивление, МПа, не более	0,25
Аэродинамическое сопротивление, Па, не более	690
Коэффициент избытка воздуха, не более	1,7
Температура уходящих газов, °С	230
Масса котла, кг	14500
Расход расчетного топлива, кг/ч	1500
Габариты по выступающим частям котла:	
Длина, мм	7750
Ширина, мм	3500
Высота, мм	4900

В дополнительную комплектацию котла входит:

- 1) топка ТЛЗМ 2-1,87/4,0;
- 2) дымосос ДН-12,5 с электродвигателем 30 кВт, 1000 об./мин;
- 3) вентилятор ВДН-11,2 с электродвигателем 22 кВт, 1000 об./мин;
- 4) автоматика котла КВ-ТС-7,56-150 (115).

Назначением водогрейного котла КВТС-6,5 является отопление, горячее водоснабжение объектов ЖКХ, предприятий различных отраслей промышленности, транспорта и сельского хозяйства.

Стоимость котла КВТС-6,5 составляет 1925000 рублей.

3.2 Топка ТЛЗМ 2-1,87/4,0

В топках ТЛЗМ 2-1,87/4,0 применяется колосниковое полотно ленточного типа, оно собирается из пяти типов колосников-звеньев, соединенных поперечными штырями. Колосниковое полотно смонтировано в жесткой сварной раме на салазках для удобства транспортировки.

В топках ТЛЗМ 2-1,87/4,0 процесс горения полностью механизирован. Уголь из угольного ящика поступает на питатель пневмомеханического забрасывателя, непрерывно подающий топливо на вращающийся ротор. Крупные фракции разбрасываются по всей площади решетки, а мелкие отвеиваются в топочный объем воздухом, поступающим из системы пневмозаброса. Горение на решетке происходит в тонком слое, толщина которого устанавливается в зависимости от сорта топлива и форсировки. Хорошая продувка слоя воздухом обуславливает отсутствие спекания угля и сплавления шлака, а интенсивное нижнее зажигание — возможность устойчивой работы на высоковлажных бурых углях и трудновоспламеняющихся топливах. Топка ТЛЗМ 2-1,87/4,0 может работать как на холодном дутье, так и на горячем воздухе. Подогрев воздуха применяется при сжигании высоковлажных бурых углей для обеспечения надежного воспламенения свежего топлива. Из условий надежности элементов решетки температура горячего воздуха не должна превышать 250°С. Шлак с решетки удаляется непрерывно за счет перемещения колосникового полотна в направлении к фронту. В зависимости от сорта топлива и форсировки топочного устройства путем изменения скорости движения толщина слоя шлака в конце решетки поддерживается в пределах 50—100 мм. Стоимость составляет – 1670000 рублей.

3.3 Дымосос ДН-12,5

Дымосос ДН-12,5 - тягодутьевая машина одностороннего всасывания, применяемая в различных отраслях промышленности для удаления дымовых газов из топок различных котельных агрегатов, оборудованных золоулавливающими системами и для вытяжки дымовых газов из газомазутных котлов. Имеет увеличенную толщину стенок, по сравнению с дутьевыми вентиляторами типа ВДН-

12,5, что увеличивает срок службы машины. Комплекуются трехфазными асинхронными электродвигателями напряжением 380В. Стоимость – 228000 рублей.

3.4 Вентилятор ВДН-11,2

ВДН-11,2 - это дутьевой вентилятор одностороннего всасывания, который предназначен для подачи воздуха в топку паровых котлов (с уравновешенной тягой и производительностью по пару от 1 до 25 т/ч) или газомазутных водогрейных котлов (производительностью по теплу от 0,5 до 16 Гкал/ч). Возможно применение вентиляторов ВДН-11,2 в технологических установках различных отраслей народного хозяйства для перемещения чистого воздуха, а также в качестве вентиляторов дымоудаления на газомазутных котлах с уравновешенной тягой. Температура рабочей среды не должна превышать +200°С. Дутьевые вентиляторы ВДН-11,2 оснащены рабочим колесом с 16-ью назад загнутыми лопатками, направление вращения колеса - правое или левое. Улитка изготавливается с углом разворота от 0°С до 270°С, с интервалом в 15°С. Стоимость – 196000 рублей.

3.5 Выбор сетевых насосов

Сетевые насосы служат для подачи горячей воды в теплофикационные сети коммунальных и промышленных систем теплоснабжения. Сетевые насосы выбираем по их производительности (подаче) [18].

$$G_{\Sigma} = 114,113 \text{ кг} / \text{сек} = 411,547 \text{ м}^3 / \text{час}$$

Выбираем насос СЭ 500-70-16 УХЛ. Насосы типа СЭ (насосы сетевые центробежные горизонтальные для питания тепловых сетей водой). Назначение насосов типа СЭ это перекачивание воды с температурой до 180 °С в тепловых сетях.

Структура обозначения СЭ 500-70-16 УХЛ: СЭ – тип насоса (сетевой электронасос); 500 – номинальная подача, м³/ч; 70 – напор, м; 16 – модификация насоса; УХЛ – климатическое исполнение и категория размещения.

Таблица 10 – Характеристики насоса

Марка насоса	Подача, м ³ /ч	Напор, м	Частота вращения, об/мин	Мощность двигателя, кВт
СЭ 500-70-16 УХЛ	500	70	3000	103

Насосы сетевые СЭ это оборудование повышенной надежности, причем производительность насосов достаточно высока. Прежде всего, данные характеристики обусловлены тем, что они имеют достаточно простую конструкцию и повышенный запас прочности. Для их изготовления используют такие материалы как сталь и серый чугун.

Стоимость СЭ 500-70-16 УХЛ – 519 400 рублей.

3.6 Выбор подпиточных насосов

При выборе подпиточных насосов, подачу насоса - в размере 10 % объема воды, находящейся в трубопроводах тепловой сети и систем отопления [18].

$$G = 0,1 \cdot G_{\Sigma} \quad (17)$$

$$G = 0,1 \cdot 411,547 = 41,154 \text{ м}^3 / \text{ч}$$

Выбираем подпиточный насос типа ПЭ – 65 -28 – С. Они обеспечивают котельное оборудование питанием воды.

Дело в том, что этот центробежный насос способен работать даже при температуре в 100 градусов. При этом устройство подает воду в давлении, способном обеспечить бесперебойную работу котла на протяжении достаточно длительного времени.

Питательные агрегаты серии ПЭ 65-28 предназначены для консольных насосов, которые работают в замкнутой системе. Такие изделия выполняются в соответствии с ГОСТ ТУ 26-06-180-87, которые предусматривает инструкцию по изготовлению систем для тепловых, бытовых и промышленных нужд. Что касается применения, следует учесть, что данные насосы предназначены для работы

с напором в 280 м. При этом подача может достигать значения в 65 м³/час. Мощность силовой установки насоса составляет 70,2 кВт. При весе в 1990 кг данное оборудование легко подвергается транспортировки и отличается простым уходом. Все товары серии ПЭ 65-28 производятся из высокопрочной стали, которой не страшны коррозионные процессы.

Таблица 11 – Технические характеристики

Наименование	Значение
Напор (м)	65
Подача (м ³ /ч, л/ч)	290
Частота вращения (об/мин)	3000
Мощность электродвигателя (кВт или л.с)	70,2

Стоимость ПЭ 65-28 – 590000 рублей.

3.6 Компоновочные решение

Котлы КВТС-6,5 устанавливаются в котельном зале, начиная от свободного торца.

Сетевые насосы и баки запаса воды также устанавливаются в котельном зале. Подпиточные насосы устанавливаются в помещении существующей насосной [27].

Дымососы котлов устанавливаются вне здания котельной. Для защиты окружающих домов и населения их от шума предусматривается устройство дымососного отделения из лёгких ограждающих конструкций.

Приёмный бункер угля и дробилка устанавливается вне здания котельной в специальной пристройке.

Для обслуживания скребковых транспортёров, узлов пересыпки и дробилки предусматриваются площадки.

Бытовые помещения и помещения электрического щита используются существующие.

4 РАСЧЕТ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЧАСТИ

4.1 Расчет электрических нагрузок 0,38 кВ

Основой для расчета электрических нагрузок жилого района является распределение потребителей в зависимости от их характера: бытовые, коммунальные, промышленные.

Коммунально-бытовые в свою очередь делятся на объекты ЖКХ, общественные здания и сооружения, городской электрифицированный транспорт.

Основой нагрузок выбранного района являются бытовые потребители и коммунально-бытовая нагрузка. Первым этапом проектирования систем электроснабжения является расчёт электрических нагрузок. Вычисляются так называемые расчетные нагрузки, которые определяют и выбирают электрооборудование, мощность источников питания, сечение кабелей и проводов, силовые трансформаторы. Особенностью расчёта электрических нагрузок в городе является то, что исходные данные о характеристиках приемников электрической энергии могут быть не известны. Расчет проводится с использованием метода удельных электрических нагрузок.

4.1.1 Расчет электрических нагрузок жилых зданий

Для расчета электрических нагрузок жилых домов следует учитывать нагрузки квартир, которые различаются по типу кухонной плиты, к которой добавляется нагрузка силовых электроприемников.

Расчетная активная нагрузка квартир, приведенная к вводу жилого здания, определяется по выражению:

$$P_{р.ж.з.} = P_{кв.уд} \cdot N \text{ кВт} \quad , \quad (18)$$

где $P_{кв.уд}$ - удельная расчетная электрическая нагрузка квартир, которая определяется по таблице 2.1.1. РД 34.20.185-94 (в зависимости от числа квартир,

присоединенных к линии, типа электрических плит и наличия бытовых кондиционеров воздуха) кВт/квартиру;

N – количество квартир.

$$P_{p.ж.з.з} = 1,36 \cdot 105 = 142,8 \text{ кВт}$$

В том случае если количество квартир в рассматриваемом жилом доме не соответствует табличному значению, удельная расчетная мощность определяется методом удельной интерполяции по формуле:

$$P_{кв.уд.(N_{кв.})} = P_{кв.уд.(N_{кв.1})} - \frac{P_{кв.уд.(N_{кв.1})} - P_{кв.уд.(N_{кв.2})}}{N_2 - N_1} \cdot (N_{кв.} - N_1) \quad (19)$$

Поскольку в проектируемом жилом районе нет девяти и более этажных зданий для расчета мощности ЭП (лифты, кондиционеры, насосы), выполнять их не нужно.

Расчетная реактивная нагрузка жилых зданий определяется по следующей формуле:

$$Q_{p.ж.з.} = P_{p.ж.з.} \cdot \text{tg}\varphi_{квар} \quad (20)$$

где $\text{tg}\varphi$ – коэффициент реактивной мощности. Реактивная мощность - это величина, характеризующая нагрузки, создаваемые в электрических устройствах в результате колебаний (обмена) энергии между источником и приемником. Реактивная мощность не связана с полезной работой электроприемников и расходуется только на создание переменных электромагнитных полей в электродвигателях, трансформаторах, устройствах, линиях. Значения коэффициентов активной и реактивной мощности, необходимых для расчетов, жилых домов в рассматриваемом районе равны 0,98 и 0,2 соответственно. [47]

$$Q_{p.ж.з.3} = 142,8 \cdot 0,2 = 28,56 \text{ квар}$$

Полная расчетная мощность на вводе в жилое здание определяется по формуле:

$$S_{p.ж.з.} = \sqrt{P_{p.ж.з.}^2 + Q_{p.ж.з.}^2} \quad (21)$$

$$S_{p.ж.з.3} = \sqrt{142,8^2 + 28,56^2} = 145,628 \text{ кВА}$$

Аналогично проведен расчет для каждого жилого здания, результаты расчетов занесены в таблицу 12.

Таблица 12 – Электрические нагрузки жилых зданий

№ позиции	Число квартир, N _{кв}	Удельная нагрузка, P _{уд.кв.} , кВт/кв	Активная расчетная нагрузка, P _{р.ж.з.} , кВт	Реактивная расчетная нагрузка, Q _{р.ж.з.} , квар	Полная расчетная нагрузка, S _{р.ж.з.} , кВА
1	2	3	4	5	6
3	105	1,36	142,8	28,56	145,628
5	45	2,1	94,5	18,9	96,371
6	60	2,1	126	25,2	128,495
7	115	1,36	156,4	31,28	159,497
9	60	2,1	126	25,2	128,495
10	60	2,1	126	25,2	128,495
12	50	1,85	92,5	18,5	94,332
14	60	2,1	126	25,2	128,495
15	40	2,1	84	16,8	85,664
16	45	2,1	94,5	18,9	96,371
17	50	2,1	105	21	107,079
18	40	2,1	84	16,8	85,664
19	30	2,1	63	12,6	64,248
20	50	2,1	105	21	107,079
21	50	2,1	105	21	107,079
22	30	2,1	63	12,6	64,248

Продолжение таблицы 12

1	2	3	4	5	6
23	40	2,1	84	16,8	85,664
24	45	2,1	94,5	18,9	96,371
25	20	2,5	50	10	50,99
26	30	2,1	63	12,6	64,248
28	190	1,3	247	49,4	251,892
39	30	2,1	63	12,6	64,248
42	75	1,6	120	24	122,376
46	30	2,1	63	12,6	64,248
47	30	2,1	63	12,6	64,248
48	30	2,1	63	12,6	64,248
50	30	2,1	63	12,6	64,248
51	45	2,1	94,5	18,9	96,371
52	45	2,1	94,5	18,9	96,371
53	30	2,1	63	12,6	64,248
54	40	2,1	84	16,8	85,664
55	60	2,1	126	25,2	128,495
56	30	2,1	63	12,6	64,248

Определяем суммарные активную, реактивную и полную нагрузки:

$$\Sigma P_{p.ж.з.} = 3192 \text{ кВт}$$

$$\Sigma Q_{p.ж.з.} = 638,44 \text{ квар}$$

$$\Sigma S_{p.ж.з.} = 3255 \text{ кВА}$$

4.1.2 Расчет электрических нагрузок общественных зданий

Расчетные нагрузки на вводе в общественные здания и учреждения определяется по укрупненным удельным нагрузкам.

Расчетная активная нагрузка общественных зданий определяется по формуле:

$$P_{p.o.z.} = P_{уд.o.z.} \cdot M \text{ кВт} \quad (22)$$

где $P_{уд.o.z.}$ – удельная расчетная нагрузка общественных зданий, которая определяется по таблице 2.1.1. РД 34.20.185-94. Измеряется в кВт/ед.изм.

M – количественный показатель общественного здания.

$$P_{p.o.z.1} = 0,15 \cdot 1156 = 173,4 \text{ кВт}$$

Расчетная реактивная нагрузка общественных зданий:

$$Q_{p.o.z.} = P_{p.o.z.} \cdot \operatorname{tg} \varphi \text{ квар} \quad (23)$$

где $\operatorname{tg} \varphi$ – коэффициент реактивной мощности.

$$Q_{p.o.z.1} = 173,04 \cdot 0,43 = 74,562 \text{ квар}$$

Полная расчетная мощность на вводе в общественное здание, определяется по формуле:

$$S_{p.o.z.} = \sqrt{P_{p.o.z.}^2 + Q_{p.o.z.}^2} \quad (24)$$

$$S_{p.o.z.1} = \sqrt{173,04^2 + 74,562^2} = 188,751 \text{ кВА}$$

Аналогично проведен расчет для каждого жилого здания, результаты расчетов занесены в таблицу 13.

Таблица 13 – Электрические нагрузки общественных зданий.

№ позиции	Количественный показатель, М, ед.	Тип здания	Удельная нагрузка, $P_{уд.о.з.}$, кВт/ед.	Коэффициент реактивной мощности, tgf	Активная расчетная нагрузка, $P_{р.о.з.}$, кВт	Расчетная реактивная нагрузка, $Q_{р.о.з.}$, квар	Полная расчетная нагрузка, $S_{р.о.з.}$, кВА
1	2	3	4	5	6	7	8
1	1156	Бассейн	0,15	0,43	173,4	74,562	188,751
2	800	Школа	0,25	0,38	200	76	213,953
4	420	Аптека	0,16	0,48	67,2	32,256	74,541
8	334	Библиотека	0,054	0,57	18,036	10,281	20,76
11	100	Детский сад	0,46	0,25	46	11,5	47,416
13	80	Детский сад	0,46	0,25	36,8	9,2	37,933
27	250	Кафе	1,04	0,2	260	52	265,149
29	250	Магазин	0,16	0,48	40	19,2	44,369
30	333,5	Администрация поселка	0,054	0,57	18,009	10,265	20,729
31	960	Банк	0,054	0,57	51,84	29,549	59,67
32	500	ГИБДД	0,054	0,57	27	15,39	31,078
33	960	Склад	0,1	0,88	96	84,48	127,878
34	960	Склад	0,1	0,88	96	84,48	127,878
36	107	Банк	0,054	0,57	5,778	3,293	6,651
37	1170	РДК	0,054	0,57	63,18	36,013	72,723
38	698	Районная администрация	0,054	0,57	37,692	21,484	43,385
40	500	Школа №1	0,25	0,38	125	47,5	133,721
41	500	Школа №1	0,25	0,38	125	47,5	133,721
43	500	Банк	0,054	0,57	27	15,39	31,078
44	786	Полиция	0,054	0,57	42,444	24,193	48,855
45	179	Соц. защита	0,054	0,57	9,666	5,51	11,126
49	625	ДДТ	0,054	0,57	33,75	19,237	38,848

Определяем суммарные активную, реактивную и полную нагрузки:

$$\Sigma P_{р.о.з.} = 1667 \text{ кВт}$$

$$\Sigma Q_{p.ж.з.} = 761,539 \text{ квар}$$

$$\Sigma S_{p.ж.з.} = 1855 \text{ кВА}$$

4.1.3 Расчет электрической нагрузки котельной

Расчет электрических нагрузок выполняется по форме Ф636-92. Расчет электрических нагрузок электроприемников напряжением до 1 кВ производится для каждого узла питания (распределительного пункта, шкафа, сборки, распределительного шинопровода, щита станций управления, троллея, магистрального шинопровода, цеховой трансформаторной подстанции), а также по цеху, корпусу в целом [47].

Исходные данные для расчета заполняются на базе полученных от технологов, сантехников и других специалистов таблиц-заданий на проектирование электротехнической части и согласно справочным данным, в которых приняты значения коэффициентов использования и реактивной мощности для индивидуальных электроприемников.

Если в справочных материалах присутствует интервал значений $K_{и}$, для расчета следует принять самое высокое значение. Значения $K_{и}$ следует определять из условия, что вероятность превышения фактической средней мощности над расчетной для характерной категории электроприемников не должна быть более 0,05.

Таблица 14 – Электрическое оборудование котельной

№	Наименование	Номинальная мощность ЭП, $P_{ном}$, кВт	Количество ЭП, п, шт
1	Дымососы ДН-15	30	3
2	Вентиляторы ВДН-10	22	3
3	Сетевой насос СЭ-500-70-16	103	1
4	Подпиточный насос ПЭ-65-28-С	70,2	1
	Итого:		8

Установленная мощность ЭП определяется по формуле:

$$P_{уст} = P_{ном} \cdot n \text{ кВт} \quad (25)$$

где $P_{ном}$ – номинальная нагрузка электроприемников. Измеряется в кВт.
 n – количество электроприёмников.

$$P_{уст1} = 30 \cdot 3 = 90 \text{ кВт}$$

Средняя активная мощность электроприёмников:

$$P_{cp} = P_{уст} \cdot K_u \text{ кВт} \quad (26)$$

$$P_{cp1} = 90 \cdot 0,8 = 72 \text{ кВт}$$

где K_u – коэффициент использования электроприёмников [1].

Значение $\cos f$ так же принимаем из [1], зная его определяем значение коэффициента реактивной мощности $\operatorname{tg} f$. После этого мы можем определить среднюю реактивную мощность электроприёмников:

$$Q_{cp} = P_{cp} \cdot \operatorname{tg} \varphi \text{ квар} \quad (27)$$

$$Q_{cp1} = 72 \cdot 0,75 = 54 \text{ квар}$$

Эффективное число электроприёмников для итоговой строки определяется по выражению:

$$n_{эф} = 2 \cdot \sum P_{ном} / P_{ном.мах.эн} \text{ шт} \quad (28)$$

где $P_{\text{ном.мах.эп}}$ – номинальная мощность максимально мощного электроприемника.

$$n_{\text{эф}} = 2 \cdot 329,2 / 103 = 6,392 \text{ шт}$$

Так как найденное по упрощенному выражению число n_3 оказалось не больше n , то следует принимать $n_3 = 7$.

Коэффициент расчетной мощности зависит от эффективного числа электроприемников, средневзвешенного коэффициента использования и принимается по таблице 15.

Таблица 15 – Значения коэффициентов расчетной нагрузки K_p

n_3	Коэффициент использования K_u							
	0,1	0,15	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7 и более
1	8,00	5,33	4,00	2,67	2,00	1,60	1,33	1,14
2	5,01	3,44	2,69	1,9	1,52	1,24	1,11	1,0
3	2,94	2,17	1,8	1,42	1,23	1,14	1,08	1,0
4	2,28	1,73	1,46	1,19	1,06	1,04	1,0	0,97
5	1,31	1,12	1,02	1,0	0,98	0,96	0,94	0,93
6-8	1,2	1,0	0,96	0,95	0,94	0,93	0,92	0,91
9-10	1,1	0,97	0,91	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
10-25	0,8	0,8	0,8	0,85	0,85	0,85	0,9	0,9
25-50	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,8	0,85	0,85
Более 50	0,65	0,65	0,65	0,7	0,7	0,75	0,8	0,8

Средневзвешенный коэффициент использования в свою очередь определяется по следующей формуле:

$$K_{\text{и.ср.взв.}} = \sum P_{\text{ср}} / \sum P_{\text{уст}} \quad (29)$$

$$K_{\text{и.ср.взв.}} = 273,24 / 329,2 = 0,83$$

Расчетная активная мощность подключенных к узлу питания электроприемников напряжением до 1 кВ определяется по выражению:

$$P_p = P_{cp} \cdot K_p \text{ кВт} \quad (30)$$

$$P_{p1} = 72 \cdot 0,91 = 65,52 \text{ кВт}$$

Расчетная реактивная мощность определяется следующим образом:

$$Q_p = Q_{cp} \cdot K_p \text{ квар} \quad (31)$$

$$Q_{p1} = 54 \cdot 0,91 = 49,14 \text{ квар}$$

Полная расчетная мощность электроприёмников:

$$S_p = \sqrt{P_p^2 + Q_p^2} \quad (32)$$

$$S_{p1} = \sqrt{65,52^2 + 49,14^2} = 81,9 \text{ кВА}$$

Аналогичным образом рассчитываем остальные нагрузки электроприёмников результаты заносим в таблицу 16.

Таблица 16 – Электрические нагрузки котельной

№	Установленная мощность ЭП, $P_{уст}$, кВт	Коэффициент использования ЭП, $K_{и}$	$\cos f$	Коэффициент реактивной мощности $\operatorname{tg} f$	Средняя активная мощность ЭП, $P_{ср}$, кВт	Средняя реактивная мощность ЭП $Q_{ср}$, квар	Эффективное число ЭП, $n_{эф}$, шт	Коэффициент расчетной нагрузки K_p	Активная расчетная нагрузка P_p , кВт	Реактивная расчетная нагрузка Q_p , квар	Полная расчетная нагрузка S_p , кВА
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	90	0,8	0,85	0,75	72	54			65,52	49,14	81,9
2	66	0,9	0,8	0,62	59,4	36,828			54,05	33,513	63,6
3	103	0,9	0,85	0,62	92,7	57,474			84,35	52,301	99,25
4	70,2	0,7	0,85	0,62	49,14	30,467			44,71	27,725	52,61
Итого:	329,2	0,825	0,84	0,654	273,2	178,68	7	0,91	333,0	162,68	297,3

Для внутреннего освещения здания котельной будем использовать лампы ДРИ. Аббревиатура этого устройства имеет следующую расшифровку: «дуговая ртутная с излучающими добавками». Они получили широкое применение как на большой промышленной территории, так и в торговом или выставочном залах. Приблизительно нагрузка освещения определяется произведением значений удельной мощности установки, и площади освещаемой территории:

$$P_{осв.} = P_{уд.осв.} \cdot F \text{ кВт} \quad (33)$$

где $P_{уд.осв.}$ - удельная мощность осветительной установки, равная в нашем случае 0,0026 кВт/м²;

F – площадь освещаемой территории, равная 3748 м².

$$P_{осв.} = 0,0022 \cdot 3748 = 9,745 \text{ кВт}$$

Реактивная мощность освещения:

$$Q_{осв.} = P_{осв.} \cdot \text{tg} \varphi_{осв.} \text{ квар} \quad (34)$$

где $\text{tg} \varphi_{осв.}$ - коэффициент реактивно мощности осветительной установки.

$$Q_{осв.} = 9,745 \cdot 0,62 = 6,042 \text{ квар}$$

Полная мощность освещения:

$$S_{осв.} = \sqrt{P_{осв.}^2 + Q_{осв.}^2} \quad (35)$$

$$S_{осв.} = \sqrt{9,745^2 + 6,042^2} = 11,466 \text{ кВА}$$

Путем суммирования полных нагрузок электроприёмников и освещения определим полную расчетную нагрузку котельной:

$$S_{\text{котельная}} = S_p + S_{\text{осв.}} \text{ кВА} \quad (36)$$

$$S_{\text{котельная}} = 297,37 + 11,466 = 308,836 \text{ кВА}$$

4.1.4 Расчет электрической нагрузки внешнего освещения

Приближенно активная нагрузка уличного освещения определяется произведением значений удельной мощности установки, [3] и длины дорожного полотна:

$$P_{\text{осв.ул.}} = P_{\text{уд.осв.ул.}} \cdot L \quad (37)$$

Для освещения проезжей части улиц будем использовать фонарные столбы с типом светильника РКУ01-125-008 и лампой ДРЛ125.

Аббревиатура ДРЛ расшифровывается следующим образом: «Д» — зажигание источника света происходит под воздействием электрической дуги, возникающей при подаче напряжения на контакты прибора. Устойчивость его работы обеспечивается посредством использования дросселя, ограничивающего значения рабочего тока в заданных пределах; «Р» — в конструкции лампы используется ртуть, в парах которой осуществляется работа устройства; «Л» — работа источника света обеспечивается за счет преобразования ультрафиолетового свечения в видимый спектр излучения при помощи люминофора, обеспечивающего процесс люминесценции. Цифровое обозначение ДРЛ-125 указывает на мощность лампы, равную 125 Вт [50].

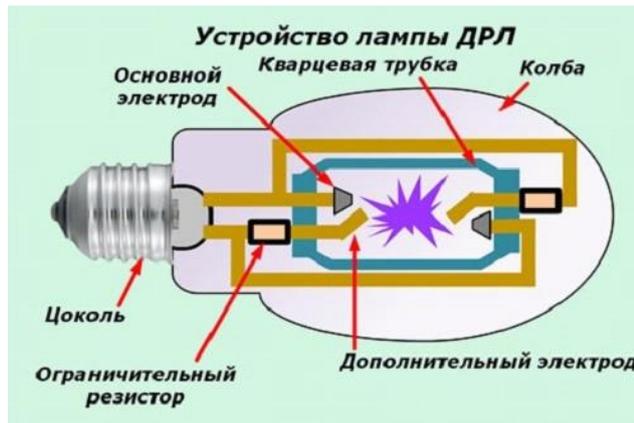


Рисунок 3 - Схема включения лампы ДРЛ в работу

$$P_{осв.ул.1} = 3,9 \cdot 0,419 = 1,632 \text{ кВт}$$

Реактивная нагрузка уличного освещения определяется произведением значений активной нагрузки уличного освещения и коэффициента реактивной мощности равного 0,57.

$$Q_{осв.ул.} = P_{осв.ул.} \cdot \text{tg}\varphi_{осв.ул.} \text{ квар} \quad (38)$$

$$Q_{осв.ул.1} = 1,632 \cdot 0,54 = 0,881 \text{ квар}$$

Полная расчетная мощность уличного освещения:

$$S_{осв.ул.} = \sqrt{P_{осв.ул.}^2 + Q_{осв.ул.}^2} \quad (39)$$

$$S_{осв.ул.1} = \sqrt{1,632^2 + 0,881^2} = 1,855 \text{ кВА}$$

Результаты расчета осветительной нагрузки сведены в таблицу 17.

Таблица 17 – Результаты расчета для уличного освещения

Название улицы	Длина /ширина, км	$P_{уд.осв.ул.}$ кВт/км	$P_{осв.ул.}$, кВт	$Q_{осв.ул.}$, квар	$S_{осв.ул.}$, кВА
Линейная	0,419/0,0075	3,9	1,632	0,881	1,855
Советская	0,93/0,0075	3,9	3,627	1,959	4,122
Горького	0,93/0,0075	3,9	3,627	1,959	4,122
Луговая	0,325/0,0075	3,9	1,269	0,686	1,443
Трудовая	0,419/0,0075	3,9	1,632	0,881	1,855
Лесная	0,116/0,0075	3,9	0,453	0,245	0,515
Героя Суво- рова	0,335/0,0075	3,9	2,306	0,705	1,484
Зеленая	0,628/0,0075	3,9	2,448	1,322	2,782
Пионерская	0,372/0,0075	3,9	1,451	0,783	1,649
Итого:	4,473		17,446	9,421	19,827

4.1.5 Суммарная электрическая нагрузка района

Суммарная электрическая нагрузка района состоит из электрических нагрузок жилых зданий, общественных зданий, котельной и уличного освещения:

$$S_{района} = S_{р.о.з.} + S_{р.ж.з.} + S_{котельная} + S_{ул.осв.} \text{ кВА} \quad (40)$$

$$S_{района} = 5439 \text{ кВА}$$

4.2 Проектирование низковольтного электроснабжения

Для потребителей первой и второй категории по надежности электроснабжения рекомендуется использовать петлевые схемы на напряжение 10 и 0,38 кВ, а также использовать параллельную работу трансформаторов в полузамкнутых и замкнутых схемах на напряжение 0,38 кВ.

4.2.1 Определение места расположения ТП

Трансформаторные подстанции расположены исходя из существующей схемы электроснабжения.

4.2.2 Выбор схемы и сечений распределительной сети 0,38 кВ

При проектировании схемы электрических сетей важными факторами являются экономическая эффективность затрат на строительство и эксплуатацию и расход проводников. Однако не следует забывать о характере потребителей и правильно снабжать их электроэнергией.

Передача электроэнергии от источников питания осуществляется по кабельным линиям с тремя фазными и одной нулевой алюминиевой жилами, проложенными в траншее в земле.

Схемы питающей сети в городских сетях должны быть выполнены с помощью кабеля, проложенного в траншеях на глубине 0,7 м. Поперечное сечение проводников низковольтной сети должно обеспечивать необходимую механическую прочность, поток перегруженной линии должен проходить без перегрева допустимых температур.

Для того чтобы запитать потребителей, будем использовать петлевую схему 0,38 кВ, для высокой надежности по сравнению с схемами других типов. Однако в послеаварийном режиме необходимо учитывать резкое увеличение нагрузки питающих линий.

Для выбора сечения определяем расчетный ток:

$$I_p = \frac{S_p}{N\sqrt{3} \cdot U_{ном}} \quad (41)$$

где I_p - расчетный ток, A ;

S_p - полная расчетная мощность, $кВА$;

N - количество кабелей, в траншее может быть проложено до 6 штук;

$U_{ном}$ - номинальное напряжение, $кВ$.

При $U = 0,38$ $кВ$.

Рассмотрим на примере второго здания:

$$I_p = \frac{213,953}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot 0,38} = 162,534 \text{ A}$$

По расчетному току выбираем сечение кабеля, имеющего длительно допустимый ток, превышающий расчетный послеаварийный.

Проверяем по условию $I_{дон} > I_{н.а.р.}$.

Ток послеаварийного режима рассчитываем по формуле:

$$I_{н.а.р.} = \frac{S_p}{(N-1) \cdot U_{ном} \cdot \sqrt{3}} \quad (42)$$

$$I_{н.а.р.} = \frac{213,953}{(2-1) \cdot 0,38 \cdot \sqrt{3}} = 325,068 \text{ A}$$

Выбираем сечение кабеля 185 мм², ему соответствует предельно допустимый ток 341 А, 341 > 325,68,- условие выполняется. Удельные активное и реактивное сопротивление кабеля данного сечения 0,16 и 0,059 соответственно.

Проверим выбранное сечение провода по допустимым потерям напряжения ΔU , % по следующей формуле:

$$\Delta U_p = \frac{(P_p \cdot r_0 + Q_p \cdot x_0) \cdot 100\% \cdot l}{U_{ном} \cdot 10^3} \quad (43)$$

где l - длина линии, км;

U_n - номинальное напряжение, В;

r_0, x_0 - удельное активное и реактивное сопротивление линии, Ом/км .

$$\Delta U_p = \frac{(200 \cdot 0,16 + 76 \cdot 0,059) \cdot 100\% \cdot 0,0186}{0,38 \cdot 10^3} = 0,0018 \%$$

Условием правильности выбора сечения провода является:

$$\Delta U \% \leq 7,8\% \quad \text{Условие выполняется.}$$

Рассчитываем потери мощности в линии:

$$\Delta P_{л} = \frac{3 \cdot I_p^2 \cdot l \cdot r_0}{N} \text{ кВт} \quad (44)$$

$$\Delta P_{л1} = \frac{3 \cdot 162,534^2 \cdot 0,0186 \cdot 0,16 \cdot 10^{-3}}{2} = 0,118 \text{ кВт}$$

Используем кабель АПвБбШп. Кабель с алюминиевой токопроводящей жилой, изоляцией жил из сшитого полиэтилена, броней из двух стальных лент, без подушки, которая является внутренней частью защитного покрова, наложенная под броней с целью предохранения находящегося под ней элемента от коррозии и механических повреждений лентами или проволоками брони, защитный покров в виде выпрессованного шланга из полиэтилена.



Рисунок 4 – Кабель АПвБбШп

Таблица 18 – Расчет сечений электрической сети

№	Длина линии, км	Количество кабелей в линии, шт	Расчетный ток, А	Сечение кабеля, мм ²	Ток послеаварийного режима, А	Допустимый ток, А	Удельное активное сопротивление, Ом/км	Удельное реактивное сопротивление, Ом/км	Потери напряжения в линии, %	Потери мощности в линии, кВт
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
ТП-1										
1	0,0775	4	95,59	25	71,694	112	1,17	0,059	0,042	0,224
2	0,0186	2	162,5	185	325,068	341	0,16	0,059	0,002	0,118

Продолжение таблицы 18

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
3	0,068	2	110,6	95	221,259	233	0,31	0,06	0,008	0,388
ТП-2										
4	0,065	2	56,62	120	259,674	267	0,24	0,06	0,014	0,189
5	0,0589	2	73,21							
6	0,0155	2	97,61	95	195,228	233	0,31	0,06	0,002	0,069
7	0,0248	2	121,16	120	242,331	267	0,24	0,06	0,003	0,131
ТП-3										
8	0,109	2	15,77	120	226,77	267	0,24	0,06	0,014	0,137
9	0,037	2	97,61							
10	0,093	2	97,61	95	195,228	233	0,31	0,06	0,009	0,412
12	0,037	2	71,66	50	143,322	157	0,59	0,063	0,005	0,168
ТП-4										
11	0,047	2	36,02	16	72,041	87	1,84	0,068	0,01	0,167
14	0,031	2	97,614	185	325,381	341	0,16	0,059	0,006	0,102
15	0,031	2	65,07							
28	0,047	2	191,3	240	382,71	397	0,12	0,058	0,004	0,306
ТП-5										
13	0,071	2	28,8	70	187,785	195	0,42	0,061	0,016	0,161
18	0,047	2	65,07							
16	0,053	2	73,21	50	146,421	157	0,59	0,063	0,008	0,25
17	0,0093	2	81,34	70	162,69	195	0,42	0,061	0,001	0,039
ТП-6										
19	0,053	2	48,8	120	260,305	267	0,24	0,06	0,009	0,104
20	0,025	2	81,34							
21	0,022	2	81,34	70	162,69	195	0,42	0,061	0,003	0,09
22	0,04	2	48,80	95	227,76	233	0,31	0,06	0,011	0,142
23	0,05	2	65,07							
ТП-7										
24	0,062	2	73,211	50	146,421	157	0,59	0,063	0,009	0,294
25	0,043	2	38,736	70	175,086	195	0,42	0,061	0,008	0,074
26	0,022	2	48,807							
27	0,056	3	134,284	95	201,426	233	0,31	0,06	0,012	0,312
ТП-8										
29	0,062	2	33,706	16	67,412	87	1,84	0,068	0,012	0,194
30	0,016	2	15,747	10	31,495	67	2,94	0,073	0,002	0,017

Продолжение таблицы 18

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
31	0,05	2	45,33	50	137,878	157	0,59	0,063	0,014	0,121
32	0,062	2	23,609							
36	0,062	2	5,052	10	10,105	67	2,94	0,073	0,003	0,007
42	0,053	2	92,966	120	233,15	267	0,24	0,06	0,011	0,176
43	0,062	2	23,609							
ТП-9										
37	0,0062	2	55,246	35	110,491	112	0,84	0,064	0,0009	0,024
38	0,037	2	32,958	10	65,917	67	2,94	0,073	0,011	0,178
39	0,074	2	48,807	120	251,975	267	0,24	0,06	0,034	0,298
40	0,047	2	101,58							
41	0,037	2	67,723							
ТП-10										
44	0,056	2	37,114	25	91,131	112	1,17	0,066	0,013	0,138
45	0,022	2	8,452							
46	0,016	2	48,807	25	97,614	112	1,17	0,066	0,003	0,065
47	0,053	2	48,807	25	97,614	112	1,17	0,066	0,01	0,22
50	0,062	2	48,807	25	97,614	112	1,17	0,066	0,012	0,259
ТП-11										
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
48	0,016	2	48,807	25	97,614	112	1,17	0,066	0,003	0,065
49	0,016	2	29,511	10	59,023	67	2,94	0,073	0,004	0,06
ТП-12										
51	0,034	2	73,211	150	292,843	299	0,2	0,059	0,005	0,08
52	0,016	2	73,211							
53	0,025	2	48,80	16	97,614	25	1,84	0,068	0,008	0,163
54	0,05	2	65,07	16	130,152	35	0,84	0,064	0,009	0,265
ТП-13										
55	0,014	2	97,614	95	195,228	233	0,31	0,06	0,001	0,367
56	0,009	2	48,80	25	97,614	112	1,17	0,066	0,001	0,039
ТП-14										
33	0,018	2	97,146	70	194,291	195	0,42	0,061	0,002	0,111
34	0,081	2	97,146	70	194,291	195	0,42	0,061	0,0096	0,479
35	0,006	3	156,40	240	234,614	397	0,12	0,058	0,0008	0,0002

4.3 Выбор числа и мощности ТП

Расчетная активная мощность на шинах 0,4 кВ является суммой расчетной активной мощности всех зданий и потерь мощности во всех линиях.

$$P_{p.мп.} = \sum P_{p.з.} + \sum \Delta P_{л.} \text{ кВт} \quad (45)$$

Рассмотрим для второй ТП:

$$P_{p.мп.} = 444,1 + 0,389 = 444,489 \text{ кВт}$$

Для определения расчетной реактивной мощности необходимо знать средневзвешанный коэффициент реактивной мощности:

$$\text{tg} \varphi_{\text{ср.взв.}} = \frac{\sum P_{p.з.}}{\sum Q_{p.з.}} \quad (46)$$

$$\text{tg} \varphi_{\text{ср.взв.}} = \frac{107,636}{444,1} = 0,242$$

$$Q_{p.мп.} = P_{p.мп.} \cdot \text{tg} \varphi_{\text{ср.взв.}} \text{ квар} \quad (47)$$

$$Q_{p.мп.} = 444,489 \cdot 0,242 = 107,73 \text{ квар}$$

Исходной информацией для выбора мощности ТП является активная и реактивная мощность на шинах 0,4 кВ.

$$S_{p.мп.} = \sqrt{P_{p.мп.}^2 + Q_{p.мп.}^2} \quad (48)$$

$$S_{p.мп.} = \sqrt{444,489^2 + 107,73^2} = 457,357 \text{ кВА}$$

Определяем номинальную расчетную мощность трансформатора:

$$S_{\text{ном.р.тр.}} = \frac{S_{\text{р.тр.}}}{n_{\text{тр.}} \cdot k_3} \text{ кВА} \quad (49)$$

где $n_{\text{тр}}$ – число трансформаторов на трансформаторной подстанции, так как у нас преобладают потребители второй категории по надежности $n_{\text{тр}}$ принимаем равным двум.

k_3 – коэффициент загрузки трансформатора, для второй категории равен 0,8.

$$S_{\text{ном.р.тр.}} = \frac{457,357}{2 \cdot 0,8} = 285,848 \text{ кВА}$$

После определения расчетной номинальной мощности выбирается номинальная мощность из [14] по условию:

$$S_{\text{ном.тр.}} \geq S_{\text{ном.р.тр.}}, \text{ то есть выбираем } 400 \text{ кВА.}$$

Проверяем трансформаторы на перегрузку:

$$k_{\text{пер.}} = \frac{S_{\text{р.тр.}}}{S_{\text{ном.тр.}}} \quad (50)$$

Условием для проверки является:

$$k_{\text{пер.}} \leq 1,4 \quad (51)$$

$$k_{\text{пер.}} = \frac{457,357}{400} = 1,143 \leq 1,4$$

Трансформаторы ТМГ представляют собой масляные силовые трансформаторы, способные функционировать в электросетях с напряжением 6, 10 или 35

кВ. Предназначен для преобразования подающегося напряжения до показателей, необходимых для системы. Работоспособность осуществляется только в установках открытой конфигурации.

Технические характеристики трансформатора ТМГ:

- 1) предназначен для работы в умеренной климатической зоне;
- 2) размеры конструкции – 1545 x 840 x 1500 мм;
- 3) при соблюдении правил и рекомендаций по эксплуатации устройства, силовой трансформатор ТМГ прослужит не менее тридцати лет.

Условие выполняется. Все остальные просчитаны аналогично и результаты занесены в таблицу 19.

Таблица 19 – Выбор трансформаторов ТП

№ ТП	$P_{р.тр.}$	$tg\varphi_{ср.взв.}$	$Q_{р.тр.}$	$S_{р.тр.}$	$S_{ном.р.тр.}$	$S_{ном.тр.}$	$k_{нер.}$	Тип трансформатора
1	534,376	0,353	188,801	566,748	354,217	630	0,9	ТМГ-630/6/0,4
2	444,489	0,242	107,73	457,357	285,848	400	1,143	ТМГ -400/6/0,4
3	363,253	0,218	79,337	371,816	232,385	400	0,93	ТМГ -400/6/0,4
4	503,575	0,205	103,018	514,005	321,253	400	1,285	ТМГ -400/6/0,4
5	320,75	0,206	65,993	327,469	204,669	250	1,31	ТМГ 250/6/0,4
6	420,337	0,2	84,067	428,661	267,913	400	1,072	ТМГ -400/6/0,4
7	468,18	0,2	93,636	477,451	298,407	400	1,194	ТМГ -400/6/0,4
8	290,143	0,404	117,296	312,955	195,597	250	1,252	ТМГ -250/6/0,4
9	414,372	0,399	165,296	446,125	278,828	400	1,115	ТМГ -400/6/0,4
10	241,792	0,28	67,694	251,089	156,931	250	1,004	ТМГ -250/6/0,4
11	96,874	0,329	31,878	101,985	63,74	250	0,408	ТМГ -250/6/0,4
12	336,507	0,2	67,301	343,172	214,482	250	1,373	ТМГ 250/6/0,4
13	189,406	0,2	37,881	193,157	120,723	250	0,773	ТМГ -250/6/0,4
14	552,786	0,629	347,473	652,924	408,078	630	1,036	ТМГ- 630/6/0,4

4.4 Определение потерь мощности в трансформаторах

Потери активной мощности в трансформаторах составляют 2% от номинальной полной нагрузки трансформатора. Определяем потери активной мощности в трансформаторе:

$$\Delta P_{тр.} = S_{ном.тр.} \cdot 0,02 \text{ кВт} \quad (52)$$

Рассмотрим на примере второй ТП:

$$\Delta P_{mp.} = 400 \cdot 0,02 = 8 \text{ кВт}$$

Потери реактивной мощности в трансформаторах 10 % от полной номинальной нагрузки трансформатора. Определяем потери реактивной мощности в трансформаторе:

$$\Delta Q_{mp.} = S_{ном.тр.} \cdot 0,1 \text{ квар} \quad (53)$$

$$\Delta Q_{mp.} = 400 \cdot 0,1 = 40 \text{ квар}$$

Определяем потери полной мощности в трансформаторе:

$$\Delta S_{mp.} = \sqrt{\Delta P_{mp.}^2 + \Delta Q_{mp.}^2} \text{ кВА} \quad (54)$$

$$\Delta S_{mp.} = \sqrt{8^2 + 40^2} = 40,792 \text{ кВА}$$

Полная мощность на шинах высокого напряжения трансформатора состоит из номинальной мощности трансформатора и потерь полной мощности в трансформаторе. Определяем полную мощность на шинах высокого напряжения:

$$S_{p.в.н.} = S_{ном.тр.} + \Delta S_{mp.} \text{ кВА} \quad (55)$$

$$S_{p.в.н.} = 400 + 40,792 = 440,792 \text{ кВА}$$

Таблица 20 – Определение потерь мощности в трансформаторах

№ ТП	Потери активной мощности, $\Delta P_{тр.}$	Потери реактивной мощности. $\Delta Q_{тр.}$	Потери полной мощности, $\Delta S_{тр.}$	Полная нагрузка на стороне ВН, $S_{р.в.н.}$
1	12,6	63	64,248	694,248
2	8	40	40,792	440,792
3	8	40	40,792	440,792
4	8	40	40,792	440,792
5	5	25	25,495	275,495
6	8	40	40,792	440,792
7	8	40	40,792	440,792
8	5	25	25,495	275,495
9	8	40	40,792	440,792
10	5	25	25,495	275,495
11	5	25	25,495	275,495
12	5	25	25,495	275,495
13	5	25	25,495	275,495
14	12,6	63	64,248	694,248

4.5 Выбор сечений распределительной сети 6 кВ

Сечения кабелей должны выбираться по экономической плотности тока в нормальном режиме и проверяться по допустимому току в аварийном и послеаварийном режимах, а также по допустимому отклонению напряжения.

Определение расчетного тока, протекающего в линии:

$$I_{р.в.н.} = \frac{S_{р.в.н.}}{\sqrt{3} \cdot U_H \cdot N} \quad (56)$$

где N – количество кабелей.

Рассмотрим на примере ПС-ТП14:

$$I_{p.v.n.} = \frac{694,248}{\sqrt{3} \cdot 6 \cdot 2} = 33,402 \text{ А.}$$

Так как линии внешнего электроснабжения проложены магистралью, определяем эквивалентный ток.

$$I_{\text{экв.р.в.н.}} = \sqrt{\frac{\sum(I_{p.v.n.} \cdot L)}{\sum L}} \quad (57)$$

По полученному значению эквивалентного тока и его экономической плотности выбираем сечение проводника по [5].

$$f = \frac{I_{\text{экв.р.в.н.}}}{j} \quad (58)$$

$$f = \frac{33,402}{1,1} = 30,365 \text{ мм}^2$$

Выбираем сечение 35 мм². Допустимый ток равен $I_{\text{доп}} = 135 \text{ А}$. Для проверки выбранных сечений рассчитываются наиболее тяжелые послеаварийные режимы. Из них выбирается больший ток. И по этому току осуществляется проверка по условиям нагрева в длительном режиме:

$$I_{p.v.n.n.a.p.} = \frac{S_{p.v.n.}}{\sqrt{3} \cdot U_H \cdot (N - 1)} \quad (59)$$

$$I_{p.v.n.n.a.p.} = \frac{694,248}{\sqrt{3} \cdot 6 \cdot (2 - 1)} = 66,804 \text{ А}$$

Условие $I_{р.в.н.п.а.в.} < I_{доп}$ выполняется. Проведем проверку по отклонению

напряжения:

$$\Delta U = \frac{\sqrt{3} \cdot I_{э.кв.р.в.н.} \cdot \Sigma L \cdot (r_0 \cdot \cos \varphi + x_0 \cdot \sin \varphi) \cdot 100\%}{U_{ном}} \quad (60)$$

$$\Delta U = \frac{\sqrt{3} \cdot 33,402 \cdot 0,931 \cdot (0,84 \cdot 0,847 + 0,087 \cdot 0,532) \cdot 100\%}{6} = 0,0067\%$$

Условие $\Delta U < 3,8\%$ выполняется.

В ВКР используем кабель марки ПВГ – силовой кабель, с медными жилами, с изоляцией из полиэтилена, в ПВХ оболочке.

Таблица 21 – Расчет сечений кабеля 6 кВ

Участок	Длина кабеля, L, м	Число кабелей, N	Расчетный ток, $I_{р.в.н.}$, А	Эквивалентный ток, $I_{э.кв.р.в.н.}$, А	Ток послеаварийного режима,	Сечение кабельной линии, f, мм ²	Пределно допустимый ток, $I_{доп}$, А	Потери напряжения в линии, %
ПС-ТП1	80	2	33,402	35,24	220,559	95	233	0,004
ТП1-ТП2	30	2	21,208					
ТП2-ТП3	70	2	21,208					
ТП3-ТП4	45	2	21,208					
ТП4-ТП5	65	2	13,255					
ПС-ТП6	85	2	21,208	19,458	153,755	50	157	0,004
ТП6-ТП7	85	2	21,208					
ТП7-ТП8	50	2	13,255					
ТП8-ТП9	80	2	21,208					
ПС-ТП13	130	2	13,255	13,255	106,038	25	112	0,005
ТП13-ТП12	45	2	13,255					

1	2	3	4	5	6	7	8	9
ТП12-ТП11	70	2	13,255					
ТП11-ТП10	35	2	13,255					
ПС-ТП14	220	2	33,402	-	66,804	35	135	0,0067

4.6 Выбор марки и сечения кабеля в корпусе котельной

Для выбора сечения определяем расчетный ток по формуле (41).

Рассмотрим на примере дымососа ДН-15:

$$I_p = \frac{87,9}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot 0,38} = 62,217 \text{ А}$$

По расчетному току выбираем кабель АПвБбШп сечением 10 мм².

Аналогично рассчитываем остальное оборудование. Результаты сводим в таблицу 22.

Таблица 22 – Выбор сечения кабеля в корпусе котельной

Наименование	Полная расчетная мощность, кВА	Расчетный ток, А	Марка и сечение кабеля, мм ²	Предельно допустимый ток
Дымососы ДН-15	81,9	62,217	АПвБбШп 10	67
Вентиляторы ВДН-10	63,6	48,315	АПвБбШп 10	67
Сетевой насос СЭ-500-70-16	99,255	75,401	АПвБбШп 16	87
Подпиточный насос ПЭ-65-28-С	52,615	39,97	АПвБбШп 10	67

5 БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ

С последней четверти XX века котельные энергетические установки утратили свое первенство в качестве основных топливосжигающих комплексов. Их стали замещать дизельные и газотурбинные энергоустановки. Котельные комплексы эксплуатируются с первой половины XIX в., и длительное время их широкое использование было обусловлено постоянным развитием и модернизацией. Сегодня кажется, что в котельных установках сделано все, и их дальнейшая модернизация невозможна, а сами котлы достигли своего технического и технологического предела. Однако это не совсем так – вопросы безопасности и экологичности котельных по сей день являются актуальными.

Главными требованиями к котлоагрегатам в XXI веке становятся максимальная экономичность, высокая экологическая безопасность и многотопливность, то есть способность надежно и экономно функционировать на всех видах углеводородного топлива (угле, мазуте, дизтопливе, биотопливе, сланцевом мазуте и природном газе) и горючих на их основе (топливных смесях, суспензиях, эмульсиях и нефтеотходах), не загрязняя при этом окружающую среду.

Одним из направлений дальнейшего совершенствования котлов в XXI в. может стать развитие и улучшение таких затребованных эксплуатационных свойств, как «экологичность», «безопасность» и «многотопливность».

5.1 Безопасность

5.1.1 Обеспечение безопасности работы котельной

Отопительные приборы в независимости от их предназначения требуют особого контроля со стороны пользователя. В работе таких устройств имеется определённая опасность, поскольку в ней принимает активное участие теплоноситель, разогревающийся до высокой температуры, и определённого типа горючее, обладающее своими физико-химическими особенностями. Кроме того, особого внимания требует высокое давление, которое также является неотъемлемой частью нагревательных приборов.

Порядок обеспечения промышленной безопасности котельной регулируется положениями 116-ФЗ. Указанный нормативный документ определяет правила эксплуатации котельных в зависимости от того, относятся ли они к категории объектов повышенной опасности. Если котельная принадлежит к этой категории, для ее эксплуатации необходимо получать специальную лицензию. Это требование распространяется как на новые объекты, так и на котельные, которые уже эксплуатировались с применением ранее действовавших положений законодательства.

Согласно 116-ФЗ котельные могут быть отнесены ко II или III классу опасности в зависимости от наличия на объекте следующих факторов [10]:

- для целей обеспечения промышленной безопасности емкость резервуаров с запасом топлива превышает 1000 тонн;
- в качестве топлива для котельной используется природный газ;
- работа котельной обеспечивает теплом население и потребителей, отнесенных к социально значимым;
- работа оборудования, используемого для работы котельной, осуществляется в условиях давления, превышающего 1,5 МПа, или температуры, превышающей 250 °С. Под указанную категорию не подпадают типы техники, перечисленные в п.4 Федеральных норм и правил, которые были утверждены от 25.03.2014 г.

Котельные II и III классов опасности требуют оформления лицензии для осуществления их эксплуатации. Согласно постановлению Правительства от 24 ноября 1998 года N 1371, котельные, отнесенные к указанным классам, вносятся в государственный реестр информации об опасных объектах. Каждому из них выдается свидетельство, подтверждающее факт внесения в информационную базу. Объекты, отнесенные к IV классу, могут эксплуатироваться без специальной лицензии [6].

Система автоматики отопительного прибора в первую очередь должна контролировать наличие пламени горелки. Высокий уровень безопасности котлов достигается за счёт автоматического перекрытия подачи газа при затухании

запальной горелки [7]. Для этого используются различные электрические устройства, слаженная работа которых и обеспечивает автоматизм. Безопасность некоторых современных видов котлов обеспечивается ионизационной системой безопасности, принцип работы которой основан на электроприводных свойствах пламени.

Системы обеспечения безопасности предусматривают также защиту котла от перегрева, для чего они оснащаются датчиком давления теплоносителя. Это устройство отключает котёл при блокировке циркулярного насоса. Не меньшую опасность представляет длительное отсутствие эксплуатации котла в зимний период, когда происходит размораживание водяного контура теплогенератора, а также всей системы отопления. Справиться с подобным явлением помогает автоматическая защита от замерзания, которая самостоятельно разжигает котёл при понижении температуры до $+5^{\circ}\text{C}$.

Действующие сегодня строительные нормы требуют установки газоанализатора в помещении с котлом. Это устройство предназначено для предупреждения об утечке. Кроме того, нормы предусматривают оборудование помещения аварийным электроклапаном, осуществляющим автоматическое отключение подачи газа. В многоквартирных домах с поквартирным отоплением такие требования обязательны, а используемое оборудование необходимо не реже одного раза в год проверять в сервисном центре.

Немаловажным является выбор места установки котла. Требования соответствующей нормативной документации устанавливают минимальную площадь отапливаемого помещения – 4 кв. м. на один котёл, высоту потолков – не менее 2,5 м, а также ширину внешней двери – не менее 80 см. Кроме того, площадь окна естественного помещения должна быть в соотношении 0,3 кв. м окна на каждые 10 кв. м помещения. Существуют и другие требования, касающиеся наличия дымохода и вводно-выводных конструкций.

Цель комплекса противопожарных мер к котельной — обеспечение безопасности и здоровья людей, которые обслуживают котельное оборудование. Эти мероприятия должны охватывать все сферы деятельности котельной,

должны предъявляться требования к зданию, строительным материалам, оборудованию, хранению топлива, эксплуатации и ремонтным работам. Противопожарные требования к зданию котельной обозначены в техническом задании на строительство. Перед возведением здания проект согласовывают в территориальном отделении МЧС [27].

Степень огнестойкости стен, перекрытий, полов, внутренних перегородок котельной должна соответствовать классу конструктивной пожарной опасности. Применяют материалы, которые не горят, не поддерживают горение, не выделяют ядовитые вещества при пожаре.

Двери, на выходе из помещения котельной, открываются наружу. Оконные проемы — легко сбрасываемые конструкции при взрыве газозвушной смеси, должны соответствовать расчетной площади и конструктивному исполнению. Расстояние перед фронтом котла должно обеспечивать безопасность оператора при розжиге горелки, и предоставлять возможность уклонения от неконтрольного выброса пламени.

Отдельные требования предъявляются и к персоналу, производящему обслуживание котельной. К такой работе допускается сотрудник, достигший совершеннолетия и прошедший необходимый курс подготовки с участием эксперта Ростехнадзора. Переквалификация происходит каждый год, её осуществляют назначенная Ростехнадзором комиссия. Сотрудник под роспись берёт на себя ответственность за обеспечение безопасности котельной установки и отвечает за состояние котлов, систем автоматизации, оборудования, арматуры, а также за соблюдение правил техники безопасности персоналом, который участвует в эксплуатации котельной [6]. На руках у ответственного лица всегда должна быть документация [3]:

- технический паспорт, в котором указаны тепловая мощность теплогенератора, его тип и модель, допустимое давление, поверхность нагрева, адрес установки котла, завод изготовления, дата введения котельной в эксплуатацию, а также вид металла, из которого изготовлен котёл;

- вахтенный журнал, в котором отмечается время сдачи и приёма смены,

вероятные повреждения котла, даётся перечень аварийных ситуаций, их причин и процедур по их устранению;

- водоподготовительный журнал, в котором указывается качество пара и воды, задействованной в котельной системе;
- журнал слесарей, отвечающих за контрольно-измерительные приборы и автоматику;
- книга распоряжений по оптимизации работы котельной;
- журнал эксплуатации газового оборудования;
- журнал, куда вносятся результаты ежедневного осмотра оборудования;
- суточные ведомости, куда вносятся режимы работы и параметры котельного оборудования.

Также у ответственного лица должны быть схемы трубопровода и другого оборудования. Наличие всей этой документации позволит максимально быстро выявить и устранить возможную неисправность или предотвратить её появление, что является одним из важнейших пунктов обеспечения безопасности котельной установки.

Выдача лицензий на осуществление эксплуатации котельных в рамках требований действующего законодательства регламентирована постановлением Правительства № 492 от 10.06.2013. Указанный нормативный документ устанавливает, что для котельных и запасных емкостей промышленная безопасность проходит лицензирование не более, чем за 45 дней. Срок действия лицензии, выданной в соответствии с ФЗ-116, законодательством не ограничен. Однако в случае существенных изменений в конструкции, технологии или иных характеристиках объекта потребуется переоформление документа [10].

В большинстве случаев источником опасности становятся некорректные действия пользователя в процессе эксплуатации устройства. Важно соблюдать требования безопасности, которые, несмотря на свою простоту, обязательны к выполнению:

- в одном помещении с котлом не должно быть легковоспламеняющихся

и взрывоопасных веществ;

- в случае присутствия в помещении запаха газа нужно немедленно закрыть кран на вводе в котёл, обеспечить приток в помещение свежего воздуха;
- устранить препятствия для подачи воздуха в систему;
- производить подпитку только охлаждённого котла;
- не предпринимать никаких действий с датчиком тяги.

Максимально безопасный котёл должен быть оснащён электронной системой самодиагностики, автоматической защитой от блокировки насоса, ионизационным контролем наличия пламени горелки, датчиком тяги, защитным термостатом, предохранительным клапаном в контуре отопления, а также системой снижения накипеобразования. Современные производители систем отопления обеспечивают в своей продукции наличие всех вышеуказанных систем защиты.

5.1.2 Обеспечение электробезопасности

Около половины несчастных случаев, связанных с поражением электрическим током, происходит во время профессиональной деятельности пострадавших. По некоторым данным, электро-травмы составляют около 30% всех травм на производстве и как правило, имеют тяжелые последствия. По частоте смертельных исходов электро-травматизм в 15-16 раз превосходит другие виды травм.

Высокая смертность от поражения электрическим током объясняется неумением оказать пострадавшему первую помощь. Она должна быть оказана в первые четыре-пять минут после поражения. Статистика показывает: применяя современные методы оживления в первые две минуты после наступления клинической смерти, может спасти до 92 % пострадавших, а в течении от трех до четырех минут – только 50 %.

5.1.2.1 Меры по обеспечению электробезопасности на производстве

- заземление (зануление) корпусов электрооборудования;
- применение двойной изоляции;
- применение светильников с пониженным напряжением;

- подключение и отключение электрооборудования разрешается производить только электротехническому персоналу с группой по электробезопасности не ниже III;

- применение устройства защитного отключения (УЗО);

- применение средств защиты (диэлектрических перчаток, ковров, бот, га-лош, подставок, изолирующего инструмента и т.д.).

5.1.2.2 Расчет заземления корпуса котельной

Одним из самых важных требований электробезопасности является требо-вание недопустимости случайного прикосновения человека к токоведущим ча-стям электрического оборудования. Во избежание этого электропроводка должна располагаться в коробках, в котельной, токоведущие части должны быть ограждены специальными барьерами, также должны быть установлены специ-альные знаки и в опасных местах должны быть нанесены соответствующие мар-кировки.

В котельной электрическое оборудование находится под напряжением 380 В. Так как фундамент рассматриваемой котельной находится в должном со-стоянии, в качестве заземляющего устройства используется естественный зазем-литель, фундамент [2].

Удельное эквивалентное сопротивление земли, рассчитывается по следу-ющей формуле[9]:

$$P_{\text{э}} = p_1 \cdot \left(1 - e^{-\frac{\alpha \cdot h_1}{\sqrt{S}}}\right) + p_2 \cdot \left(1 - e^{-\frac{\beta \cdot \sqrt{S}}{h_1}}\right) \quad (61)$$

где p_1, p_2 – удельное электрическое сопротивление верхнего и нижнего слоя соответственно, Ом·м;

α, β – безразмерные коэффициенты;

h_1 – толщина верхнего слоя земли, м;

S – площадь фундамента, $S = 3748 \text{ м}^2$.

Принимаем $p_1 = 300 \text{ Ом} \cdot \text{м}$, $p_2 = 50 \text{ Ом} \cdot \text{м}$, $h_1 = 0,05 \text{ м}$, $\alpha = 3,6$, $\beta = 0,1$ [2].

$$P_{\text{э}} = 300 \cdot \left(1 - e^{\frac{-3,6 \cdot 0,05}{\sqrt{3748}}}\right) + 50 \cdot \left(1 - e^{\frac{-0,1 \cdot \sqrt{3748}}{0,05}}\right) = 50,875 \text{ Ом}$$

Сопротивление растекания тока определяется по следующей формуле[9]:

$$R_p = 0,5 \cdot \frac{P_{\text{э}}}{\sqrt{S}} \quad (62)$$

$$R_p = 0,5 \cdot \frac{50,875}{\sqrt{3748}} = 0,416 \text{ Ом.}$$

Сопротивление заземляющего устройства 0,416 Ом получилось ниже допустимого, равного 4 Ом, следовательно, заземлитель обеспечивает безопасность, то есть условия труда выполняются.

5.2 Экологичность

Хорошо известно, что ресурсы, неиспользованные по прямому назначению, или их избыток, не участвующий в технологических процессах, рано или поздно становятся отходами и загрязняют окружающую среду. Очевидно, что более рациональное использование ресурсов повышает экологичность топливосжигающей установки и одновременно повышает экономичность работы установки, поэтому экологичность котельных установок непосредственно связана с их экономичностью или, говоря другими словами, экологичность и экономичность являются «двумя сторонами одной медали».

Не последняя роль в обеспечении экологической чистоты котельного комплекса принадлежит организации сгорания углеводородного топлива в топке котла, которая, в свою очередь, определяется не только видом сжигаемого топлива и технологией его подготовки к процессу горения, но и конструктивным исполнением топливной и воздухоподающей систем котельного комплекса, обеспечивающим качественно-количественные характеристики компонентов и их соотношение в подаваемой на горение горючей смеси, степень равномерного

распределения топлива по объему воздуха, параметры топочного факела (длина, ширина, объем, светимость и др.) и, в конечном итоге, полноту и качество процесса сгорания.

Многотопливность котлов обеспечивается оборудованием их несколькими топливными системами, каждая из которых подает только один вид горючего, на котором должна работать котельная установка. Обслуживающие котельную установку системы, такие, как система подачи воздуха, топливная система, трубная система (или поверхности нагрева), конструктивно приспособлены для сжигания всех используемых углеводородных топлив с различной теплотворной способностью.

СНиПы предписывают котельным установкам иметь не менее двух топливных систем, одна из которых – основная, а вторая – резервная. Однако в настоящее время это требование руководящих документов во многих случаях не выполняется, поскольку даже поддержание в состоянии немедленного пуска, а тем более в горячем резерве второй топливной системы экономически невыгодно, особенно для собственников частных котельных по причине снижения количества продаваемого товара (горячей воды или пара), поскольку его часть идет на обеспечение горячего резерва или пускового режима второй топливной системы котла. При этом в настоящее время за рубежом (к примеру, в Великобритании) эксплуатируются многотопливные паровые котлы, которые могут отапливаться пятью видами горючего: углем, тяжелым топливом, биотопливом, природным газом и нефтяными отходами.

Каждый вид топлива, как известно, обладает своей теплотворной способностью, поэтому теплонапряженность топочного объема котла, а следовательно, и теплопередача при его отоплении горючими с разной калорийностью неодинакова, что неизменно приводит к выработке пара (воды) с различными параметрами [6]. Так, например, при работе котла на дизтопливе температура вырабатываемого пара (воды) будет выше, чем при отоплении того же котла мазутом. При отоплении котла топливом с низкой теплотой сгорания в действие вводятся до-

полнительные поверхности нагрева – хвостовые трубные системы котла, которые отключены при сжигании в котле топлива с высокой калорийностью; в то же время при переходе к работе котла на более калорийном топливе дополнительные трубные системы отключаются. Включение и выключение дополнительных трубных систем (поверхностей нагрева) котла позволяет регулировать (увеличивать или уменьшать) количество снимаемого с поверхностей нагрева тепла, обеспечивая при этом наиболее полное использование выделяемой при горении энергии котельного топлива, исходя из его фактической теплотворной способности.

Основной же недостаток всех без исключения эксплуатируемых сегодня многотопливных котлов – это наличие у них нескольких (например, в России, соответственно, двух, а в Великобритании – пяти) отдельных для подготовки и подачи каждого вида горючего топливных систем, которые нуждаются в техническом обслуживании и поддержание в работоспособном состоянии независимо от их практического использования.

Таким образом, вопросы экологичности конкретной котельной установки напрямую связаны с ее типом. На сегодняшний день классификация отопительных котлов выглядит таким образом:

- дизельные, жидкотопливные котлы (солярка);
- твердотопливные котлы (дрова, уголь, кокс, торф, брикеты, опилки);
- электрические;
- газовые.

Установка жидкотопливного или дизельного котла способна обеспечить полную автономность отопления дома от внешних магистральных источников. Однако при этом необходимо обеспечение регулярной подачи дизельного топлива, установки емкости для хранения солярки. Тем не менее, подобные устройства пользуются популярностью, поскольку стоимость киловатта тепла обходится в 3 раза дешевле, чем при электрообогреве. Среди наиболее известных производителей жидкотопливных котлов можно назвать компании Buderus, Ferroli, Kiturami, Unical, Vaillant, Viessmann и др. Особенно удобны теплогенераторы со

сменными горелками, что делает возможной переналадку котла на голубое топливо в случае проведения магистрального газа.

Одновременно с этим, известно, что применение солярки неблагоприятно воздействует на окружающую среду. Несмотря на то, что при ее сжигании в атмосферу выпускается сравнительно небольшое количество углекислого газа, выделение микрочастиц сажи часто оказывается значительно вреднее CO₂. Есть и еще один важный аспект хранения солярки. Так, в случае с поквартирным отоплением (ПО), которое становится все более популярным в нашей стране, это практически невозможно, а при индивидуальном строительстве требует дополнительных вложений, неудобно и достаточно опасно. Кроме того, хранение больших объемов дизеля может привести к неблагоприятным экологическим последствиям.

Твердотопливные котлы являются прямыми наследниками издревле знакомых человеку дровяных и угольных печей. Главное преимущество котлов данного типа их абсолютная независимость от дополнительных источников энергии, к примеру, электричества. Их КПД довольно велик и достигает примерно 70-80% [2]. Ведущими производителями котлов данного типа являются компании Buderus, Dakon, Sime, Viessmann, Wirbel и др. Однако, следует учесть, что при сгорании топлива выделяются различные парниковые газы (в первую очередь углекислый), способствующие усилению так называемого парникового эффекта, а в менее глобальном смысле портящие воздух. В результате сгорания твердого топлива образуется сажа, накапливается зола.

Среди главных преимуществ электрических котлов отсутствие энергопотерь при отоплении, поскольку их КПД практически равен 100%. Они относительно недороги, мало весят, компактны, бесшумны в работе, не производят вредных выбросов и посторонних запахов. Отсутствие открытого пламени обеспечивает их безопасность. Электрические котлы сравнительно просты в эксплуатации, не требуют котельных, монтажа дымохода и, в общем, не нуждаются в каком-либо особенном уходе. Среди производителей котлов данного типа на

российском рынке на текущий момент лидируют компании Dakon, Kospel, Protherm, РУСНИТ, Сатурн.

Но следует сразу оговориться, что существует ряд объективных причин, по которым использование данного вида оборудования ограничено. Во-первых, далеко не везде возможно выделение требуемой для отопления дома электрической мощности (примерно 20 кВт из расчета площади здания в 200 м²). Для установки электрокотла достаточной мощности требуется отдельное трехфазное подключение, согласованное с владельцами энергосети. Кроме того, к недостаткам можно отнести высокую стоимость электроэнергии: на сегодняшний день это один из самых дорогих источников тепла. В-третьих, регулярные перебои с электроснабжением, случающиеся в нашей стране повсеместно.

Наиболее экологически корректным вариантом топлива в настоящее время является природный газ, поэтому практически все мировые производители отопительного оборудования имеют в своем ассортименте несколько моделей котлов данного типа. Преимущество газовых теплогенераторов заключается в простоте эксплуатации и в отсутствии необходимости запасать топливо. Аппараты, работающие на газе, обладают сегодня высоким КПД, достигающим 95%, а в случае конденсационных котлов (таких, как например, Ariston, Buderus, Ferroli, Kiturami, Sime, Unical, Vaillant, Viessmann и т.д.) и превышающим эту цифру. Для потребителя, безусловно, важны и высокая степень безопасности современной техники при эксплуатации, и очевидная выгода: ведь такой котел в силу дешевизны энергоносителя экономит до 2030% средств по сравнению с расходами на центральное отопление.

Газовые котлы меньше подвержены коррозии, практически не зарастают сажей, не нуждаются в многократной чистке, как теплогенераторы других разновидностей, и долговечней их. Причина этого в свойствах газа как топлива: при его сгорании вредные выбросы минимальны и материал, из которого изготовлено оборудование, не страдает. Существует еще одно преимущество, возникающее благодаря конструктивным особенностям современных газовых котлов:

расход газа можно уменьшить до 20% за счет утилизации скрытой теплоты парообразования (в случае конденсационных теплогенераторов).

Следует также отметить, что газовое оборудование сегодня становится основой для альтернативных путей обеспечения теплоснабжения. Поквартирное отопление уже получило широкое распространение в Европе и становится привычным в России (к примеру, газификация районов Смоленска, Белгорода и ряда других городов, где установлено и успешно эксплуатируется оборудование ARISTON).

5.2.1 Расчет вредных выбросов

Количество золовых частиц и недожога, уносимое из топки котла за любой промежуток времени (т/год, кг/ч, кг/с и т.д.), определяется по формуле:

$$M_{ms} = 0,01 \cdot B \cdot (\alpha_{yn} \cdot A^p + q_4^{yn} \cdot \frac{Q_n^p}{32680}) \cdot (1 - \eta_3), \quad (63)$$

где B - расход натурального топлива котлоагрегата за любой промежуток времени ($B = 0,833$ кг/с);

A^p - зольность топлива на рабочую массу, %;

α_{yn} - доля золовых частиц и недожога, уносимых из котла;

q_4^{yn} - потери теплоты с уносом от механической неполноты сгорания топлива, %;

Q_n^p - теплота сгорания топлива на рабочую массу, кДж/кг;

η_3 - доля твердых частиц, улавливаемых в золоуловителях.

$$M_{ms} = 0,01 \cdot 0,833 \cdot (0,14 \cdot 9,5 + 6 \cdot \frac{12845}{32680}) \cdot (1 - 0,93) = 0,00215 \text{ кг/с.}$$

Количество окислов серы, поступающих в атмосферу с дымовыми газами, в пересчете на SO₂ за любой промежуток времени (т/год, кг/ч, кг/с и т.д.) вычисляется по формуле:

$$M_{SO_2} = 0,02 \cdot B \cdot S^P \cdot (1 - \eta'_{SO_2}) \cdot (1 - \eta''_{SO_2}), \quad (64)$$

где S^P - содержание серы в топливе на рабочую массу, %;

η'_{SO_2} - доля окислов серы, связываемые летучей золой в газоходах котлов, зависит от зольности топлива и содержание окиси кальция в летучей золе;

η''_{SO_2} - доля окислов серы, улавливаемых в золоуловителе попутно с улавливанием твердых частиц, для сухих золоуловителей (электрофилтры, батарейные циклоны, тканевые филтры) принимается равной нулю.

$$M_{SO_2} = 0,02 \cdot 0,833 \cdot 0,3 \cdot (1 - 0,1) \cdot (1 - 0) = 0,0044982 \text{ кг/с.}$$

Количество окиси углерода (т/год, кг/ч, кг/с и т.д.), выбрасываемой в атмосферу с дымовыми газами в единицу времени, вычисляется по формуле

$$M_{CO_2} = 0,001 \cdot B \cdot C_{CO} \cdot (1 - 0,01q_4), \quad (65)$$

где C_{CO} - выход окиси углерода при сжигании твердого, жидкого или газообразного топлива (кг/т, кг/тыс.м³), определяется по формуле:

$$C_{CO} = \frac{q_3 \cdot R \cdot Q_n^p}{1013}, \quad (66)$$

где q_3 - потери теплоты от химической неполноты сгорания топлива, %;

R - коэффициент, учитывающий долю потери теплоты вследствие химической неполноты сгорания топлива, обусловленную содержанием в продукте неполного сгорания окиси углерода. Для твердого топлива $R=1,0$.

η''_{SO_2} - доля окислов серы, улавливаемых в золоуловителе попутно с улавливанием твердых частиц, для сухих золоуловителей (электрофилтры, батарейные циклоны, тканевые филтры) принимается равной нулю.

$$C_{CO} = \frac{0,15 \cdot 1 \cdot 12845}{1013} = 6,34 \text{ кг/т,}$$

$$M_{CO_2} = 0,001 \cdot 0,833 \cdot 6,34 \cdot (1 - 0,01 \cdot 4,5) = 0,00504 \text{ кг/с.}$$

Количество оксидов азота в пересчете на двуокись азота (т/год, кг/ч, кг/с и т.д.), выбрасываемые в атмосферу с дымовыми газами в единицу времени для водогрейных котлов вычисляется по формуле:

$$M_{NO_2} = 10^{-3} \cdot K \cdot B_y \cdot (1 - 0,01q_4) \cdot \beta_1 \cdot \beta_2 \cdot \beta_3, \quad (67)$$

где K - коэффициент, характеризующий выход окислов азота, кг/т. у.т;

B_y - расход условного топлива за любой промежуток времени (тут/год, кгут/ч, кгут/с и т.д.);

β_1 - коэффициент, учитывающий влияние на выход окислов азота качества сжигаемого топлива (содержание N^r);

β_2 - коэффициент, учитывающий конструкцию горелок. Для для прямоточных горелок $\beta_2=0,85$;

β_3 - коэффициент, учитывающий вид шлакоудаления. При жидком шлакоудалении $\beta_3=1,6$, во всех остальных случаях $\beta_3=1,0$.

Расход условного топлива определяется:

$$B_y = B \cdot \frac{Q_{H}^p}{29320}, \quad (68)$$

где $Q_{H}^p = 12845$ кДж/кг - низшая теплота сгорания топлива.

$$B_y = 0,833 \cdot \frac{12845}{29320} = 0,3649 \text{ кг/с.}$$

Значение β_1 при сжигании твердого топлива ($\alpha_T \leq 1,25$) вычисляют по формуле:

$$\beta_1 = 0,178 + 0,47 \cdot N^T, \quad (69)$$

где $N^T = 1,2 \%$ – содержание азота в топливе на горючую массу.

$$\beta_1 = 0,178 + 0,47 \cdot 1,2 = 0,724;$$

$$M_{NO_2} = 10^{-3} \cdot 0,1738 \cdot 2,18 \cdot (1 - 0,01 \cdot 4,5) \cdot 0,724 \cdot 0,85 \cdot 1,6 = 0,355 \text{ кг/с.}$$

В котельной Надежда поселка городского типа Новобурейский продукты сгорания топлива удаляются в атмосферу через кирпичную дымовую трубу, высота которой составляет 60 метров.

В настоящее время минимально допустимая высота дымовой трубы, при которой обеспечивается значение максимальной приземной концентрации вредного вещества C_m , равное предельно допустимой концентрации (ПДК), для нескольких труб одинаковой высоты при наличии фоновой загрязненности C_f от других источников, рассчитывается по формуле:

$$H = \sqrt{\frac{A \cdot F \cdot m \cdot n \cdot \eta \cdot (M_{SO_2} + 5,88 \cdot M_{NO_2})}{ПДК_{SO_2}}} \sqrt[3]{\frac{N}{V_1 \cdot \Delta T}}, \quad (70)$$

где A - коэффициент, зависящий от температурной стратификации атмосферы для неблагоприятных метеорологических условий, определяющий усло-

вия вертикального и горизонтального рассеивания вредных веществ в атмосферном воздухе, $C^{2/3} \cdot \text{мг} \cdot \text{К}^{1/3} / \text{Г}$;

F - безразмерный коэффициент, учитывающий скорость оседания вредных веществ в атмосферном воздухе;

M_{SO_2} , M_{NO_2} - массовый выброс серного ангидрида и двуокиси азота, выбрасываемых в атмосферу в единицу времени, г/с;

m и n - безразмерные коэффициенты, учитывающие условия выхода дымовых газов из устья дымовой трубы;

η - безразмерный коэффициент, учитывающий влияние рельефа, местности; в случае ровной или слабопересеченной местности с перепадом высот, не превышающим 50 м на 1 км, $\eta=1,0$;

N - число одинаковых дымовых труб;

V_1 - объем дымовых газов, приходящийся на дымовые трубы, $\text{м}^3 / \text{с}$;

$\Delta T = T_r - T_b = 75,1 \text{ К}$ - разность температур выбрасываемых дымовых газов $T_r = (423 - 50) \text{ К}$ и окружающего атмосферного воздуха $T_b = 297,9 \text{ К}$;

$ПДК_{SO_2}$ - предельно допустимая концентрация вещества, лимитирующего чистоту воздушного бассейна, $\text{мг}/\text{м}^3$. $ПДК_{SO_2} = 0,5 \text{ мг}/\text{м}^3$.

При определении значения ΔT следует принимать температуру окружающего атмосферного воздуха T_b равной средней максимальной температуре наружного воздуха наиболее жаркого месяца года по СНиП 2.01.01-82, а температуру выбрасываемых в атмосферу дымовых газов T_r – в устье дымовой трубы.

Безразмерные коэффициенты m и n определяются в зависимости от параметров f и U_m :

$$f = 1000 \cdot \frac{\omega_0^2 \cdot D}{H^2 \cdot \Delta T}, \quad (71)$$

$$f = 1000 \cdot \frac{22^2 \cdot 3,2}{60^2 \cdot 74,9} = 5,74$$

$$U_M = 0,65 \cdot \sqrt[3]{\frac{V_1 \cdot \Delta T}{H}} \quad (72)$$

$$U_M = 0,65 \cdot \sqrt[3]{\frac{69,08 \cdot 74,9}{60}} = 2,827$$

где w_0 – средняя скорость дымовых газов в устье дымовой трубы, м/с;

D – диаметр устья дымовой трубы, м.

Коэффициент m определяется в зависимости от f по формуле:

$$m = \frac{1}{0,67 + 0,1 \cdot \sqrt{f} + 0,34 \sqrt[3]{f}}, \quad (73)$$

$$m = \frac{1}{0,67 + 0,1 \cdot \sqrt{5,74} + 0,34 \sqrt[3]{5,74}} = 0,659$$

Коэффициент n определяется в зависимости от U_M . $n = 1$ при $U_M \geq 2$.

$$H = \sqrt{\frac{250 \cdot 1 \cdot 0,659 \cdot 1 \cdot 1 \cdot (4,4982 + 5,88 \cdot 35,5)}{0,5}} \sqrt[3]{\frac{1}{97,44 \cdot 74,9}} = 44,187 \text{ м}$$

Принимаем высоту трубы $H = 45$ м.

Таким образом, существующая высота трубы 60м не соответствует стандартам, заменяем ее на дымовую кирпичную трубу высотой 45 м.

5.3 Чрезвычайные ситуации

Авария - это нарушение нормального режима эксплуатации котлов и прочего котельного оборудования, в том числе вспомогательного. В перспективе авария приводит к длительному простоему устройств, ограничивает поступление тепла и горячей воды в подведомственные объекты, в наиболее тяжёлых ситуа-

циях становится причиной травм у людей и разрушений зданий. Тяжёлый характер носят аварии газовых котельных, поскольку такие котельные попадают под категорию опасных объектов и могут стать причиной настоящей катастрофы.[1]

Выделяются несколько видов аварий по причинам их возникновения:

- по вине обслуживающего персонала;
- по вине заводов-изготовителей;
- по вине монтажной команды;
- по иным причинам.

При этом неисправности, причиной которых стали эксплуатационные нарушения, называют «режимными», а аварии из-за дефектов материалов, неграмотного монтажа, заводского брака - «конструктивными». К примеру, одна из наиболее частых причин возникновения аварий в котельных с чугунными котлами - наличие в них трещин: они могут как образоваться как из-за неправильной эксплуатации и стать причиной режимных неполадок, так и поставляться с завода в неудовлетворительном качестве, и тогда произошедшая по этой причине авария будет носить конструктивный характер [6].

При возникновении аварийной ситуации котельный агрегат немедленно останавливается, а информация о ЧП передаётся ответственному лицу - начальнику котельной или его заместителю. Особенно важно сделать всё правильно в ситуации, когда котёл существенно повреждён физически, на обмуровке образовались трещины, начался пожар или прогремел взрыв, от котла исходит ненормальный шум, сработал предохранительно-запорный клапан.

Чтобы действовать слаженно и быстро во время аварии газовой котельной, ответственным лицам перед эксплуатацией необходимо составить план локализации и ликвидации возможных аварий в котельной, где подробно описываются характер неполадки, действия оператора и ответственного лица, а также возможные последствия возникшей проблемы. Документ подписывает сотрудник, ответственный за газовое хозяйство. При ЧП все обязуются действовать в строгом соответствии с информацией из плана.

Любая организация, имеющая оборудование, работающее под давлением и занимающаяся обеспечением производства тепла, должна иметь разработанный план, согласно которому осуществляется ликвидация аварий на газовых котельных. Там должны быть прописаны первоочередные действия персонала, система оповещения людей при возникновении аварийной ситуации, список ответственных лиц, отвечающих за опасный производственный объект. Важной частью плана является установление масштабов повреждений, действия, нужные для их ликвидации и сроки ремонта. По факту произошедшего чрезвычайного происшествия назначается комиссия, в число членов которой входят технические эксперты Ростехнадзора, чьей обязанностью является проведение экспертизы.

Котельные представляют собой опасные производственные объекты на которых используется оборудование, работающее под избыточным давлением и высокой температурой нагрева воды, на ней возможны аварии, сопровождающиеся взрывами в аппаратуре, производственных помещениях, которые могут привести к разрушению зданий, оборудования, сооружений, травмам людей.

5.4 Выводы

Исходя из рассмотренного материала, можно сделать вывод о том, что среди систем теплоснабжения, котельные остаются самым востребованным вариантом получения энергии и тепла. Одновременно котельные, согласно действующим нормам закона относятся к опасным производственным объектам, требующим повышенного внимания к обслуживанию и эксплуатации.

Источник опасности котельного оборудования – повышенное давление и применение газового топлива. Аварии в котельных по статистике являются наиболее частыми техногенными чрезвычайными ситуациями в теплоэнергетике.

В качестве показателей экономичности энергоустановок используется расход ресурса (топлива, воздуха или воды), затраченный на получение единицы энергии, отнесенный ко времени или к количеству выработанной энергии. По-

вышение экономичности энергоустановок достигается и за счет внедрения усовершенствованных технологий подготовки ресурсов, их более рационального использования, высокой технической культуры обслуживающего персонала, своевременного устранения возникающих в процессе эксплуатации замечаний.

6 ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

6.1 Расчет капиталовложений

Капиталовложения в модернизацию системы энергоснабжения складываются из капиталовложений в оборудование и монтажа этого оборудования. Список оборудования вместе с ценами приведен в таблице 23 (цены указаны за 2019 г.) [10].

Таблица 23 – Список и стоимость оборудования

Наименование	Маркировка	Кол-во	Цена 1шт., руб	Сумма, руб.
Котел	КВТС – 6,5	3	1925000	5775000
Топка	ТЛЗМ 2-1,87/4,0	3	1670000	5010000
Дымосос	ДН-12,5	3	228000	684000
Вентилятор	ВДН-11,2	3	196000	588000
Сетевой насос	СЭ – 500 – 50 - 16	1	519400	519400
Подпиточный насос	ПЭ – 65 - 28 - С	1	590000	590000
Итого	13166400			

Таким образом, все необходимые данные для экономического расчета имеются. Цены на оборудование взяты с сайтов поставщиков-изготовителей.

Распределение капиталовложений, вложенных в котельную с водогрейными котлами можно определить в процентном соотношении, которые представлены в таблице 24 [27]:

Таблица 24 – Распределение капиталовложения, вложенных в котельную с паровыми котлами

Объект	Строительные работы, %	Монтажные работы, %	Оборудование, %
Котельная с паровыми котлами			

Капитальных вложений в теплотехническое оборудование определяется суммированием сметной стоимости оборудования, строительных и монтажных работ:

$$K_{\Sigma \text{ кот}} = K_{\text{обор.к}} + K_{\text{ср.к}} + K_{\text{мр.к}} \quad (74)$$

где $K_{\text{обор.к}}$ - сметная стоимость оборудования без учета строительно-монтажных работ, тыс. руб;

$K_{\text{ср.к}}$ - строительные работы, тыс. руб;

$K_{\text{мр.к}}$ - монтажные работы, тыс. руб.

По определенной ранее общей стоимости оборудования можно определить неизвестные слагаемые формулы и определить общую величину капитальных вложений в теплотехническое оборудование реконструированной котельной:

$$K_{\Sigma \text{ кот}} = 13166400 + \frac{13166400 \cdot 35.5}{33} + \frac{13166400 \cdot 31.5}{33} = 39900 \text{ тыс. руб.}$$

Суммарные капитальные вложения в проект составят:

$$K_{\Sigma} = K_{\Sigma \text{ кот}} \cdot (1 + k_{\text{инф}}) \quad (75)$$

где $k_{\text{инф}}$ - коэффициент инфляции, на начало 2019 года он равен 2,5 % [2].

$$K_{\Sigma} = 39900 \cdot 1,0245 = 40900 \text{ тыс. руб}$$

6.2 Расчет амортизационных отчислений и затрат на ремонт и эксплуатацию основных фондов

Основные производственные фонды – средства труда (здания, сооружения, машины, оборудование и пр.), с помощью которых изготавливается продукция, пополняются за счет капитальных вложений (инвестиций).

6.2.1 Амортизационные отчисления

Амортизация – постепенный перенос стоимости основных фондов (капиталовложений) на производимые с их помощью продукт или работу (услугу). Цель амортизации – накопление финансовых средств для возмещения изношенных основных фондов.

Амортизационные отчисления – денежное выражение стоимости основных фондов в себестоимости продукции. Амортизационные отчисления для *i*-го вида оборудования определяются по формуле:

$$I_i = \sum_i K_{обор.i} \cdot \alpha_{ам.i} \quad (76)$$

где $\alpha_{ам,i}$ – ежегодные нормы отчислений на амортизацию для *i*-х основных средств.

Ежегодные нормы отчислений на амортизацию определяются по формуле:

$$\alpha_{ам,i} = \frac{1}{T_{сл}} \quad (77)$$

где $T_{сл}$ - срок службы соответствующего оборудования, или амортизационный период.

Таблица 25 – Ежегодные нормы отчислений на амортизацию

Тип оборудования	Срок службы, год	Ежегодные нормы отчислений на амортизацию, %
Котельное оборудование	20	0,05

Амортизационные отчисления базовой котельной равны:

$$I_{ам} = 131664400 \cdot 0,05 = 658,3 \text{ тыс.руб.}$$

Ежегодные затраты на капитальные и текущие ремонты, а также на техническое обслуживание определяется по формуле:

$$I_{\text{экс}} = K_i \cdot \alpha_{\text{экс}}, \text{ тыс.руб} \quad (78)$$

где $\alpha_{\text{экс}}$ – норма ежегодных отчислений на эксплуатацию, текущий и капитальный ремонт и техническое обслуживание равны 6% [27].

Ежегодные затраты на капитальные и текущие ремонты, а также на техническое обслуживание реконструированной котельной равны:

$$I_{\text{экс, кот}} = 40900000 \cdot 0,06 = 2454 \text{ тыс.руб.}$$

6.2.2 Расчет затрат на водопользование

Расчет затрат на воду производится исходя из общего количества потребляемой воды на выработку тепловой энергии и цены 1 м³ воды.

Укрупненно, общее количество потребляемой котельной воды на выработку тепловой энергии рассчитывается в зависимости от системы теплоснабжения (закрытая или открытая):

- для закрытой системы теплоснабжения ($V_{\text{закр}}$)

$$V_{\text{закр}} = v \cdot Q_{\text{выр}}$$

где v – удельный расход воды при закрытой системе теплоснабжения, м³/Гкал (определяется согласно таблицы 3.4) [28];

$Q_{\text{выр}}$ – годовая выработка тепловой энергии, Гкал;

$$Q_{\text{выр}} = 125946,45 \text{ Гкал/год;}$$

Гкал/ч.

Таблица 26 – Удельный расход воды при закрытой системе теплоснабжения,
м³/Гкал

В ид то пли ва	до 0.6	
П ри род ный га з и ма зу т		
Тв ер до е то пли во		

Расчет затрат на водопользования (для закрытой системы теплоснабжения)
проектируемой котельной:

$$V_{\text{закр}} = 1,036 \cdot 12816 = 13280 \text{ м}^3/\text{год}$$

Затраты на воду определяются:

$$I_{\text{в}} = V_{\text{закр}} \cdot T_{\text{в}}$$

Г

д Расчет затрат на воду проектируемой котельной:

е

$$I_{\text{в}} = 13280 \cdot 21,42 = 284,4 \text{ тыс. руб/год}$$

6.2.3 Расчет затрат на электроэнергию

Укрупнено, в зависимости от средневзвешенной мощности котла и вида сжигаемого топлива, удельные нормы расхода электроэнергии на выработку 1 Гкал, приведены в таблице 26 [28].

$$W_{\text{эл}} = Q_{\text{выр}} \cdot q$$

где q – удельная норма расхода электроэнергии (кВт·ч)/Гкал [14].

Таблица 27 – Удельные нормы расхода электроэнергии, (кВт·ч)/Гкал

Средневзвешенная мощность одного котла	Природный газ	Мазут	Уголь	Торф
до 0.6				
Свыше 0.6 до 3				
Свыше 3 до 10				
Свыше 10 до 50				

$$W_{\text{эл}} = 12816 \cdot 27 = 346000 \text{ кВт ч/год}$$

Определим затраты на электроэнергию:

$$I_{\text{эл}} = W_{\text{эл}} \cdot T_{\text{э}}$$

где $T_{\text{э}}$ – (принимается равным [28]).

Расчет затрат на электроэнергию базовой котельной:

$$I_{\text{эл}} = 346000 \cdot 5,43 = 1879 \text{ тыс. руб/год}$$

6.2.4 Расчет затрат на топливо

Затраты на топливо определяются из объема потребляемого топлива за год, стоимости одной тонны за расчетный период:

$$I_m = V_T \cdot T_T \quad (83)$$

где V_T - объем сжигаемого топлива в год ($V_T = 16270$ т - сметные данные);

T_T - тариф на уголь ($T_T = 910$ руб за т.) [20].

$$I_m = 16270 \cdot 910 = 14810 \text{ тыс.руб/год}$$

6.2.5 Расчет численности персонала и заработной платы

Численность персонала котельной определяется по нормативам численности промышленно-производственного персонала котельных.

Зависимость нормативной численности персонала котельной от установленной производительности приведена в таблице 28 [27].

Таблица 28 – Нормативная численность персонала

Установленная производительность котельной, Гкал/ч	Численность персонала (чел.) при количестве котлов в котельной, ед.									
	1	2	3	4	6	8	7	8	9	10
4	8	10	-	-	-	-	-	-	-	-
8	13	15	-	-	-	-	-	-	-	-
30	16	18	21	-	-	-	-	-	-	-
60	19	21	25	29	-	-	-	-	-	-
100	21	25	29	33	37	40	43	-	-	-
150	24	29	33	36	39	43	46	49	52	
200	28	32	36	38	41	45	49	52	55	59
300	-	35	38	41	44	48	51	55	59	62

При определении расходов на оплату труда, включаемых в необходимую валовую выручку, регулирующие органы определяют размер фонда оплаты труда в соответствии с отраслевыми тарифными соглашениями, заключенными соответствующими организациями, и фактическим объемом фонда оплаты труда в последнем расчетном периоде регулирования, а также с учетом прогнозного индекса потребительских цен.

Повременная система оплаты труда ранее основывалась на тарифно-квалификационной системе, которая включала единую тарифную сетку и тарифно-квалификационный справочник, где устанавливалась зависимость степени сложности определенных работ от уровня квалификации работников, имеющих право выполнять эту работу. В настоящее время эта система носит рекомендательный характер, и в «чистом виде» на предприятиях практически не применяется.

При отсутствии данных о заработной плате по предприятию можно воспользоваться статистической отчетностью Федеральных организаций статистики (www.gks.ru). Такие учреждения публикуют оценки средней заработной платы в отрасли по РФ в целом или по отдельному региону. В этом случае в целом по предприятию годовой фонд заработной платы может быть определен следующей формулой:

$$\Phi ЗП_{год} = N \cdot ЗП_{cp} \cdot 12 \quad (84)$$

где $ЗП_{cp}$ – средняя заработная плата в отрасли, к которой относится данное предприятие, тыс. руб. [28].

Средняя заработная плата для предприятий Муниципальной собственности, занимающихся производством и распределением теплоэнергии, и горячей воды в Амурской области равна $ЗП_{cp} = 14,9515$ тыс. руб. [28].

Годовой фонд заработной платы равен:

$$\Phi ЗП_{год} = 14 \cdot 14915,5 \cdot 12 = 2512 \text{ тыс.руб} / \text{год}$$

6.2.6 Расчет налога на социальные нужды и медицинское страхование

Ставки налогов и их распределение определяются статьей 241 НК РФ.

Обычный размер ставки на 2019 составляет 30 %. СН вычисляется по следующему выражению:

$$СНиМС = 0,3 \cdot \PhiЗП_{год}$$

$$СНиМС = 0,3 \cdot 2512 = 753,6 \text{ тыс.ру} \quad (85)$$

6.2.7 Расчет прочих затрат

По найденным выше значениям издержек, годового фонда заработной платы и СН определяются прочие затраты:

$$I_{пр} = 0,01 \cdot K_{\Sigma} \quad (86)$$

Расчет прочих затрат проектируемой котельной:

$$I_{пр} = 0,01 \cdot 40900 = 409 \text{ тыс.руб}$$

6.2.8 Суммарные издержки

По всем вышеперечисленным затратам определим общие:

$$I_{\Sigma} = I_{ам} + I_{экс} + I_{в} + I_{эл} + I_{м} + СНиМС + \PhiЗП_{год} + I_{пр} \quad (87)$$

Расчет суммарных издержек проектируемой котельной:

$$I_{\Sigma} = 658,3 + 2454 + 284,4 + 1879 + 14810 + 753,6 + 2512 + 409 = 8950 \text{ тыс.руб}$$

6.3 Расчет окупаемости проекта

Простой срок окупаемости представляет собой период, в течении которого сумма чистых доходов покрывает инвестиции. Определение срока окупаемости капитальных вложений производится последовательным суммированием величины чистого дохода в стабильных ценах ((без учета инфляции) по годам расчетного периода до того момента, пока полученная сумма не сравняется с величиной суммарных капитальных вложений.[28]

В расчетах используется тариф на тепло, стоимость 1 Гкал тепловой энергии равна 1407,43 руб./Гкал .

Выручка с продажи тепловой энергии за год равна:

$$O_{pt} = Q_{\text{выр.потр}} \cdot T_{\text{к.потр}}$$

где $T_{\text{к.потр}}$ – тариф на тепловую энергию, поставляемую потребителям, руб/Гкал;

$Q_{\text{выр.потр}}$ – годовая выработка тепловой энергии для нужд потребителей, Гкал/год.

Так как проект заключается в реконструкции действующей котельной, требуемая производительность кирпича будет достигнута только после окончания реконструкции, а значит производство кирпича на период реконструкции останется прежним. За себестоимость тепловой энергии, поставляемой для нужд производства принимаем удельные издержки для выработки 1 Гкал.

$$O_{pt} = 12820 \cdot 1407,43 = 18040 \text{ тыс.руб}$$

Прибыль от реализации тепловой энергии, определяется по формуле:

$$П = O_{pt} - I_{\Sigma} \tag{88}$$

$$П = 18040 - 8950 = 9088 \text{ тыс.руб}$$

Ставка налога на прибыль на 2019 год равен 20 % [20].

Налог на прибыль равен:

$$H_{\Pi} = П \cdot 0,2 \quad (89)$$

$$H_{\Pi} = 9088 \cdot 0,2 = 1818 \text{ тыс.руб}$$

Чистая прибыль от реализации тепловой энергии равна:

$$П_{\text{чист}} = П - H_{\Pi} \quad (90)$$

$$П_{\text{чист}} = 9088 - 1818 = 7270 \text{ тыс.руб}$$

Приведенные затраты:

$$ПЗ = I_{\Sigma} + K_{\Sigma} \cdot E \quad (91)$$

где E – нормативный коэффициент экономической эффективности капитальных вложений, равен 0,12.

$$ПЗ = 8950 + 40900 \cdot 0,12 = 13860 \text{ тыс.руб}$$

Срок окупаемости равен:

$$T_{\text{ок}} = \frac{K_{\Sigma}}{П_{\text{чист}}} \quad (92)$$

Срок окупаемости проектируемой котельной:

$$T_{\text{ок}2} = \frac{40900}{7270} = 5,625 \text{ лет}$$

Срок окупаемости данного проекта 5,625 лет.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В выпускной квалификационной работе был предложен вариант реконструкции системы энергоснабжения части поселка городского типа Новобурейский Амурской области с теплоснабжением от котельной Надежда.

В ВКР учтены все потребители тепловой и электрической энергии данной части поселка, были рассчитаны тепловые нагрузки на отопление и горячее водоснабжение, тепловые потери. По результатам этих расчетов подобрано новое оборудование котельной.

Был произведен расчет электрических нагрузок всех потребителей, электрические нагрузки оборудования котельной. По полученным нагрузкам произведен расчет и выбор КЛ и КТП.

Рассмотрены вопросы обеспечения безопасности работы котельной, электробезопасности и экологичности, рассчитаны вредные выбросы и высота дымовой трубы. Приведены типичные для котельной чрезвычайные ситуации и аварии.

В экономической части проекта произведен расчет капиталовложений и срок окупаемости предложенного варианта реконструкции.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- 1 Аварии газовых котельных [Электронный ресурс], режим доступа: <https://www.kotel-modul.ru/boiler/gas/avarii-gazovyh-kotelnyh>.
- 2 Арсенов, В. Г., Горбунов, А. Г. Выполнение расчетов при дипломном проектировании (часть II). Электробезопасность. Молниезащита: методические указания; ГОУ ВПО «Иван. гос. энерг. ун-т В. И. Ленина». – Иваново, 2001. – 15 с.
- 3 Бадагуев, Б.Т. Паровые и водогрейные котлы / Б.Т. Бадагуев. - М.: Альфа-Пресс, 2012. - 198 с.
- 4 Бадагуев, Б.Т. Эксплуатация тепловых энергоустановок: безопасность при эксплуатации: приказы, инструкции, журналы, положения / Б.Т. Бадагуев. - М.: Альфа-Пресс, 2013. - 204 с.
- 5 Барыбин, Ю.Г. Справочник по проектированию электроснабжения / Ю.Г. Барыбин. - М. : Энергоатомиздат, 2009.
- 6 Вершилович, В.А. Газовое хозяйство котельных. 2-е изд., перераб. и доп. / В.А. Вершилович. - Санкт-Петербург: ДЕАН, 2013. - 219 с.
- 7 Инструкция по нормированию расхода котельно-печного топлива на отпуск тепловой энергии котельными системы Министерства жилищно- коммунального хозяйства РСФСР. Методика определения потребности в топливе, электрической энергии и воде при производстве и передаче тепловой энергии и теплоносителей в системах коммунального теплоснабжения мдк 4-05.2004 мл.
- 8 Инструкция по проведению инструктажа на электротехнического оборудования.
- 9 Инструкция по проектированию городских электрических сетей: РД 34.20.185-94: 1995. – 31 с.
- 10 Информационный – аналитический бюллетень ценообразования в строительстве. Выпуск 1, 2012.
- 11 Козлов, В.А. Электроснабжение городов: Учебное пособие / В.А. Козлов. – Ленинград: Энергия, 2007. – 280 с.
- 12 Конюхова, Е.А. Электроснабжение объектов / Е.А. Конюхова. – М.:

Изд-во «Мастерство», 2012. – 320 с.

13 Методика определения количеств тепловой энергии и теплоносителя в водяных системах коммунального теплоснабжения. Госстрой России. М., 2000.

14 Методика определения потребности в топливе, электрической энергии и воде при производстве и передаче тепловой энергии и теплоносителей в системах коммунального теплоснабжения мдк 4-05.2004

15 Методические указания по определению расходов топлива, электроэнергии и воды на выработку тепла отопительными котельными коммунальных теплоэнергетических предприятий. Комитет РФ по муниципальному хозяйству. Сектор НТИ АКХ им. К.Д.Памфилова. М., 1994.

17 Наладка и эксплуатация водяных тепловых сетей. Справочник. – М., Стройиздат, 2008.

18 Насосы grundfos [Электронный ресурс] - Сайт URL: <http://nasospro.ru/price> (дата обращения 15.05.2015).

19 Наумов, И.В . Проектирование систем электроснабжения: Справочник / И. В. Наумов, Лещинская, Т.Б ., Бондаренко, С.И. – Иркутск : Иркутский гос. ун-т, 2011. – 325 с.

20 Наумов, И.В. Проектирование систем электроснабжения / И. В. Наумов, Лещинская, Т.Б ., Бондаренко, С.И. – Иркутск. : ИГТУ, 2012. – 357 с

21 Неклепаев, Б.Н. Электрическая часть электростанций и подстанций: Справочные материалы для курсового и дипломного проектирования: Учебное пособие для вузов / Б.Н. Неклепаев, И.П. Крючков. – М.: Энергоатомиздат, 2007. – 608 с.

22 Нормы проектирования тепловой изоляции для трубопроводов и оборудования электростанций и тепловых сетей. М., Госстройиздат, 2009.

23 Постановление Правительства РФ от 24 ноября 1998 г. N 1371 «О регистрации объектов в государственном реестре опасных производственных объектов» (ред. от 28.12.2018)

24 Правила технической эксплуатации электрических станций и сетей Российской Федерации. М., Энергосервис, 2007.

- 25 Правила устройства электроустановок. Мин. энерго. – 7 изд.; перераб. и доп. – М. : Энергоатомиздат, 2019. – 330 с.
- 26 Производственные и отопительные котельные / Е. Ф. Бузников [и др.]. – М.: Энергоатомиздат, 2004. – 248 с.
- 27 ПТБ 10 - 575 - 03 «Правила устройства и безопасной эксплуатации энергетических колов».
- 28 Сазыкина, О.В. Основы экономики промышленной энергетики: учебное пособие/ О.В. Сазыкина. – Норильск: Изд-во Норильский индустриальный институт, 1997. –168 с.
- 29 Сайт Федеральная служба государственной статистики [Электронный ресурс] - Сайт URL: <http://amurstat.gks.ru/> (дата обращения 23.05.2019).
- 30 Сандаков, В.А. Обеспечение промышленной безопасности при эксплуатации котельных установок / В.А. Сандаков. - Уфа: Гилем, 2011. - 128 с.
- 31 Сергеев, А.В. Справочное учебное пособие для персонала котельных: тепломеханическое оборудование котельных. Изд. 4-е, перераб. и доп. / А.В. Сергеев. - Санкт-Петербург: ДЕАН, 2012. - 255 с.
- 32 СНиП 2.04.01-85. Внутренний водопровод и канализация зданий. Госстрой России. М., 1999.
- 33 СНиП 2.04.05-91. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. Госстрой России. М., 1997.
- 34 СНиП 2.04.07-86. Тепловые сети. Минстрой России. М.,1996.
- 35 СНиП 2.08.01-85. Жилые здания. ЦИТП Госстроя СССР. М.,1986.
- 36 СНиП 23-01-99. Строительная климатология. Госстрой России. М., 2000.
- 37 Собурь, С.В. Пожарная безопасность предприятия. Курс пожарно-технического минимума: справочник. – пятое изд., доп. (с изм.) / С.В. Собурь. – М.: спецтехника, 2011. – 488 с.
- 38 Соколов, Е.Я. Теплофикация и тепловые сети: Учебник для вузов. – 7-е изд., стереот. / Е.Я. Соколов. – М.: Издательство МЭИ, 2001. – 472 с.: ил.

39 Судаков, Г.В. Бизнес-планирование инвестиционных проектов по строительству ТЭС, котельных и тепловых сетей: учебное пособие в 2 частях / Г.В. Судаков. – Благовещенск: Изд-во Амурск. гос. ун-та, 2009. – 170 с.

40 Судаков, Г.В. Оценка экономической эффективности проектов по строительству, реконструкции и модернизации систем электроснабжения объектов :учебное пособие / Г.В. Судаков, Т.А. Голушко. – Благовещенск: Изд-во Амурский гос. ун-т, 2006. – 189 с.

41 Теплоснабжение жилого района. Учебно-методическое пособие для студентов специальности «100500» очной и заочной форм обучения. Благовещенск: Амурский гос. ун-т, 2002.

42 Технический паспорт котельной Надежда

43 Федеральный закон «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» от 21.07.1997 N 116-ФЗ (ред. от 29.06.2018)

44 Фёдоров, А.А. Учебное пособие для курсового и дипломного проектирования / А.А. Федоров, Л.Е. Старкова. – М.: Энергоатомиздат, 2017.

45 Холянов, В.С. Электроснабжение промышленных объектов. Учебное пособие / В.С. Холянов. – Владивосток, 2017. – 491 с.

46 Экономика предприятия: Учебник / Под ред. проф. Н.А. Сафронова. – М.: Юристъ, 1998.

47 Электротехнический справочник в 4-х томах. Том 3 / Под общей редакцией профессоров МЭИ. – М : Изд-во МЭИ, 2006.

48 Электротехнический справочник том 3 / Беляев. – М.: Энергоатомиздат, 2018. – 176 с.

49 Эстеркин, Р.И. Котельные установки. Курсовое и дипломное проектирование / Р.И. Эстеркин. - Учеб. пособ. для техникумов – Л.: Энергоатомиздат. Ленингр. отд-ние, 1989. – 280 с.: ил.

50 Эстеркин, Р.И. Котельные установки. Курсовое и дипломное проектирование: учеб. пособие / Р.И. Эстеркин. – СПб.: Энергоатомиздат, 2010. – 280 с.

51 [Электронный ресурс]. URL: <https://lampaexpert.ru/vidy-i-tipy-lamp/fitolampy/drl-125-250-400-vatt-harakteristiki/>

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
АМУРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
(ФГБОУ ВО «АмГУ»)

Факультет энергетический
Кафедра энергетики
Направление подготовки 13.03.01 - Теплоэнергетика и теплотехника
Направленность (профиль) образовательной программы Энергообеспечение предприятий

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ

И.о. зав. кафедрой


_____ Н.В. Савина
« 27 » 06 _____ 2019 г.

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

ТОМ №2

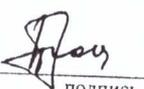
на тему: Реконструкция системы энергоснабжения части поселка городского типа Новобурейский Амурской области с теплоснабжением от котельной Надежда

Исполнитель
студент группы 543-об


_____ подпись, дата

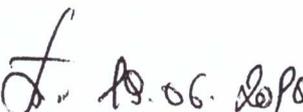
Н.Е. Денисова

Руководитель
доцент


_____ 27.06.19г. _____
подпись, дата

П.П. Проценко

Консультант по
безопасности и
экологичности
доцент, канд.техн.наук


_____ 19.06.2019 _____
подпись, дата

А.Б. Булгаков

Нормоконтроль
ст. преподаватель


_____ 27.06.2019 _____
подпись, дата

Н.С. Бодруг

Благовещенск 2019

ПРИЛОЖЕНИЕ А

$$g := 9.81 \quad t_0 := -41 \quad w_0 := 3.1$$

$L_1 := 6$	$L_{16} := 15$	$L_{31} := 3$	$L_{49} := 3$	$t_{j1} := 23$	$t_{j16} := 16$	$t_{j31} := 20$	$t_{j49} := 23$
$L_2 := 9$	$L_{17} := 15$	$L_{32} := 9$	$L_{50} := 15$	$t_{j2} := 23$	$t_{j17} := 18$	$t_{j32} := 20$	$t_{j50} := 23$
$L_3 := 15$	$L_{18} := 15$	$L_{36} := 3$	$L_{51} := 15$	$t_{j3} := 20$	$t_{j18} := 20$	$t_{j36} := 20$	$t_{j51} := 20$
$L_4 := 3$	$L_{19} := 15$	$L_{37} := 6$	$L_{52} := 15$	$t_{j4} := 20$	$t_{j19} := 20$	$t_{j37} := 20$	$t_{j52} := 20$
$L_5 := 15$	$L_{20} := 15$	$L_{38} := 9$	$L_{53} := 15$	$t_{j5} := 20$	$t_{j20} := 20$	$t_{j38} := 20$	$t_{j53} := 20$
$L_6 := 15$	$L_{21} := 15$	$L_{39} := 15$	$L_{54} := 15$	$t_{j6} := 23$	$t_{j21} := 23$	$t_{j39} := 18$	$t_{j54} := 23$
$L_7 := 15$	$L_{22} := 15$	$L_{40} := 9$	$L_{55} := 15$	$t_{j7} := 20$	$t_{j22} := 23$	$t_{j40} := 20$	$t_{j55} := 18$
$L_8 := 6$	$L_{23} := 15$	$L_{41} := 9$	$L_{56} := 15$	$t_{j8} := 20$	$t_{j23} := 20$	$t_{j41} := 18$	$t_{j56} := 20$
$L_9 := 15$	$L_{24} := 15$	$L_{42} := 15$		$t_{j9} := 20$	$t_{j24} := 20$	$t_{j42} := 20$	
$L_{10} := 15$	$L_{25} := 15$	$L_{43} := 3$		$t_{j10} := 20$	$t_{j25} := 20$	$t_{j43} := 18$	
$L_{11} := 6$	$L_{26} := 15$	$L_{44} := 6$		$t_{j11} := 18$	$t_{j26} := 23$	$t_{j44} := 16$	
$L_{12} := 15$	$L_{27} := 9$	$L_{45} := 3$		$t_{j12} := 20$	$t_{j27} := 18$	$t_{j45} := 18$	
$L_{13} := 6$	$L_{28} := 15$	$L_{46} := 15$		$t_{j13} := 18$	$t_{j28} := 20$	$t_{j46} := 20$	
$L_{14} := 15$	$L_{29} := 3$	$L_{47} := 15$		$t_{j14} := 20$	$t_{j29} := 23$	$t_{j47} := 20$	
$L_{15} := 15$	$L_{30} := 6$	$L_{48} := 15$		$t_{j15} := 18$	$t_{j30} := 23$	$t_{j48} := 20$	

$$K_{ип1} := 10^{-2} \cdot \sqrt{\left[2 \cdot g \cdot L_1 \cdot \left(1 - \frac{273 + t_0}{273 + t_{j1}} \right) + w_0^2 \right]} = 0.059$$

$$K_{ип2} := 10^{-2} \cdot \sqrt{\left[2 \cdot g \cdot L_2 \cdot \left(1 - \frac{273 + t_0}{273 + t_{j2}} \right) + w_0^2 \right]} = 0.069$$

$$K_{ип3} := 10^{-2} \cdot \sqrt{\left[2 \cdot g \cdot L_3 \cdot \left(1 - \frac{273 + t_0}{273 + t_{j3}} \right) + w_0^2 \right]} = 0.084$$

$$K_{ип4} := 10^{-2} \cdot \sqrt{\left[2 \cdot g \cdot L_4 \cdot \left(1 - \frac{273 + t_0}{273 + t_{j4}} \right) + w_0^2 \right]} = 0.047$$

$$K_{ип5} := 10^{-2} \cdot \sqrt{\left[2 \cdot g \cdot L_5 \cdot \left(1 - \frac{273 + t_0}{273 + t_{j5}} \right) + w_0^2 \right]} = 0.084$$

ПРОДОЛЖЕНИЕ ПРИЛОЖЕНИЯ А

$$K_{\text{ир}6} := 10^{-2} \cdot \sqrt{\left[2 \cdot g \cdot L_6 \cdot \left(1 - \frac{273 + t_o}{273 + t_{j6}} \right) + w_0^2 \right]} = 0.086$$

$$K_{\text{ир}7} := 10^{-2} \cdot \sqrt{\left[2 \cdot g \cdot L_7 \cdot \left(1 - \frac{273 + t_o}{273 + t_{j7}} \right) + w_0^2 \right]} = 0.084$$

$$K_{\text{ир}8} := 10^{-2} \cdot \sqrt{\left[2 \cdot g \cdot L_8 \cdot \left(1 - \frac{273 + t_o}{273 + t_{j8}} \right) + w_0^2 \right]} = 0.058$$

$$K_{\text{ир}9} := 10^{-2} \cdot \sqrt{\left[2 \cdot g \cdot L_9 \cdot \left(1 - \frac{273 + t_o}{273 + t_{j9}} \right) + w_0^2 \right]} = 0.084$$

$$K_{\text{ир}10} := 10^{-2} \cdot \sqrt{\left[2 \cdot g \cdot L_{10} \cdot \left(1 - \frac{273 + t_o}{273 + t_{j10}} \right) + w_0^2 \right]} = 0.084$$

$$K_{\text{ир}11} := 10^{-2} \cdot \sqrt{\left[2 \cdot g \cdot L_{11} \cdot \left(1 - \frac{273 + t_o}{273 + t_{j11}} \right) + w_0^2 \right]} = 0.058$$

$$K_{\text{ир}12} := 10^{-2} \cdot \sqrt{\left[2 \cdot g \cdot L_{12} \cdot \left(1 - \frac{273 + t_o}{273 + t_{j12}} \right) + w_0^2 \right]} = 0.084$$

$$K_{\text{ир}13} := 10^{-2} \cdot \sqrt{\left[2 \cdot g \cdot L_{13} \cdot \left(1 - \frac{273 + t_o}{273 + t_{j13}} \right) + w_0^2 \right]} = 0.058$$

$$K_{\text{ир}14} := 10^{-2} \cdot \sqrt{\left[2 \cdot g \cdot L_{14} \cdot \left(1 - \frac{273 + t_o}{273 + t_{j14}} \right) + w_0^2 \right]} = 0.084$$

$$K_{\text{ир}15} := 10^{-2} \cdot \sqrt{\left[2 \cdot g \cdot L_{15} \cdot \left(1 - \frac{273 + t_o}{273 + t_{j15}} \right) + w_0^2 \right]} = 0.083$$

$$K_{\text{ир}16} := 10^{-2} \cdot \sqrt{\left[2 \cdot g \cdot L_{16} \cdot \left(1 - \frac{273 + t_o}{273 + t_{j16}} \right) + w_0^2 \right]} = 0.082$$

ПРОДОЛЖЕНИЕ ПРИЛОЖЕНИЯ А

$$K_{\text{ир}17} := 10^{-2} \cdot \sqrt{\left[2 \cdot g \cdot L_{17} \cdot \left(1 - \frac{273 + t_o}{273 + t_{j17}} \right) + w_0^2 \right]} = 0.083$$

$$K_{\text{ир}18} := 10^{-2} \cdot \sqrt{\left[2 \cdot g \cdot L_{18} \cdot \left(1 - \frac{273 + t_o}{273 + t_{j18}} \right) + w_0^2 \right]} = 0.084$$

$$K_{\text{ир}19} := 10^{-2} \cdot \sqrt{\left[2 \cdot g \cdot L_{19} \cdot \left(1 - \frac{273 + t_o}{273 + t_{j19}} \right) + w_0^2 \right]} = 0.084$$

$$K_{\text{ир}20} := 10^{-2} \cdot \sqrt{\left[2 \cdot g \cdot L_{20} \cdot \left(1 - \frac{273 + t_o}{273 + t_{j20}} \right) + w_0^2 \right]} = 0.084$$

$$K_{\text{ир}21} := 10^{-2} \cdot \sqrt{\left[2 \cdot g \cdot L_{21} \cdot \left(1 - \frac{273 + t_o}{273 + t_{j21}} \right) + w_0^2 \right]} = 0.086$$

$$K_{\text{ир}22} := 10^{-2} \cdot \sqrt{\left[2 \cdot g \cdot L_{22} \cdot \left(1 - \frac{273 + t_o}{273 + t_{j22}} \right) + w_0^2 \right]} = 0.086$$

$$K_{\text{ир}23} := 10^{-2} \cdot \sqrt{\left[2 \cdot g \cdot L_{23} \cdot \left(1 - \frac{273 + t_o}{273 + t_{j23}} \right) + w_0^2 \right]} = 0.084$$

$$K_{\text{ир}24} := 10^{-2} \cdot \sqrt{\left[2 \cdot g \cdot L_{24} \cdot \left(1 - \frac{273 + t_o}{273 + t_{j24}} \right) + w_0^2 \right]} = 0.084$$

$$K_{\text{ир}25} := 10^{-2} \cdot \sqrt{\left[2 \cdot g \cdot L_{25} \cdot \left(1 - \frac{273 + t_o}{273 + t_{j25}} \right) + w_0^2 \right]} = 0.084$$

$$K_{\text{ир}26} := 10^{-2} \cdot \sqrt{\left[2 \cdot g \cdot L_{26} \cdot \left(1 - \frac{273 + t_o}{273 + t_{j26}} \right) + w_0^2 \right]} = 0.086$$

$$K_{\text{ир}27} := 10^{-2} \cdot \sqrt{\left[2 \cdot g \cdot L_{27} \cdot \left(1 - \frac{273 + t_o}{273 + t_{j27}} \right) + w_0^2 \right]} = 0.067$$

$$K_{\text{ир}28} := 10^{-2} \cdot \sqrt{\left[2 \cdot g \cdot L_{28} \cdot \left(1 - \frac{273 + t_o}{273 + t_{j28}} \right) + w_0^2 \right]} = 0.084$$

ПРОДОЛЖЕНИЕ ПРИЛОЖЕНИЯ А

$$K_{\text{ир}29} := 10^{-2} \cdot \sqrt{\left[2 \cdot g \cdot L_{29} \cdot \left(1 - \frac{273 + t_o}{273 + t_{j29}} \right) + w_0^2 \right]} = 0.047$$

$$K_{\text{ир}30} := 10^{-2} \cdot \sqrt{\left[2 \cdot g \cdot L_{30} \cdot \left(1 - \frac{273 + t_o}{273 + t_{j30}} \right) + w_0^2 \right]} = 0.059$$

$$K_{\text{ир}31} := 10^{-2} \cdot \sqrt{\left[2 \cdot g \cdot L_{31} \cdot \left(1 - \frac{273 + t_o}{273 + t_{j31}} \right) + w_0^2 \right]} = 0.047$$

$$K_{\text{ир}32} := 10^{-2} \cdot \sqrt{\left[2 \cdot g \cdot L_{32} \cdot \left(1 - \frac{273 + t_o}{273 + t_{j32}} \right) + w_0^2 \right]} = 0.068$$

$$K_{\text{ир}36} := 10^{-2} \cdot \sqrt{\left[2 \cdot g \cdot L_{36} \cdot \left(1 - \frac{273 + t_o}{273 + t_{j36}} \right) + w_0^2 \right]} = 0.047$$

$$K_{\text{ир}37} := 10^{-2} \cdot \sqrt{\left[2 \cdot g \cdot L_{37} \cdot \left(1 - \frac{273 + t_o}{273 + t_{j37}} \right) + w_0^2 \right]} = 0.058$$

$$K_{\text{ир}38} := 10^{-2} \cdot \sqrt{\left[2 \cdot g \cdot L_{38} \cdot \left(1 - \frac{273 + t_o}{273 + t_{j38}} \right) + w_0^2 \right]} = 0.068$$

$$K_{\text{ир}39} := 10^{-2} \cdot \sqrt{\left[2 \cdot g \cdot L_{39} \cdot \left(1 - \frac{273 + t_o}{273 + t_{j39}} \right) + w_0^2 \right]} = 0.083$$

$$K_{\text{ир}40} := 10^{-2} \cdot \sqrt{\left[2 \cdot g \cdot L_{40} \cdot \left(1 - \frac{273 + t_o}{273 + t_{j40}} \right) + w_0^2 \right]} = 0.068$$

$$K_{\text{ир}41} := 10^{-2} \cdot \sqrt{\left[2 \cdot g \cdot L_{41} \cdot \left(1 - \frac{273 + t_o}{273 + t_{j41}} \right) + w_0^2 \right]} = 0.067$$

$$K_{\text{ир}42} := 10^{-2} \cdot \sqrt{\left[2 \cdot g \cdot L_{42} \cdot \left(1 - \frac{273 + t_o}{273 + t_{j42}} \right) + w_0^2 \right]} = 0.084$$

$$K_{\text{ир}43} := 10^{-2} \cdot \sqrt{\left[2 \cdot g \cdot L_{43} \cdot \left(1 - \frac{273 + t_o}{273 + t_{j43}} \right) + w_0^2 \right]} = 0.046$$

ПРОДОЛЖЕНИЕ ПРИЛОЖЕНИЯ А

$$K_{\text{ир}44} := 10^{-2} \cdot \sqrt{\left[2 \cdot g \cdot L_{44} \cdot \left(1 - \frac{273 + t_o}{273 + t_{j44}} \right) + w_0^2 \right]} = 0.057$$

$$K_{\text{ир}45} := 10^{-2} \cdot \sqrt{\left[2 \cdot g \cdot L_{45} \cdot \left(1 - \frac{273 + t_o}{273 + t_{j45}} \right) + w_0^2 \right]} = 0.046$$

$$K_{\text{ир}46} := 10^{-2} \cdot \sqrt{\left[2 \cdot g \cdot L_{46} \cdot \left(1 - \frac{273 + t_o}{273 + t_{j46}} \right) + w_0^2 \right]} = 0.084$$

$$K_{\text{ир}47} := 10^{-2} \cdot \sqrt{\left[2 \cdot g \cdot L_{47} \cdot \left(1 - \frac{273 + t_o}{273 + t_{j47}} \right) + w_0^2 \right]} = 0.084$$

$$K_{\text{ир}48} := 10^{-2} \cdot \sqrt{\left[2 \cdot g \cdot L_{48} \cdot \left(1 - \frac{273 + t_o}{273 + t_{j48}} \right) + w_0^2 \right]} = 0.084$$

$$K_{\text{ир}49} := 10^{-2} \cdot \sqrt{\left[2 \cdot g \cdot L_{49} \cdot \left(1 - \frac{273 + t_o}{273 + t_{j49}} \right) + w_0^2 \right]} = 0.047$$

$$K_{\text{ир}50} := 10^{-2} \cdot \sqrt{\left[2 \cdot g \cdot L_{50} \cdot \left(1 - \frac{273 + t_o}{273 + t_{j50}} \right) + w_0^2 \right]} = 0.086$$

$$K_{\text{ир}51} := 10^{-2} \cdot \sqrt{\left[2 \cdot g \cdot L_{51} \cdot \left(1 - \frac{273 + t_o}{273 + t_{j51}} \right) + w_0^2 \right]} = 0.084$$

$$K_{\text{ир}52} := 10^{-2} \cdot \sqrt{\left[2 \cdot g \cdot L_{52} \cdot \left(1 - \frac{273 + t_o}{273 + t_{j52}} \right) + w_0^2 \right]} = 0.084$$

$$K_{\text{ир}53} := 10^{-2} \cdot \sqrt{\left[2 \cdot g \cdot L_{53} \cdot \left(1 - \frac{273 + t_o}{273 + t_{j53}} \right) + w_0^2 \right]} = 0.084$$

$$K_{\text{ир}54} := 10^{-2} \cdot \sqrt{\left[2 \cdot g \cdot L_{54} \cdot \left(1 - \frac{273 + t_o}{273 + t_{j54}} \right) + w_0^2 \right]} = 0.086$$

$$K_{\text{ир}55} := 10^{-2} \cdot \sqrt{\left[2 \cdot g \cdot L_{55} \cdot \left(1 - \frac{273 + t_o}{273 + t_{j55}} \right) + w_0^2 \right]} = 0.083$$

$$K_{\text{ир}56} := 10^{-2} \cdot \sqrt{\left[2 \cdot g \cdot L_{56} \cdot \left(1 - \frac{273 + t_o}{273 + t_{j56}} \right) + w_0^2 \right]} = 0.084$$

ПРОДОЛЖЕНИЕ ПРИЛОЖЕНИЯ А

$$\alpha := 0.86$$

$$\begin{aligned} V_1 &:= 6936 & V_9 &:= 19305 & V_{17} &:= 13950 & V_{25} &:= 5445 & V_{36} &:= 7020 & V_{44} &:= 4716 & V_{52} &:= 16200 \\ V_2 &:= 22320 & V_{10} &:= 17820 & V_{18} &:= 9465 & V_{26} &:= 8505 & V_{37} &:= 6282 & V_{45} &:= 537 & V_{53} &:= 14145 \\ V_3 &:= 23145 & V_{11} &:= 3486 & V_{19} &:= 9765 & V_{27} &:= 6358.5 & V_{38} &:= 14850 & V_{46} &:= 9000 & V_{54} &:= 12960 \\ V_4 &:= 1260 & V_{12} &:= 13545 & V_{20} &:= 13605 & V_{28} &:= 34860 & V_{39} &:= 3600 & V_{47} &:= 9000 & V_{55} &:= 17835 \\ V_5 &:= 14385 & V_{13} &:= 4452 & V_{21} &:= 13770 & V_{29} &:= 2001 & V_{40} &:= 8613 & V_{48} &:= 8610 & V_{56} &:= 11655 \\ V_6 &:= 15375 & V_{14} &:= 14580 & V_{22} &:= 8190 & V_{30} &:= 2880 & V_{41} &:= 7992 & V_{49} &:= 1875 & & \\ V_7 &:= 26820 & V_{15} &:= 12705 & V_{23} &:= 10815 & V_{31} &:= 42435 & V_{42} &:= 12144 & V_{50} &:= 9000 & & \\ V_8 &:= 240 & V_{16} &:= 14250 & V_{24} &:= 11070 & V_{32} &:= 321 & V_{43} &:= 1500 & V_{51} &:= 16185 & & \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} q_{o1} &:= 0.33 & q_{o9} &:= 0.28 & q_{o17} &:= 0.30 & q_{o25} &:= 0.37 & q_{o36} &:= 0.43 & q_{o44} &:= 0.43 & q_{o52} &:= 0.29 \\ q_{o2} &:= 0.31 & q_{o10} &:= 0.29 & q_{o18} &:= 0.34 & q_{o26} &:= 0.345 & q_{o37} &:= 0.29 & q_{o45} &:= 0.43 & q_{o53} &:= 0.30 \\ q_{o3} &:= 0.28 & q_{o11} &:= 0.38 & q_{o19} &:= 0.33 & q_{o27} &:= 0.33 & q_{o38} &:= 0.38 & q_{o46} &:= 0.34 & q_{o54} &:= 0.31 \\ q_{o4} &:= 0.43 & q_{o12} &:= 0.30 & q_{o20} &:= 0.30 & q_{o28} &:= 0.35 & q_{o39} &:= 0.29 & q_{o47} &:= 0.34 & q_{o55} &:= 0.285 \\ q_{o5} &:= 0.296 & q_{o13} &:= 0.38 & q_{o21} &:= 0.30 & q_{o29} &:= 0.38 & q_{o40} &:= 0.35 & q_{o48} &:= 0.355 & q_{o56} &:= 0.315 \\ q_{o6} &:= 0.29 & q_{o14} &:= 0.29 & q_{o22} &:= 0.35 & q_{o30} &:= 0.43 & q_{o41} &:= 0.35 & q_{o49} &:= 0.39 & & \\ q_{o7} &:= 0.28 & q_{o15} &:= 0.30 & q_{o23} &:= 0.32 & q_{o31} &:= 0.43 & q_{o42} &:= 0.31 & q_{o50} &:= 0.34 & & \\ q_{o8} &:= 0.29 & q_{o16} &:= 0.30 & q_{o24} &:= 0.32 & q_{o32} &:= 0.43 & q_{o43} &:= 0.43 & q_{o51} &:= 0.29 & & \end{aligned}$$

$$Q_{\text{omax}1} := 10^{-6} \cdot \alpha \cdot V_1 \cdot q_{o1} \cdot (t_{j1} - t_o) \cdot (1 + K_{\text{ир}1}) = 0.133$$

$$Q_{\text{omax}2} := 10^{-6} \cdot \alpha \cdot V_2 \cdot q_{o2} \cdot (t_{j2} - t_o) \cdot (1 + K_{\text{ир}2}) = 0.407$$

$$Q_{\text{omax}3} := 10^{-6} \cdot \alpha \cdot V_3 \cdot q_{o3} \cdot (t_{j3} - t_o) \cdot (1 + K_{\text{ир}3}) = 0.369$$

$$Q_{\text{omax}4} := 10^{-6} \cdot \alpha \cdot V_4 \cdot q_{o4} \cdot (t_{j4} - t_o) \cdot (1 + K_{\text{ир}4}) = 0.03$$

$$Q_{\text{omax}5} := 10^{-6} \cdot \alpha \cdot V_5 \cdot q_{o5} \cdot (t_{j5} - t_o) \cdot (1 + K_{\text{ир}5}) = 0.242$$

$$Q_{\text{omax}6} := 10^{-6} \cdot \alpha \cdot V_6 \cdot q_{o6} \cdot (t_{j6} - t_o) \cdot (1 + K_{\text{ир}6}) = 0.266$$

$$Q_{\text{omax}7} := 10^{-6} \cdot \alpha \cdot V_7 \cdot q_{o7} \cdot (t_{j7} - t_o) \cdot (1 + K_{\text{ир}7}) = 0.427$$

$$Q_{\text{omax}8} := 10^{-6} \cdot \alpha \cdot V_8 \cdot q_{o8} \cdot (t_{j8} - t_o) \cdot (1 + K_{\text{ир}8}) = 3.864 \times 10^{-3}$$

$$Q_{\text{omax}9} := 10^{-6} \cdot \alpha \cdot V_9 \cdot q_{o9} \cdot (t_{j9} - t_o) \cdot (1 + K_{\text{ир}9}) = 0.307$$

ПРОДОЛЖЕНИЕ ПРИЛОЖЕНИЯ А

$$\begin{aligned} Q_{\text{Omax}10} &:= 10^{-6} \cdot \alpha \cdot V_{10} \cdot q_{o10} \cdot (t_{j10} - t_o) \cdot (1 + K_{\text{ип}10}) = 0.294 \\ Q_{\text{Omax}11} &:= 10^{-6} \cdot \alpha \cdot V_{11} \cdot q_{o11} \cdot (t_{j11} - t_o) \cdot (1 + K_{\text{ип}11}) = 0.071 \\ Q_{\text{Omax}12} &:= 10^{-6} \cdot \alpha \cdot V_{12} \cdot q_{o12} \cdot (t_{j12} - t_o) \cdot (1 + K_{\text{ип}12}) = 0.231 \\ Q_{\text{Omax}13} &:= 10^{-6} \cdot \alpha \cdot V_{13} \cdot q_{o13} \cdot (t_{j13} - t_o) \cdot (1 + K_{\text{ип}13}) = 0.091 \\ Q_{\text{Omax}14} &:= 10^{-6} \cdot \alpha \cdot V_{14} \cdot q_{o14} \cdot (t_{j14} - t_o) \cdot (1 + K_{\text{ип}14}) = 0.24 \\ Q_{\text{Omax}15} &:= 10^{-6} \cdot \alpha \cdot V_{15} \cdot q_{o15} \cdot (t_{j15} - t_o) \cdot (1 + K_{\text{ип}15}) = 0.209 \\ Q_{\text{Omax}16} &:= 10^{-6} \cdot \alpha \cdot V_{16} \cdot q_{o16} \cdot (t_{j16} - t_o) \cdot (1 + K_{\text{ип}16}) = 0.227 \\ Q_{\text{Omax}17} &:= 10^{-6} \cdot \alpha \cdot V_{17} \cdot q_{o17} \cdot (t_{j17} - t_o) \cdot (1 + K_{\text{ип}17}) = 0.23 \\ Q_{\text{Omax}18} &:= 10^{-6} \cdot \alpha \cdot V_{18} \cdot q_{o18} \cdot (t_{j18} - t_o) \cdot (1 + K_{\text{ип}18}) = 0.183 \\ Q_{\text{Omax}19} &:= 10^{-6} \cdot \alpha \cdot V_{19} \cdot q_{o19} \cdot (t_{j19} - t_o) \cdot (1 + K_{\text{ип}19}) = 0.183 \\ Q_{\text{Omax}20} &:= 10^{-6} \cdot \alpha \cdot V_{20} \cdot q_{o20} \cdot (t_{j20} - t_o) \cdot (1 + K_{\text{ип}20}) = 0.232 \\ Q_{\text{Omax}21} &:= 10^{-6} \cdot \alpha \cdot V_{21} \cdot q_{o21} \cdot (t_{j21} - t_o) \cdot (1 + K_{\text{ип}21}) = 0.247 \\ Q_{\text{Omax}22} &:= 10^{-6} \cdot \alpha \cdot V_{22} \cdot q_{o22} \cdot (t_{j22} - t_o) \cdot (1 + K_{\text{ип}22}) = 0.171 \\ Q_{\text{Omax}23} &:= 10^{-6} \cdot \alpha \cdot V_{23} \cdot q_{o23} \cdot (t_{j23} - t_o) \cdot (1 + K_{\text{ип}23}) = 0.197 \\ Q_{\text{Omax}24} &:= 10^{-6} \cdot \alpha \cdot V_{24} \cdot q_{o24} \cdot (t_{j24} - t_o) \cdot (1 + K_{\text{ип}24}) = 0.201 \\ Q_{\text{Omax}25} &:= 10^{-6} \cdot \alpha \cdot V_{25} \cdot q_{o25} \cdot (t_{j25} - t_o) \cdot (1 + K_{\text{ип}25}) = 0.115 \\ Q_{\text{Omax}26} &:= 10^{-6} \cdot \alpha \cdot V_{26} \cdot q_{o26} \cdot (t_{j26} - t_o) \cdot (1 + K_{\text{ип}26}) = 0.175 \\ Q_{\text{Omax}27} &:= 10^{-6} \cdot \alpha \cdot V_{27} \cdot q_{o27} \cdot (t_{j27} - t_o) \cdot (1 + K_{\text{ип}27}) = 0.114 \\ Q_{\text{Omax}28} &:= 10^{-6} \cdot \alpha \cdot V_{28} \cdot q_{o28} \cdot (t_{j28} - t_o) \cdot (1 + K_{\text{ип}28}) = 0.694 \\ Q_{\text{Omax}29} &:= 10^{-6} \cdot \alpha \cdot V_{29} \cdot q_{o29} \cdot (t_{j29} - t_o) \cdot (1 + K_{\text{ип}29}) = 0.044 \\ Q_{\text{Omax}30} &:= 10^{-6} \cdot \alpha \cdot V_{30} \cdot q_{o30} \cdot (t_{j30} - t_o) \cdot (1 + K_{\text{ип}30}) = 0.072 \\ Q_{\text{Omax}31} &:= 10^{-6} \cdot \alpha \cdot V_{31} \cdot q_{o31} \cdot (t_{j31} - t_o) \cdot (1 + K_{\text{ип}31}) = 1.002 \\ Q_{\text{Omax}32} &:= 10^{-6} \cdot \alpha \cdot V_{32} \cdot q_{o32} \cdot (t_{j32} - t_o) \cdot (1 + K_{\text{ип}32}) = 7.734 \times 10^{-3} \end{aligned}$$

ПРОДОЛЖЕНИЕ ПРИЛОЖЕНИЯ А

$$Q_{\text{Omax}36} := 10^{-6} \cdot \alpha \cdot V_{36} \cdot q_{o36} \cdot (t_{j36} - t_o) \cdot (1 + K_{\text{ип}36}) = 0.166$$

$$Q_{\text{Omax}37} := 10^{-6} \cdot \alpha \cdot V_{37} \cdot q_{o37} \cdot (t_{j37} - t_o) \cdot (1 + K_{\text{ип}37}) = 0.101$$

$$Q_{\text{Omax}38} := 10^{-6} \cdot \alpha \cdot V_{38} \cdot q_{o38} \cdot (t_{j38} - t_o) \cdot (1 + K_{\text{ип}38}) = 0.316$$

$$Q_{\text{Omax}39} := 10^{-6} \cdot \alpha \cdot V_{39} \cdot q_{o39} \cdot (t_{j39} - t_o) \cdot (1 + K_{\text{ип}39}) = 0.057$$

$$Q_{\text{Omax}40} := 10^{-6} \cdot \alpha \cdot V_{40} \cdot q_{o40} \cdot (t_{j40} - t_o) \cdot (1 + K_{\text{ип}40}) = 0.169$$

$$Q_{\text{Omax}41} := 10^{-6} \cdot \alpha \cdot V_{41} \cdot q_{o41} \cdot (t_{j41} - t_o) \cdot (1 + K_{\text{ип}41}) = 0.151$$

$$Q_{\text{Omax}42} := 10^{-6} \cdot \alpha \cdot V_{42} \cdot q_{o42} \cdot (t_{j42} - t_o) \cdot (1 + K_{\text{ип}42}) = 0.214$$

$$Q_{\text{Omax}43} := 10^{-6} \cdot \alpha \cdot V_{43} \cdot q_{o43} \cdot (t_{j43} - t_o) \cdot (1 + K_{\text{ип}43}) = 0.034$$

$$Q_{\text{Omax}44} := 10^{-6} \cdot \alpha \cdot V_{44} \cdot q_{o44} \cdot (t_{j44} - t_o) \cdot (1 + K_{\text{ип}44}) = 0.105$$

$$Q_{\text{Omax}45} := 10^{-6} \cdot \alpha \cdot V_{45} \cdot q_{o45} \cdot (t_{j45} - t_o) \cdot (1 + K_{\text{ип}45}) = 0.012$$

$$Q_{\text{Omax}46} := 10^{-6} \cdot \alpha \cdot V_{46} \cdot q_{o46} \cdot (t_{j46} - t_o) \cdot (1 + K_{\text{ип}46}) = 0.174$$

$$Q_{\text{Omax}47} := 10^{-6} \cdot \alpha \cdot V_{47} \cdot q_{o47} \cdot (t_{j47} - t_o) \cdot (1 + K_{\text{ип}47}) = 0.174$$

$$Q_{\text{Omax}48} := 10^{-6} \cdot \alpha \cdot V_{48} \cdot q_{o48} \cdot (t_{j48} - t_o) \cdot (1 + K_{\text{ип}48}) = 0.174$$

$$Q_{\text{Omax}49} := 10^{-6} \cdot \alpha \cdot V_{49} \cdot q_{o49} \cdot (t_{j49} - t_o) \cdot (1 + K_{\text{ип}49}) = 0.042$$

$$Q_{\text{Omax}50} := 10^{-6} \cdot \alpha \cdot V_{50} \cdot q_{o50} \cdot (t_{j50} - t_o) \cdot (1 + K_{\text{ип}50}) = 0.183$$

$$Q_{\text{Omax}51} := 10^{-6} \cdot \alpha \cdot V_{51} \cdot q_{o51} \cdot (t_{j51} - t_o) \cdot (1 + K_{\text{ип}51}) = 0.267$$

$$Q_{\text{Omax}52} := 10^{-6} \cdot \alpha \cdot V_{52} \cdot q_{o52} \cdot (t_{j52} - t_o) \cdot (1 + K_{\text{ип}52}) = 0.267$$

$$Q_{\text{Omax}53} := 10^{-6} \cdot \alpha \cdot V_{53} \cdot q_{o53} \cdot (t_{j53} - t_o) \cdot (1 + K_{\text{ип}53}) = 0.241$$

$$Q_{\text{Omax}54} := 10^{-6} \cdot \alpha \cdot V_{54} \cdot q_{o54} \cdot (t_{j54} - t_o) \cdot (1 + K_{\text{ип}54}) = 0.24$$

$$Q_{\text{Omax}55} := 10^{-6} \cdot \alpha \cdot V_{55} \cdot q_{o55} \cdot (t_{j55} - t_o) \cdot (1 + K_{\text{ип}55}) = 0.279$$

$$Q_{\text{Omax}56} := 10^{-6} \cdot \alpha \cdot V_{56} \cdot q_{o56} \cdot (t_{j56} - t_o) \cdot (1 + K_{\text{ип}56}) = 0.209$$

ПРОДОЛЖЕНИЕ ПРИЛОЖЕНИЯ А

$$h_0 := 226 \cdot 24 = 5.424 \times 10^3 \quad n_{\text{отоп}} := h_0$$

$$Q_{0r1} := Q_{\text{omax1}} \cdot h_0 = 723.777$$

$$Q_{0r27} := Q_{\text{omax27}} \cdot h_0 = 616.398$$

$$Q_{0r2} := Q_{\text{omax2}} \cdot h_0 = 2.208 \times 10^3$$

$$Q_{0r28} := Q_{\text{omax28}} \cdot h_0 = 3.764 \times 10^3$$

$$Q_{0r3} := Q_{\text{omax3}} \cdot h_0 = 1.999 \times 10^3$$

$$Q_{0r29} := Q_{\text{omax29}} \cdot h_0 = 237.73$$

$$Q_{0r4} := Q_{\text{omax4}} \cdot h_0 = 161.374$$

$$Q_{0r30} := Q_{\text{omax30}} \cdot h_0 = 391.6$$

$$Q_{0r5} := Q_{\text{omax5}} \cdot h_0 = 1.314 \times 10^3$$

$$Q_{0r31} := Q_{\text{omax31}} \cdot h_0 = 5.435 \times 10^3$$

$$Q_{0r6} := Q_{\text{omax6}} \cdot h_0 = 1.445 \times 10^3$$

$$Q_{0r32} := Q_{\text{omax32}} \cdot h_0 = 41.95$$

$$Q_{0r7} := Q_{\text{omax7}} \cdot h_0 = 2.317 \times 10^3$$

$$Q_{0r36} := Q_{\text{omax36}} \cdot h_0 = 899.084$$

$$Q_{0r8} := Q_{\text{omax8}} \cdot h_0 = 20.961$$

$$Q_{0r37} := Q_{\text{omax37}} \cdot h_0 = 548.654$$

$$Q_{0r9} := Q_{\text{omax9}} \cdot h_0 = 1.668 \times 10^3$$

$$Q_{0r38} := Q_{\text{omax38}} \cdot h_0 = 1.715 \times 10^3$$

$$Q_{0r10} := Q_{\text{omax10}} \cdot h_0 = 1.594 \times 10^3$$

$$Q_{0r39} := Q_{\text{omax39}} \cdot h_0 = 311.238$$

$$Q_{0r11} := Q_{\text{omax11}} \cdot h_0 = 385.664$$

$$Q_{0r40} := Q_{\text{omax40}} \cdot h_0 = 916.181$$

$$Q_{0r12} := Q_{\text{omax12}} \cdot h_0 = 1.254 \times 10^3$$

$$Q_{0r41} := Q_{\text{omax41}} \cdot h_0 = 821.705$$

$$Q_{0r13} := Q_{\text{omax13}} \cdot h_0 = 492.535$$

$$Q_{0r42} := Q_{\text{omax42}} \cdot h_0 = 1.161 \times 10^3$$

$$Q_{0r14} := Q_{\text{omax14}} \cdot h_0 = 1.304 \times 10^3$$

$$Q_{0r43} := Q_{\text{omax43}} \cdot h_0 = 185.752$$

$$Q_{0r15} := Q_{\text{omax15}} \cdot h_0 = 1.136 \times 10^3$$

$$Q_{0r44} := Q_{\text{omax44}} \cdot h_0 = 570.075$$

$$Q_{0r16} := Q_{\text{omax16}} \cdot h_0 = 1.23 \times 10^3$$

$$Q_{0r45} := Q_{\text{omax45}} \cdot h_0 = 66.499$$

$$Q_{0r17} := Q_{\text{omax17}} \cdot h_0 = 1.248 \times 10^3$$

$$Q_{0r46} := Q_{\text{omax46}} \cdot h_0 = 944.007$$

$$Q_{0r18} := Q_{\text{omax18}} \cdot h_0 = 992.78$$

$$Q_{0r47} := Q_{\text{omax47}} \cdot h_0 = 944.007$$

$$Q_{0r19} := Q_{\text{omax19}} \cdot h_0 = 994.122$$

$$Q_{0r48} := Q_{\text{omax48}} \cdot h_0 = 942.942$$

$$Q_{0r20} := Q_{\text{omax20}} \cdot h_0 = 1.259 \times 10^3$$

$$Q_{0r49} := Q_{\text{omax49}} \cdot h_0 = 228.623$$

$$Q_{0r21} := Q_{\text{omax21}} \cdot h_0 = 1.339 \times 10^3$$

$$Q_{0r50} := Q_{\text{omax50}} \cdot h_0 = 991.704$$

$$Q_{0r51} := Q_{\text{omax51}} \cdot h_0 = 1.448 \times 10^3$$

ПРОДОЛЖЕНИЕ ПРИЛОЖЕНИЯ А

$$Q_{0r22} := Q_{\text{omax}22} \cdot h_0 = 928.993 \quad Q_{0r52} := Q_{\text{omax}52} \cdot h_0 = 1.449 \times 10^3$$

$$Q_{0r23} := Q_{\text{omax}23} \cdot h_0 = 1.068 \times 10^3 \quad Q_{0r53} := Q_{\text{omax}53} \cdot h_0 = 1.309 \times 10^3$$

$$Q_{0r24} := Q_{\text{omax}24} \cdot h_0 = 1.093 \times 10^3 \quad Q_{0r54} := Q_{\text{omax}54} \cdot h_0 = 1.302 \times 10^3$$

$$Q_{0r25} := Q_{\text{omax}25} \cdot h_0 = 621.517 \quad Q_{0r55} := Q_{\text{omax}55} \cdot h_0 = 1.515 \times 10^3$$

$$Q_{0r26} := Q_{\text{omax}26} \cdot h_0 = 950.942 \quad Q_{0r56} := Q_{\text{omax}56} \cdot h_0 = 1.133 \times 10^3$$

$$\tau_1 := 110 \quad \tau_2 := 70$$

$$\begin{aligned} G_{o1} &:= \frac{Q_{\text{omax}1} \cdot 10^6}{3600 \cdot (\tau_1 - \tau_2)} = 0.927 & G_{o19} &:= \frac{Q_{\text{omax}19} \cdot 10^6}{3600 \cdot (\tau_1 - \tau_2)} = 1.273 & G_{o40} &:= \frac{Q_{\text{omax}40} \cdot 10^6}{3600 \cdot (\tau_1 - \tau_2)} = 1.173 \\ G_{o2} &:= \frac{Q_{\text{omax}2} \cdot 10^6}{3600 \cdot (\tau_1 - \tau_2)} = 2.827 & G_{o20} &:= \frac{Q_{\text{omax}20} \cdot 10^6}{3600 \cdot (\tau_1 - \tau_2)} = 1.612 & G_{o41} &:= \frac{Q_{\text{omax}41} \cdot 10^6}{3600 \cdot (\tau_1 - \tau_2)} = 1.052 \\ G_{o3} &:= \frac{Q_{\text{omax}3} \cdot 10^6}{3600 \cdot (\tau_1 - \tau_2)} = 2.56 & G_{o21} &:= \frac{Q_{\text{omax}21} \cdot 10^6}{3600 \cdot (\tau_1 - \tau_2)} = 1.714 & G_{o42} &:= \frac{Q_{\text{omax}42} \cdot 10^6}{3600 \cdot (\tau_1 - \tau_2)} = 1.487 \\ G_{o4} &:= \frac{Q_{\text{omax}4} \cdot 10^6}{3600 \cdot (\tau_1 - \tau_2)} = 0.207 & G_{o22} &:= \frac{Q_{\text{omax}22} \cdot 10^6}{3600 \cdot (\tau_1 - \tau_2)} = 1.189 & G_{o43} &:= \frac{Q_{\text{omax}43} \cdot 10^6}{3600 \cdot (\tau_1 - \tau_2)} = 0.238 \\ G_{o5} &:= \frac{Q_{\text{omax}5} \cdot 10^6}{3600 \cdot (\tau_1 - \tau_2)} = 1.682 & G_{o23} &:= \frac{Q_{\text{omax}23} \cdot 10^6}{3600 \cdot (\tau_1 - \tau_2)} = 1.367 & G_{o44} &:= \frac{Q_{\text{omax}44} \cdot 10^6}{3600 \cdot (\tau_1 - \tau_2)} = 0.73 \\ G_{o6} &:= \frac{Q_{\text{omax}6} \cdot 10^6}{3600 \cdot (\tau_1 - \tau_2)} = 1.85 & G_{o24} &:= \frac{Q_{\text{omax}24} \cdot 10^6}{3600 \cdot (\tau_1 - \tau_2)} = 1.399 & G_{o45} &:= \frac{Q_{\text{omax}45} \cdot 10^6}{3600 \cdot (\tau_1 - \tau_2)} = 0.085 \\ G_{o7} &:= \frac{Q_{\text{omax}7} \cdot 10^6}{3600 \cdot (\tau_1 - \tau_2)} = 2.966 & G_{o25} &:= \frac{Q_{\text{omax}25} \cdot 10^6}{3600 \cdot (\tau_1 - \tau_2)} = 0.796 & G_{o46} &:= \frac{Q_{\text{omax}46} \cdot 10^6}{3600 \cdot (\tau_1 - \tau_2)} = 1.209 \\ G_{o8} &:= \frac{Q_{\text{omax}8} \cdot 10^6}{3600 \cdot (\tau_1 - \tau_2)} = 0.027 & G_{o26} &:= \frac{Q_{\text{omax}26} \cdot 10^6}{3600 \cdot (\tau_1 - \tau_2)} = 1.218 & G_{o47} &:= \frac{Q_{\text{omax}47} \cdot 10^6}{3600 \cdot (\tau_1 - \tau_2)} = 1.209 \end{aligned}$$

ПРОДОЛЖЕНИЕ ПРИЛОЖЕНИЯ А

$$\begin{aligned}
 G_{09} &:= \frac{Q_{\text{omax}9} \cdot 10^6}{3600 \cdot (\tau_1 - \tau_2)} = 2.135 & G_{027} &:= \frac{Q_{\text{omax}27} \cdot 10^6}{3600 \cdot (\tau_1 - \tau_2)} = 0.789 & G_{048} &:= \frac{Q_{\text{omax}48} \cdot 10^6}{3600 \cdot (\tau_1 - \tau_2)} = 1.207 \\
 G_{010} &:= \frac{Q_{\text{omax}10} \cdot 10^6}{3600 \cdot (\tau_1 - \tau_2)} = 2.041 & G_{028} &:= \frac{Q_{\text{omax}28} \cdot 10^6}{3600 \cdot (\tau_1 - \tau_2)} = 4.819 & G_{049} &:= \frac{Q_{\text{omax}49} \cdot 10^6}{3600 \cdot (\tau_1 - \tau_2)} = 0.293 \\
 G_{011} &:= \frac{Q_{\text{omax}11} \cdot 10^6}{3600 \cdot (\tau_1 - \tau_2)} = 0.494 & G_{029} &:= \frac{Q_{\text{omax}29} \cdot 10^6}{3600 \cdot (\tau_1 - \tau_2)} = 0.304 & G_{050} &:= \frac{Q_{\text{omax}50} \cdot 10^6}{3600 \cdot (\tau_1 - \tau_2)} = 1.27 \\
 G_{012} &:= \frac{Q_{\text{omax}12} \cdot 10^6}{3600 \cdot (\tau_1 - \tau_2)} = 1.605 & G_{030} &:= \frac{Q_{\text{omax}30} \cdot 10^6}{3600 \cdot (\tau_1 - \tau_2)} = 0.501 & G_{051} &:= \frac{Q_{\text{omax}51} \cdot 10^6}{3600 \cdot (\tau_1 - \tau_2)} = 1.854 \\
 G_{013} &:= \frac{Q_{\text{omax}13} \cdot 10^6}{3600 \cdot (\tau_1 - \tau_2)} = 0.631 & G_{031} &:= \frac{Q_{\text{omax}31} \cdot 10^6}{3600 \cdot (\tau_1 - \tau_2)} = 6.958 & G_{052} &:= \frac{Q_{\text{omax}52} \cdot 10^6}{3600 \cdot (\tau_1 - \tau_2)} = 1.856 \\
 G_{014} &:= \frac{Q_{\text{omax}14} \cdot 10^6}{3600 \cdot (\tau_1 - \tau_2)} = 1.67 & G_{032} &:= \frac{Q_{\text{omax}32} \cdot 10^6}{3600 \cdot (\tau_1 - \tau_2)} = 0.054 & G_{053} &:= \frac{Q_{\text{omax}53} \cdot 10^6}{3600 \cdot (\tau_1 - \tau_2)} = 1.676 \\
 G_{015} &:= \frac{Q_{\text{omax}15} \cdot 10^6}{3600 \cdot (\tau_1 - \tau_2)} = 1.455 & G_{036} &:= \frac{Q_{\text{omax}36} \cdot 10^6}{3600 \cdot (\tau_1 - \tau_2)} = 1.151 & G_{054} &:= \frac{Q_{\text{omax}54} \cdot 10^6}{3600 \cdot (\tau_1 - \tau_2)} = 1.667 \\
 G_{016} &:= \frac{Q_{\text{omax}16} \cdot 10^6}{3600 \cdot (\tau_1 - \tau_2)} = 1.575 & G_{037} &:= \frac{Q_{\text{omax}37} \cdot 10^6}{3600 \cdot (\tau_1 - \tau_2)} = 0.702 & G_{055} &:= \frac{Q_{\text{omax}55} \cdot 10^6}{3600 \cdot (\tau_1 - \tau_2)} = 1.94 \\
 G_{017} &:= \frac{Q_{\text{omax}17} \cdot 10^6}{3600 \cdot (\tau_1 - \tau_2)} = 1.597 & G_{038} &:= \frac{Q_{\text{omax}38} \cdot 10^6}{3600 \cdot (\tau_1 - \tau_2)} = 2.196 & G_{056} &:= \frac{Q_{\text{omax}56} \cdot 10^6}{3600 \cdot (\tau_1 - \tau_2)} = 1.45 \\
 G_{018} &:= \frac{Q_{\text{omax}18} \cdot 10^6}{3600 \cdot (\tau_1 - \tau_2)} = 1.271 & G_{039} &:= \frac{Q_{\text{omax}39} \cdot 10^6}{3600 \cdot (\tau_1 - \tau_2)} = 0.398 & &
 \end{aligned}$$

ПРОДОЛЖЕНИЕ ПРИЛОЖЕНИЯ А

$$\begin{array}{lll}
 F_{3д1} := \frac{V_1}{2} = 3.468 \times 10^3 & F_{3д18} := \frac{V_{18}}{5} = 1.893 \times 10^3 & F_{3д46} := \frac{V_{46}}{5} = 1.8 \times 10^3 \\
 F_{3д2} := \frac{V_2}{3} = 7.44 \times 10^3 & F_{3д19} := \frac{V_{19}}{5} = 1.953 \times 10^3 & F_{3д47} := \frac{V_{47}}{5} = 1.8 \times 10^3 \\
 F_{3д3} := \frac{V_3}{5} = 4.629 \times 10^3 & F_{3д20} := \frac{V_{20}}{5} = 2.721 \times 10^3 & F_{3д48} := \frac{V_{48}}{5} = 1.722 \times 10^3 \\
 F_{3д5} := \frac{V_5}{5} = 2.877 \times 10^3 & F_{3д21} := \frac{V_{21}}{5} = 2.754 \times 10^3 & F_{3д49} := \frac{V_{49}}{1} = 1.875 \times 10^3 \\
 F_{3д6} := \frac{V_6}{5} = 3.075 \times 10^3 & F_{3д22} := \frac{V_{22}}{5} = 1.638 \times 10^3 & F_{3д50} := \frac{V_{50}}{5} = 1.8 \times 10^3 \\
 F_{3д7} := \frac{V_7}{5} = 5.364 \times 10^3 & F_{3д23} := \frac{V_{23}}{5} = 2.163 \times 10^3 & F_{3д51} := \frac{V_{51}}{5} = 3.237 \times 10^3 \\
 F_{3д9} := \frac{V_9}{5} = 3.861 \times 10^3 & F_{3д24} := \frac{V_{24}}{5} = 2.214 \times 10^3 & F_{3д52} := \frac{V_{52}}{5} = 3.24 \times 10^3 \\
 F_{3д10} := \frac{V_{10}}{5} = 3.564 \times 10^3 & F_{3д25} := \frac{V_{25}}{5} = 1.089 \times 10^3 & F_{3д53} := \frac{V_{53}}{5} = 2.829 \times 10^3 \\
 F_{3д11} := \frac{V_{11}}{2} = 1.743 \times 10^3 & F_{3д26} := \frac{V_{26}}{5} = 1.701 \times 10^3 & F_{3д54} := \frac{V_{54}}{5} = 2.592 \times 10^3 \\
 F_{3д12} := \frac{V_{12}}{5} = 2.709 \times 10^3 & F_{3д27} := \frac{V_{27}}{3} = 2.119 \times 10^3 & F_{3д55} := \frac{V_{55}}{5} = 3.567 \times 10^3 \\
 F_{3д13} := \frac{V_{13}}{2} = 2.226 \times 10^3 & F_{3д28} := \frac{V_{28}}{5} = 6.972 \times 10^3 & F_{3д56} := \frac{V_{56}}{5} = 2.331 \times 10^3 \\
 F_{3д14} := \frac{V_{14}}{5} = 2.916 \times 10^3 & F_{3д39} := \frac{V_{39}}{5} = 720 & \\
 F_{3д15} := \frac{V_{15}}{5} = 2.541 \times 10^3 & F_{3д40} := \frac{V_{40}}{3} = 2.871 \times 10^3 & \\
 F_{3д16} := \frac{V_{16}}{5} = 2.85 \times 10^3 & F_{3д41} := \frac{V_{41}}{3} = 2.664 \times 10^3 & \\
 F_{3д17} := \frac{V_{17}}{5} = 2.79 \times 10^3 & F_{3д42} := \frac{V_{42}}{5} = 2.429 \times 10^3 &
 \end{array}$$

ПРОДОЛЖЕНИЕ ПРИЛОЖЕНИЯ А

$$f := 30$$

$$\begin{array}{lll}
 N_1 := \frac{F_{3д1}}{f} = 115.6 & N_{18} := \frac{F_{3д18}}{f} = 63.1 & N_{46} := \frac{F_{3д46}}{f} = 60 \\
 N_2 := \frac{F_{3д2}}{f} = 248 & N_{19} := \frac{F_{3д19}}{f} = 65.1 & N_{47} := \frac{F_{3д47}}{f} = 60 \\
 N_3 := \frac{F_{3д3}}{f} = 154.3 & N_{20} := \frac{F_{3д20}}{f} = 90.7 & N_{48} := \frac{F_{3д48}}{f} = 57.4 \\
 N_5 := \frac{F_{3д5}}{f} = 95.9 & N_{21} := \frac{F_{3д21}}{f} = 91.8 & N_{49} := \frac{F_{3д49}}{f} = 62.5 \\
 N_6 := \frac{F_{3д6}}{f} = 102.5 & N_{22} := \frac{F_{3д22}}{f} = 54.6 & N_{50} := \frac{F_{3д50}}{f} = 60 \\
 N_7 := \frac{F_{3д7}}{f} = 178.8 & N_{23} := \frac{F_{3д23}}{f} = 72.1 & N_{51} := \frac{F_{3д51}}{f} = 107.9 \\
 N_9 := \frac{F_{3д9}}{f} = 128.7 & N_{24} := \frac{F_{3д24}}{f} = 73.8 & N_{52} := \frac{F_{3д52}}{f} = 108 \\
 N_{10} := \frac{F_{3д10}}{f} = 118.8 & N_{25} := \frac{F_{3д25}}{f} = 36.3 & N_{53} := \frac{F_{3д53}}{f} = 94.3 \\
 N_{11} := \frac{F_{3д11}}{f} = 58.1 & N_{26} := \frac{F_{3д26}}{f} = 56.7 & N_{54} := \frac{F_{3д54}}{f} = 86.4 \\
 N_{12} := \frac{F_{3д12}}{f} = 90.3 & N_{27} := \frac{F_{3д27}}{f} = 70.65 & N_{55} := \frac{F_{3д55}}{f} = 118.9 \\
 N_{13} := \frac{F_{3д13}}{f} = 74.2 & N_{28} := \frac{F_{3д28}}{f} = 232.4 & N_{56} := \frac{F_{3д56}}{f} = 77.7 \\
 N_{14} := \frac{F_{3д14}}{f} = 97.2 & N_{39} := \frac{F_{3д39}}{f} = 24 & \\
 N_{15} := \frac{F_{3д15}}{f} = 84.7 & N_{40} := \frac{F_{3д40}}{f} = 95.7 & \\
 N_{16} := \frac{F_{3д16}}{f} = 95 & N_{41} := \frac{F_{3д41}}{f} = 88.8 & \\
 N_{17} := \frac{F_{3д17}}{f} = 93 & N_{42} := \frac{F_{3д42}}{f} = 80.96 &
 \end{array}$$

ПРОДОЛЖЕНИЕ ПРИЛОЖЕНИЯ А

$$\begin{array}{llllll}
 a_1 := 100 & a_9 := 250 & a_{15} := 250 & a_{21} := 250 & a_{27} := 12 & a_{46} := 250 & a_{52} := 250 \\
 a_2 := 195 & a_{10} := 250 & a_{16} := 250 & a_{22} := 250 & a_{28} := 250 & a_{47} := 250 & a_{53} := 250 \\
 a_3 := 250 & a_{11} := 75 & a_{17} := 250 & a_{23} := 250 & a_{39} := 250 & a_{48} := 250 & a_{54} := 140 \\
 a_5 := 250 & a_{12} := 250 & a_{18} := 250 & a_{24} := 250 & a_{40} := 195 & a_{49} := 195 & a_{55} := 140 \\
 a_6 := 250 & a_{13} := 75 & a_{19} := 250 & a_{25} := 250 & a_{41} := 195 & a_{50} := 250 & a_{56} := 230 \\
 a_7 := 250 & a_{14} := 250 & a_{20} := 250 & a_{26} := 250 & a_{42} := 250 & a_{51} := 250 &
 \end{array}$$

$$t_c := 5 \quad T := 24$$

$$Q_{\Gamma BC1} := \frac{a_1 \cdot N_1 \cdot (55 - t_c) \cdot 10^{-6}}{T} = 0.024$$

$$Q_{\Gamma BC26} := \frac{a_{26} \cdot N_{26} \cdot (55 - t_c) \cdot 10^{-6}}{T} = 0.03$$

$$Q_{\Gamma BC2} := \frac{a_2 \cdot N_2 \cdot (55 - t_c) \cdot 10^{-6}}{T} = 0.101$$

$$Q_{\Gamma BC27} := \frac{a_{27} \cdot N_{27} \cdot (55 - t_c) \cdot 10^{-6}}{T} = 1.766 \times 10^{-3}$$

$$Q_{\Gamma BC3} := \frac{a_3 \cdot N_3 \cdot (55 - t_c) \cdot 10^{-6}}{T} = 0.08$$

$$Q_{\Gamma BC28} := \frac{a_{28} \cdot N_{28} \cdot (55 - t_c) \cdot 10^{-6}}{T} = 0.121$$

$$Q_{\Gamma BC5} := \frac{a_5 \cdot N_5 \cdot (55 - t_c) \cdot 10^{-6}}{T} = 0.05$$

$$Q_{\Gamma BC39} := \frac{a_{39} \cdot N_{39} \cdot (55 - t_c) \cdot 10^{-6}}{T} = 0.013$$

$$Q_{\Gamma BC6} := \frac{a_6 \cdot N_6 \cdot (55 - t_c) \cdot 10^{-6}}{T} = 0.053$$

$$Q_{\Gamma BC40} := \frac{a_{40} \cdot N_{40} \cdot (55 - t_c) \cdot 10^{-6}}{T} = 0.039$$

$$Q_{\Gamma BC7} := \frac{a_7 \cdot N_7 \cdot (55 - t_c) \cdot 10^{-6}}{T} = 0.093$$

$$Q_{\Gamma BC41} := \frac{a_{41} \cdot N_{41} \cdot (55 - t_c) \cdot 10^{-6}}{T} = 0.036$$

$$Q_{\Gamma BC9} := \frac{a_9 \cdot N_9 \cdot (55 - t_c) \cdot 10^{-6}}{T} = 0.067$$

$$Q_{\Gamma BC42} := \frac{a_{42} \cdot N_{42} \cdot (55 - t_c) \cdot 10^{-6}}{T} = 0.042$$

$$Q_{\Gamma BC10} := \frac{a_{10} \cdot N_{10} \cdot (55 - t_c) \cdot 10^{-6}}{T} = 0.062$$

$$Q_{\Gamma BC46} := \frac{a_{46} \cdot N_{46} \cdot (55 - t_c) \cdot 10^{-6}}{T} = 0.031$$

$$Q_{\Gamma BC11} := \frac{a_{11} \cdot N_{11} \cdot (55 - t_c) \cdot 10^{-6}}{T} = 9.078 \times 10^{-3} \quad Q_{\Gamma BC47} := \frac{a_{47} \cdot N_{47} \cdot (55 - t_c) \cdot 10^{-6}}{T} = 0.031$$

$$Q_{\Gamma BC12} := \frac{a_{12} \cdot N_{12} \cdot (55 - t_c) \cdot 10^{-6}}{T} = 0.047$$

$$Q_{\Gamma BC48} := \frac{a_{48} \cdot N_{48} \cdot (55 - t_c) \cdot 10^{-6}}{T} = 0.03$$

ПРОДОЛЖЕНИЕ ПРИЛОЖЕНИЯ А

$$Q_{\Gamma BC13} := \frac{a_{13} \cdot N_{13} \cdot (55 - t_c) \cdot 10^{-6}}{T} = 0.012$$

$$Q_{\Gamma BC49} := \frac{a_{49} \cdot N_{49} \cdot (55 - t_c) \cdot 10^{-6}}{T} = 0.025$$

$$Q_{\Gamma BC14} := \frac{a_{14} \cdot N_{14} \cdot (55 - t_c) \cdot 10^{-6}}{T} = 0.051$$

$$Q_{\Gamma BC50} := \frac{a_{50} \cdot N_{50} \cdot (55 - t_c) \cdot 10^{-6}}{T} = 0.031$$

$$Q_{\Gamma BC15} := \frac{a_{15} \cdot N_{15} \cdot (55 - t_c) \cdot 10^{-6}}{T} = 0.044$$

$$Q_{\Gamma BC51} := \frac{a_{51} \cdot N_{51} \cdot (55 - t_c) \cdot 10^{-6}}{T} = 0.056$$

$$Q_{\Gamma BC16} := \frac{a_{16} \cdot N_{16} \cdot (55 - t_c) \cdot 10^{-6}}{T} = 0.049$$

$$Q_{\Gamma BC52} := \frac{a_{52} \cdot N_{52} \cdot (55 - t_c) \cdot 10^{-6}}{T} = 0.056$$

$$Q_{\Gamma BC17} := \frac{a_{17} \cdot N_{17} \cdot (55 - t_c) \cdot 10^{-6}}{T} = 0.048$$

$$Q_{\Gamma BC53} := \frac{a_{53} \cdot N_{53} \cdot (55 - t_c) \cdot 10^{-6}}{T} = 0.049$$

$$Q_{\Gamma BC18} := \frac{a_{18} \cdot N_{18} \cdot (55 - t_c) \cdot 10^{-6}}{T} = 0.033$$

$$Q_{\Gamma BC54} := \frac{a_{54} \cdot N_{54} \cdot (55 - t_c) \cdot 10^{-6}}{T} = 0.025$$

$$Q_{\Gamma BC19} := \frac{a_{19} \cdot N_{19} \cdot (55 - t_c) \cdot 10^{-6}}{T} = 0.034$$

$$Q_{\Gamma BC55} := \frac{a_{55} \cdot N_{55} \cdot (55 - t_c) \cdot 10^{-6}}{T} = 0.035$$

$$Q_{\Gamma BC20} := \frac{a_{20} \cdot N_{20} \cdot (55 - t_c) \cdot 10^{-6}}{T} = 0.047$$

$$Q_{\Gamma BC56} := \frac{a_{56} \cdot N_{56} \cdot (55 - t_c) \cdot 10^{-6}}{T} = 0.037$$

$$Q_{\Gamma BC21} := \frac{a_{21} \cdot N_{21} \cdot (55 - t_c) \cdot 10^{-6}}{T} = 0.048$$

$$Q_{\Gamma BC22} := \frac{a_{22} \cdot N_{22} \cdot (55 - t_c) \cdot 10^{-6}}{T} = 0.028$$

$$Q_{\Gamma BC23} := \frac{a_{23} \cdot N_{23} \cdot (55 - t_c) \cdot 10^{-6}}{T} = 0.038$$

$$Q_{\Gamma BC24} := \frac{a_{24} \cdot N_{24} \cdot (55 - t_c) \cdot 10^{-6}}{T} = 0.038$$

$$Q_{\Gamma BC25} := \frac{a_{25} \cdot N_{25} \cdot (55 - t_c) \cdot 10^{-6}}{T} = 0.019$$

ПРОДОЛЖЕНИЕ ПРИЛОЖЕНИЯ А

$$n := 226 \cdot 24 = 5.424 \times 10^3$$

$$Q_{\Gamma BC1r} := n \cdot Q_{\Gamma BC1} = 130.628 \quad Q_{\Gamma BC24r} := n \cdot Q_{\Gamma BC24} = 208.485$$

$$Q_{\Gamma BC2r} := n \cdot Q_{\Gamma BC2} = 546.468 \quad Q_{\Gamma BC25r} := n \cdot Q_{\Gamma BC25} = 102.547$$

$$Q_{\Gamma BC3r} := n \cdot Q_{\Gamma BC3} = 435.898 \quad Q_{\Gamma BC26r} := n \cdot Q_{\Gamma BC26} = 160.177$$

$$Q_{\Gamma BC5r} := n \cdot Q_{\Gamma BC5} = 270.918 \quad Q_{\Gamma BC27r} := n \cdot Q_{\Gamma BC27} = 9.58$$

$$Q_{\Gamma BC6r} := n \cdot Q_{\Gamma BC6} = 289.563 \quad Q_{\Gamma BC28r} := n \cdot Q_{\Gamma BC28} = 9.58$$

$$Q_{\Gamma BC7r} := n \cdot Q_{\Gamma BC7} = 505.11 \quad Q_{\Gamma BC39r} := n \cdot Q_{\Gamma BC39} = 67.8$$

$$Q_{\Gamma BC9r} := n \cdot Q_{\Gamma BC9} = 363.577 \quad Q_{\Gamma BC40r} := n \cdot Q_{\Gamma BC40} = 210.875$$

$$Q_{\Gamma BC10r} := n \cdot Q_{\Gamma BC10} = 335.61 \quad Q_{\Gamma BC41r} := n \cdot Q_{\Gamma BC41} = 195.671$$

$$Q_{\Gamma BC11r} := n \cdot Q_{\Gamma BC11} = 49.24 \quad Q_{\Gamma BC42r} := n \cdot Q_{\Gamma BC42} = 228.712$$

$$Q_{\Gamma BC12r} := n \cdot Q_{\Gamma BC12} = 255.097 \quad Q_{\Gamma BC46r} := n \cdot Q_{\Gamma BC46} = 169.5$$

$$Q_{\Gamma BC13r} := n \cdot Q_{\Gamma BC13} = 62.885 \quad Q_{\Gamma BC47r} := n \cdot Q_{\Gamma BC47} = 169.5$$

$$Q_{\Gamma BC14r} := n \cdot Q_{\Gamma BC14} = 274.59 \quad Q_{\Gamma BC48r} := n \cdot Q_{\Gamma BC48} = 162.155$$

$$Q_{\Gamma BC15r} := n \cdot Q_{\Gamma BC15} = 239.277 \quad Q_{\Gamma BC49r} := n \cdot Q_{\Gamma BC49} = 137.719$$

$$Q_{\Gamma BC16r} := n \cdot Q_{\Gamma BC16} = 268.375 \quad Q_{\Gamma BC50r} := n \cdot Q_{\Gamma BC50} = 169.5$$

$$Q_{\Gamma BC17r} := n \cdot Q_{\Gamma BC17} = 262.725 \quad Q_{\Gamma BC51r} := n \cdot Q_{\Gamma BC51} = 304.817$$

$$Q_{\Gamma BC18r} := n \cdot Q_{\Gamma BC18} = 178.257 \quad Q_{\Gamma BC52r} := n \cdot Q_{\Gamma BC52} = 305.1$$

$$Q_{\Gamma BC19r} := n \cdot Q_{\Gamma BC19} = 183.907 \quad Q_{\Gamma BC53r} := n \cdot Q_{\Gamma BC23} = 203.683$$

$$Q_{\Gamma BC20r} := n \cdot Q_{\Gamma BC20} = 256.228 \quad Q_{\Gamma BC54r} := n \cdot Q_{\Gamma BC54} = 136.685$$

$$Q_{\Gamma BC21r} := n \cdot Q_{\Gamma BC21} = 259.335 \quad Q_{\Gamma BC55r} := n \cdot Q_{\Gamma BC55} = 188.1$$

$$Q_{\Gamma BC22r} := n \cdot Q_{\Gamma BC22} = 154.245 \quad Q_{\Gamma BC56r} := n \cdot Q_{\Gamma BC56} = 201.942$$

$$Q_{\Gamma BC23r} := n \cdot Q_{\Gamma BC23} = 203.683$$

$$G_{\Gamma BC1} := \frac{Q_{\Gamma BC1} \cdot 10^6}{3600 \cdot (\tau_1 - \tau_2)} = 0.167 \quad G_{\Gamma BC25} := \frac{Q_{\Gamma BC25} \cdot 10^6}{3600 \cdot (\tau_1 - \tau_2)} = 0.131$$

$$G_{\Gamma BC2} := \frac{Q_{\Gamma BC2} \cdot 10^6}{3600 \cdot (\tau_1 - \tau_2)} = 0.7 \quad G_{\Gamma BC26} := \frac{Q_{\Gamma BC26} \cdot 10^6}{3600 \cdot (\tau_1 - \tau_2)} = 0.205$$

$$G_{\Gamma BC3} := \frac{Q_{\Gamma BC3} \cdot 10^6}{3600 \cdot (\tau_1 - \tau_2)} = 0.558 \quad G_{\Gamma BC27} := \frac{Q_{\Gamma BC27} \cdot 10^6}{3600 \cdot (\tau_1 - \tau_2)} = 0.012$$

ПРОДОЛЖЕНИЕ ПРИЛОЖЕНИЯ А

$$G_{\text{ГВС5}} := \frac{Q_{\text{ГВС5}} \cdot 10^6}{3600 \cdot (\tau_1 - \tau_2)} = 0.347$$

$$G_{\text{ГВС28}} := \frac{Q_{\text{ГВС28}} \cdot 10^6}{3600 \cdot (\tau_1 - \tau_2)} = 0.841$$

$$G_{\text{ГВС6}} := \frac{Q_{\text{ГВС6}} \cdot 10^6}{3600 \cdot (\tau_1 - \tau_2)} = 0.371$$

$$G_{\text{ГВС31}} := \frac{Q_{\text{ГВС3}} \cdot 10^6}{3600 \cdot (\tau_1 - \tau_2)} = 0.558$$

$$G_{\text{ГВС7}} := \frac{Q_{\text{ГВС7}} \cdot 10^6}{3600 \cdot (\tau_1 - \tau_2)} = 0.647$$

$$G_{\text{ГВС39}} := \frac{Q_{\text{ГВС39}} \cdot 10^6}{3600 \cdot (\tau_1 - \tau_2)} = 0.087$$

$$G_{\text{ГВС9}} := \frac{Q_{\text{ГВС9}} \cdot 10^6}{3600 \cdot (\tau_1 - \tau_2)} = 0.465$$

$$G_{\text{ГВС40}} := \frac{Q_{\text{ГВС40}} \cdot 10^6}{3600 \cdot (\tau_1 - \tau_2)} = 0.27$$

$$G_{\text{ГВС10}} := \frac{Q_{\text{ГВС10}} \cdot 10^6}{3600 \cdot (\tau_1 - \tau_2)} = 0.43$$

$$G_{\text{ГВС41}} := \frac{Q_{\text{ГВС41}} \cdot 10^6}{3600 \cdot (\tau_1 - \tau_2)} = 0.251$$

$$G_{\text{ГВС11}} := \frac{Q_{\text{ГВС1}} \cdot 10^6}{3600 \cdot (\tau_1 - \tau_2)} = 0.167$$

$$G_{\text{ГВС42}} := \frac{Q_{\text{ГВС42}} \cdot 10^6}{3600 \cdot (\tau_1 - \tau_2)} = 0.293$$

$$G_{\text{ГВС12}} := \frac{Q_{\text{ГВС2}} \cdot 10^6}{3600 \cdot (\tau_1 - \tau_2)} = 0.7$$

$$G_{\text{ГВС45}} := \frac{Q_{\text{ГВС5}} \cdot 10^6}{3600 \cdot (\tau_1 - \tau_2)} = 0.347$$

$$G_{\text{ГВС13}} := \frac{Q_{\text{ГВС3}} \cdot 10^6}{3600 \cdot (\tau_1 - \tau_2)} = 0.558$$

$$G_{\text{ГВС46}} := \frac{Q_{\text{ГВС6}} \cdot 10^6}{3600 \cdot (\tau_1 - \tau_2)} = 0.371$$

$$G_{\text{ГВС14}} := \frac{Q_{\text{ГВС14}} \cdot 10^6}{3600 \cdot (\tau_1 - \tau_2)} = 0.352$$

$$G_{\text{ГВС47}} := \frac{Q_{\text{ГВС7}} \cdot 10^6}{3600 \cdot (\tau_1 - \tau_2)} = 0.647$$

$$G_{\text{ГВС15}} := \frac{Q_{\text{ГВС5}} \cdot 10^6}{3600 \cdot (\tau_1 - \tau_2)} = 0.347$$

$$G_{\text{ГВС48}} := \frac{Q_{\text{ГВС18}} \cdot 10^6}{3600 \cdot (\tau_1 - \tau_2)} = 0.228$$

$$G_{\text{ГВС16}} := \frac{Q_{\text{ГВС6}} \cdot 10^6}{3600 \cdot (\tau_1 - \tau_2)} = 0.371$$

$$G_{\text{ГВС49}} := \frac{Q_{\text{ГВС19}} \cdot 10^6}{3600 \cdot (\tau_1 - \tau_2)} = 0.235$$

ПРОДОЛЖЕНИЕ ПРИЛОЖЕНИЯ А

$$G_{\Gamma BC17} := \frac{Q_{\Gamma BC7} \cdot 10^6}{3600 \cdot (\tau_1 - \tau_2)} = 0.647$$

$$G_{\Gamma BC18} := \frac{Q_{\Gamma BC18} \cdot 10^6}{3600 \cdot (\tau_1 - \tau_2)} = 0.228$$

$$G_{\Gamma BC19} := \frac{Q_{\Gamma BC19} \cdot 10^6}{3600 \cdot (\tau_1 - \tau_2)} = 0.235$$

$$G_{\Gamma BC20} := \frac{Q_{\Gamma BC20} \cdot 10^6}{3600 \cdot (\tau_1 - \tau_2)} = 0.328$$

$$G_{\Gamma BC21} := \frac{Q_{\Gamma BC21} \cdot 10^6}{3600 \cdot (\tau_1 - \tau_2)} = 0.332$$

$$G_{\Gamma BC22} := \frac{Q_{\Gamma BC22} \cdot 10^6}{3600 \cdot (\tau_1 - \tau_2)} = 0.197$$

$$G_{\Gamma BC23} := \frac{Q_{\Gamma BC23} \cdot 10^6}{3600 \cdot (\tau_1 - \tau_2)} = 0.261$$

$$G_{\Gamma BC24} := \frac{Q_{\Gamma BC24} \cdot 10^6}{3600 \cdot (\tau_1 - \tau_2)} = 0.267$$

$$G_{\Gamma BC50} := \frac{Q_{\Gamma BC20} \cdot 10^6}{3600 \cdot (\tau_1 - \tau_2)} = 0.328$$

$$G_{\Gamma BC51} := \frac{Q_{\Gamma BC21} \cdot 10^6}{3600 \cdot (\tau_1 - \tau_2)} = 0.332$$

$$G_{\Gamma BC52} := \frac{Q_{\Gamma BC22} \cdot 10^6}{3600 \cdot (\tau_1 - \tau_2)} = 0.197$$

$$G_{\Gamma BC53} := \frac{Q_{\Gamma BC23} \cdot 10^6}{3600 \cdot (\tau_1 - \tau_2)} = 0.261$$

$$G_{\Gamma BC54} := \frac{Q_{\Gamma BC24} \cdot 10^6}{3600 \cdot (\tau_1 - \tau_2)} = 0.267$$

$$G_{\Gamma BC55} := \frac{Q_{\Gamma BC25} \cdot 10^6}{3600 \cdot (\tau_1 - \tau_2)} = 0.131$$

$$G_{\Gamma BC56} := \frac{Q_{\Gamma BC26} \cdot 10^6}{3600 \cdot (\tau_1 - \tau_2)} = 0.205$$

1 участок

$$G_{\Sigma 1} := G_{o1} + G_{\Gamma BC1} = 1.094$$

2 участок

$$G_{\Sigma 2} := G_{o2} + G_{\Gamma BC2} = 3.527$$

3 участок

$$G_{\Sigma 3} := G_{\Sigma 1} + G_{\Sigma 2} = 4.621$$

4 участок

$$G_{\Sigma 4} := G_{o3} + G_{\Gamma BC3} = 3.118$$

ПРОДОЛЖЕНИЕ ПРИЛОЖЕНИЯ А

5 участок

$$G_{\Sigma 5} := G_{\Sigma 3} + G_{\Sigma 4} = 7.739$$

6 участок

$$G_{\Sigma 6} := G_{o4} = 0.207$$

7 участок

$$G_{\Sigma 7} := G_{\Sigma 5} + G_{\Sigma 6} = 7.945$$

8 участок

$$G_{\Sigma 8} := G_{o5} + G_{ГВС5} = 2.029$$

9 участок

$$G_{\Sigma 9} := G_{\Sigma 7} + G_{\Sigma 8} = 9.974$$

12 участок

$$G_{\Sigma 12} := G_{o6} + G_{ГВС6} = 2.221$$

11 участок

$$G_{\Sigma 11} := G_{o7} + G_{ГВС7} = 3.613$$

10 участок

$$G_{\Sigma 10} := G_{\Sigma 11} + G_{\Sigma 12} = 5.834$$

13 участок

$$G_{\Sigma 13} := G_{\Sigma 9} + G_{\Sigma 10} = 15.808$$

14 участок

$$G_{\Sigma 14} := G_{o8} = 0.027$$

15 участок

$$G_{\Sigma 15} := G_{\Sigma 13} + G_{\Sigma 14} = 15.835$$

16 участок

$$G_{\Sigma 16} := G_{o9} + G_{ГВС9} = 2.601$$

17 участок

$$G_{\Sigma 17} := G_{\Sigma 15} + G_{\Sigma 16} = 18.435$$

ПРОДОЛЖЕНИЕ ПРИЛОЖЕНИЯ А

18 участок

$$G_{\Sigma 18} := G_{o10} + G_{ГВС10} = 2.471$$

19 участок

$$G_{\Sigma 19} := G_{\Sigma 17} + G_{\Sigma 18} = 20.906$$

20 участок

$$G_{\Sigma 20} := G_{o11} + G_{ГВС11} = 0.661$$

21 участок

$$G_{\Sigma 21} := G_{\Sigma 19} + G_{\Sigma 20} = 21.567$$

53 участок

$$G_{\Sigma 53} := G_{o56} + G_{ГВС56} = 1.655$$

52 участок

$$G_{\Sigma 52} := G_{o55} + G_{ГВС55} = 2.071$$

51 участок

$$G_{\Sigma 51} := G_{o54} + G_{ГВС54} = 1.934$$

50 участок

$$G_{\Sigma 50} := G_{\Sigma 51} + G_{\Sigma 52} + G_{\Sigma 53} = 5.661$$

49 участок

$$G_{\Sigma 49} := G_{o53} + G_{ГВС53} = 1.937$$

48 участок

$$G_{\Sigma 48} := G_{\Sigma 49} + G_{\Sigma 50} = 7.597$$

47 участок

$$G_{\Sigma 47} := G_{o52} + G_{ГВС52} = 2.053$$

46 участок

$$G_{\Sigma 46} := G_{o51} + G_{ГВС51} = 2.186$$

45 участок

$$G_{\Sigma 45} := G_{\Sigma 46} + G_{\Sigma 47} + G_{\Sigma 48} = 11.836$$

ПРОДОЛЖЕНИЕ ПРИЛОЖЕНИЯ А

44 участок

$$G_{\Sigma 44} := G_{o44} = 0.73$$

43 участок

$$G_{\Sigma 43} := G_{\Sigma 44} + G_{\Sigma 45} = 12.566$$

42 участок

$$G_{\Sigma 42} := G_{o45} + G_{ГВС45} = 0.432$$

41 участок

$$G_{\Sigma 41} := G_{\Sigma 42} + G_{\Sigma 43} = 12.998$$

40 участок

$$G_{\Sigma 40} := G_{o46} + G_{ГВС46} = 1.579$$

39 участок

$$G_{\Sigma 39} := G_{\Sigma 40} + G_{\Sigma 41} = 14.578$$

38 участок

$$G_{\Sigma 38} := G_{o49} + G_{ГВС49} = 0.528$$

37 участок

$$G_{\Sigma 37} := G_{o48} + G_{ГВС48} = 1.435$$

36 участок

$$G_{\Sigma 36} := G_{\Sigma 37} + G_{\Sigma 38} = 1.964$$

35 участок

$$G_{\Sigma 35} := G_{o50} + G_{ГВС50} = 1.598$$

34 участок

$$G_{\Sigma 34} := G_{\Sigma 35} + G_{\Sigma 36} = 3.561$$

33 участок

$$G_{\Sigma 33} := G_{o47} + G_{ГВС47} = 1.855$$

32 участок

$$G_{\Sigma 32} := G_{\Sigma 33} + G_{\Sigma 34} = 5.417$$

ПРОДОЛЖЕНИЕ ПРИЛОЖЕНИЯ А

31 участок

$$G_{\Sigma 31} := G_{\Sigma 32} + G_{\Sigma 39} = 19.994$$

30 участок

$$G_{\Sigma 30} := G_{o39} + G_{ГВС39} = 0.485$$

29 участок

$$G_{\Sigma 29} := G_{\Sigma 30} + G_{\Sigma 31} = 20.48$$

28 участок

$$G_{\Sigma 28} := G_{o40} + G_{ГВС40} = 1.443$$

27 участок

$$G_{\Sigma 27} := G_{o41} + G_{ГВС41} = 1.303$$

26 участок

$$G_{\Sigma 26} := G_{\Sigma 27} + G_{\Sigma 28} + G_{\Sigma 29} = 23.225$$

25 участок

$$G_{\Sigma 25} := G_{o42} + G_{ГВС42} = 1.78$$

24 участок

$$G_{\Sigma 24} := G_{\Sigma 25} + G_{\Sigma 26} = 25.005$$

23 участок

$$G_{\Sigma 23} := G_{o43} = 0.238$$

22 участок

$$G_{\Sigma 22} := G_{\Sigma 23} + G_{\Sigma 24} = 25.243$$

54 участок

$$G_{\Sigma 54} := G_{\Sigma 21} + G_{\Sigma 22} = 46.81$$

55 участок

$$G_{\Sigma 55} := G_{o29} = 0.304$$

ПРОДОЛЖЕНИЕ ПРИЛОЖЕНИЯ А

56 участок

$$G_{\Sigma 56} := G_{\Sigma 54} + G_{\Sigma 55} = 47.114$$

57 участок

$$G_{\Sigma 57} := G_{o30} = 0.501$$

58 участок

$$G_{\Sigma 58} := G_{\Sigma 56} + G_{\Sigma 57} = 47.615$$

59 участок

$$G_{\Sigma 59} := G_{o27} + G_{ГВС27} = 0.801$$

60 участок

$$G_{\Sigma 60} := G_{\Sigma 58} + G_{\Sigma 59} = 48.417$$

61 участок

$$G_{\Sigma 61} := G_{o28} + G_{ГВС28} = 5.66$$

62 участок

$$G_{\Sigma 62} := G_{o12} + G_{ГВС12} = 2.305$$

63 участок

$$G_{\Sigma 63} := G_{o13} + G_{ГВС13} = 1.189$$

64 участок

$$G_{\Sigma 64} := G_{\Sigma 62} + G_{\Sigma 63} = 3.493$$

65 участок

$$G_{\Sigma 65} := G_{o17} + G_{ГВС17} = 2.244$$

66 участок

$$G_{\Sigma 66} := G_{\Sigma 64} + G_{\Sigma 65} = 5.737$$

67 участок

$$G_{\Sigma 67} := G_{o16} + G_{ГВС16} = 1.946$$

ПРОДОЛЖЕНИЕ ПРИЛОЖЕНИЯ А

68 участок

$$G_{\Sigma 68} := G_{\Sigma 66} + G_{\Sigma 67} = 7.683$$

69 участок

$$G_{\Sigma 69} := G_{o18} + G_{ГВС18} = 1.499$$

70 участок

$$G_{\Sigma 70} := G_{o19} + G_{ГВС19} = 1.508$$

71 участок

$$G_{\Sigma 71} := G_{o23} + G_{ГВС23} = 1.628$$

72 участок

$$G_{\Sigma 72} := G_{\Sigma 69} + G_{\Sigma 70} + G_{\Sigma 71} = 4.635$$

73 участок

$$G_{\Sigma 73} := G_{o20} + G_{ГВС20} = 1.94$$

76 участок

$$G_{\Sigma 76} := G_{o22} + G_{ГВС22} = 1.387$$

75 участок

$$G_{\Sigma 75} := G_{o21} + G_{ГВС21} = 2.046$$

74 участок

$$G_{\Sigma 74} := G_{\Sigma 75} + G_{\Sigma 76} = 3.433$$

77 участок

$$G_{\Sigma 77} := G_{\Sigma 73} + G_{\Sigma 74} = 5.373$$

78 участок

$$G_{\Sigma 78} := G_{\Sigma 68} + G_{\Sigma 77} = 13.056$$

79 участок

$$G_{\Sigma 79} := G_{o14} + G_{ГВС14} = 2.022$$

80 участок

$$G_{\Sigma 80} := G_{o15} + G_{ГВС15} = 1.802$$

ПРОДОЛЖЕНИЕ ПРИЛОЖЕНИЯ А

81 участок

$$G_{\Sigma 81} := G_{\Sigma 79} + G_{\Sigma 80} = 3.823$$

82 участок

$$G_{\Sigma 82} := G_{\Sigma 78} + G_{\Sigma 81} = 16.88$$

83 участок

$$G_{\Sigma 83} := G_{o24} + G_{ГВС24} = 1.666$$

84 участок

$$G_{\Sigma 84} := G_{o25} + G_{ГВС25} = 0.927$$

85 участок

$$G_{\Sigma 85} := G_{\Sigma 82} + G_{\Sigma 83} + G_{\Sigma 84} = 19.473$$

86 участок

$$G_{\Sigma 86} := G_{o26} + G_{ГВС26} = 1.423$$

87 участок

$$G_{\Sigma 87} := G_{\Sigma 85} + G_{\Sigma 86} = 20.895$$

88 участок

$$G_{\Sigma 88} := G_{\Sigma 60} + G_{\Sigma 61} + G_{\Sigma 60} = 102.494$$

89 участок

$$G_{\Sigma 89} := G_{o38} = 2.196$$

90 участок

$$G_{\Sigma 90} := G_{o37} = 0.702$$

91 участок

$$G_{\Sigma 91} := G_{\Sigma 89} + G_{\Sigma 90} = 2.898$$

92 участок

$$G_{\Sigma 92} := G_{o36} = 1.151$$

93 участок

$$G_{\Sigma 93} := G_{\Sigma 91} + G_{\Sigma 92} = 4.049$$

ПРОДОЛЖЕНИЕ ПРИЛОЖЕНИЯ А

94 участок

$$G_{\Sigma 94} := G_{o31} + G_{ГВС31} = 7.516$$

95 участок

$$G_{\Sigma 95} := G_{\Sigma 93} + G_{\Sigma 94} = 11.566$$

96 участок

$$G_{\Sigma 96} := G_{o32} = 0.054$$

97 участок

$$G_{\Sigma 97} := G_{\Sigma 95} + G_{\Sigma 96} = 11.619$$

98 участок

$$G_{\Sigma 98} := G_{\Sigma 88} + G_{\Sigma 97} = 114.113$$

$R_{уд1} := 68.67$	$R_{уд21} := 58.6$	$R_{уд41} := 58.6$	$R_{уд61} := 49.05$	$R_{уд81} := 49.05$
$R_{уд2} := 49.05$	$R_{уд22} := 49.05$	$R_{уд42} := 49.05$	$R_{уд62} := 68.67$	$R_{уд82} := 49.05$
$R_{уд3} := 78.48$	$R_{уд23} := 49.05$	$R_{уд43} := 49.05$	$R_{уд63} := 49.05$	$R_{уд83} := 49.05$
$R_{уд4} := 49.05$	$R_{уд24} := 58.6$	$R_{уд44} := 49.05$	$R_{уд64} := 58.6$	$R_{уд84} := 49.05$
$R_{уд5} := 58.6$	$R_{уд25} := 49.05$	$R_{уд45} := 78.48$	$R_{уд65} := 49.05$	$R_{уд85} := 58.6$
$R_{уд6} := 49.05$	$R_{уд26} := 58.6$	$R_{уд46} := 49.05$	$R_{уд66} := 58.6$	$R_{уд86} := 49.05$
$R_{уд7} := 58.6$	$R_{уд27} := 49.05$	$R_{уд47} := 49.05$	$R_{уд67} := 49.05$	$R_{уд87} := 49.05$
$R_{уд8} := 49.05$	$R_{уд28} := 49.05$	$R_{уд48} := 49.05$	$R_{уд68} := 49.05$	$R_{уд88} := 68.67$
$R_{уд9} := 49.05$	$R_{уд29} := 49.05$	$R_{уд49} := 49.05$	$R_{уд69} := 58.6$	$R_{уд89} := 58.6$
$R_{уд10} := 58.6$	$R_{уд30} := 49.05$	$R_{уд50} := 68.67$	$R_{уд70} := 49.05$	$R_{уд90} := 49.05$
$R_{уд11} := 49.05$	$R_{уд31} := 68.67$	$R_{уд51} := 49.05$	$R_{уд71} := 58.6$	$R_{уд91} := 68.67$
$R_{уд12} := 58.6$	$R_{уд32} := 58.6$	$R_{уд52} := 49.05$	$R_{уд72} := 58.6$	$R_{уд92} := 49.05$
$R_{уд13} := 49.05$	$R_{уд33} := 49.05$	$R_{уд53} := 58.6$	$R_{уд73} := 49.05$	$R_{уд93} := 58.6$
$R_{уд14} := 49.05$	$R_{уд34} := 49.05$	$R_{уд54} := 49.05$	$R_{уд74} := 49.05$	$R_{уд94} := 49.05$
$R_{уд15} := 49.05$	$R_{уд35} := 58.6$	$R_{уд55} := 49.05$	$R_{уд75} := 49.05$	$R_{уд95} := 49.05$
$R_{уд16} := 49.05$	$R_{уд36} := 49.05$	$R_{уд56} := 49.05$	$R_{уд76} := 49.05$	$R_{уд96} := 49.05$
$R_{уд17} := 58.6$	$R_{уд37} := 49.05$	$R_{уд57} := 49.05$	$R_{уд77} := 58.6$	$R_{уд97} := 49.05$
$R_{уд18} := 49.05$	$R_{уд38} := 49.05$	$R_{уд58} := 58.6$	$R_{уд78} := 49.05$	$R_{уд98} := 49.05$
$R_{уд19} := 68.67$	$R_{уд39} := 49.05$	$R_{уд59} := 49.05$	$R_{уд79} := 58.6$	
$R_{уд20} := 58.6$	$R_{уд40} := 49.05$	$R_{уд60} := 49.05$	$R_{уд80} := 49.05$	

ПРОДОЛЖЕНИЕ ПРИЛОЖЕНИЯ А

$$d_{\text{BH1}} := 0.117 \cdot \frac{G_{\Sigma 1}^{0.38}}{R_{\text{уд1}}^{0.19}} = 0.054$$

$$d_{\text{BH2}} := 0.117 \cdot \frac{G_{\Sigma 2}^{0.38}}{R_{\text{уд2}}^{0.19}} = 0.09$$

$$d_{\text{BH3}} := 0.117 \cdot \frac{G_{\Sigma 3}^{0.38}}{R_{\text{уд3}}^{0.19}} = 0.091$$

$$d_{\text{BH4}} := 0.117 \cdot \frac{G_{\Sigma 4}^{0.38}}{R_{\text{уд4}}^{0.19}} = 0.086$$

$$d_{\text{BH5}} := 0.117 \cdot \frac{G_{\Sigma 5}^{0.38}}{R_{\text{уд5}}^{0.19}} = 0.117$$

$$d_{\text{BH6}} := 0.117 \cdot \frac{G_{\Sigma 6}^{0.38}}{R_{\text{уд6}}^{0.19}} = 0.031$$

$$d_{\text{BH7}} := 0.117 \cdot \frac{G_{\Sigma 7}^{0.38}}{R_{\text{уд7}}^{0.19}} = 0.119$$

$$d_{\text{BH8}} := 0.117 \cdot \frac{G_{\Sigma 8}^{0.38}}{R_{\text{уд8}}^{0.19}} = 0.073$$

$$d_{\text{BH9}} := 0.117 \cdot \frac{G_{\Sigma 9}^{0.38}}{R_{\text{уд9}}^{0.19}} = 0.134$$

$$d_{\text{BH10}} := 0.117 \cdot \frac{G_{\Sigma 10}^{0.38}}{R_{\text{уд10}}^{0.19}} = 0.106$$

$$d_{\text{BH11}} := 0.117 \cdot \frac{G_{\Sigma 11}^{0.38}}{R_{\text{уд11}}^{0.19}} = 0.091$$

$$d_{\text{BH50}} := 0.117 \cdot \frac{G_{\Sigma 50}^{0.38}}{R_{\text{уд50}}^{0.19}} = 0.101$$

$$d_{\text{BH51}} := 0.117 \cdot \frac{G_{\Sigma 51}^{0.38}}{R_{\text{уд51}}^{0.19}} = 0.072$$

$$d_{\text{BH52}} := 0.117 \cdot \frac{G_{\Sigma 52}^{0.38}}{R_{\text{уд52}}^{0.19}} = 0.074$$

$$d_{\text{BH53}} := 0.117 \cdot \frac{G_{\Sigma 53}^{0.38}}{R_{\text{уд53}}^{0.19}} = 0.065$$

$$d_{\text{BH54}} := 0.117 \cdot \frac{G_{\Sigma 54}^{0.38}}{R_{\text{уд54}}^{0.19}} = 0.241$$

$$d_{\text{BH55}} := 0.117 \cdot \frac{G_{\Sigma 55}^{0.38}}{R_{\text{уд55}}^{0.19}} = 0.036$$

$$d_{\text{BH56}} := 0.117 \cdot \frac{G_{\Sigma 56}^{0.38}}{R_{\text{уд56}}^{0.19}} = 0.241$$

$$d_{\text{BH57}} := 0.117 \cdot \frac{G_{\Sigma 57}^{0.38}}{R_{\text{уд57}}^{0.19}} = 0.043$$

$$d_{\text{BH58}} := 0.117 \cdot \frac{G_{\Sigma 58}^{0.38}}{R_{\text{уд58}}^{0.19}} = 0.234$$

$$d_{\text{BH59}} := 0.117 \cdot \frac{G_{\Sigma 59}^{0.38}}{R_{\text{уд59}}^{0.19}} = 0.051$$

$$d_{\text{BH60}} := 0.117 \cdot \frac{G_{\Sigma 60}^{0.38}}{R_{\text{уд60}}^{0.19}} = 0.244$$

ПРОДОЛЖЕНИЕ ПРИЛОЖЕНИЯ А

$$d_{\text{BH}12} := 0.117 \cdot \frac{G_{\Sigma 12}^{0.38}}{R_{\text{уд}12}^{0.19}} = 0.073$$

$$d_{\text{BH}61} := 0.117 \cdot \frac{G_{\Sigma 61}^{0.38}}{R_{\text{уд}61}^{0.19}} = 0.108$$

$$d_{\text{BH}13} := 0.117 \cdot \frac{G_{\Sigma 13}^{0.38}}{R_{\text{уд}13}^{0.19}} = 0.159$$

$$d_{\text{BH}62} := 0.117 \cdot \frac{G_{\Sigma 62}^{0.38}}{R_{\text{уд}62}^{0.19}} = 0.072$$

$$d_{\text{BH}14} := 0.117 \cdot \frac{G_{\Sigma 14}^{0.38}}{R_{\text{уд}14}^{0.19}} = 0.014$$

$$d_{\text{BH}63} := 0.117 \cdot \frac{G_{\Sigma 63}^{0.38}}{R_{\text{уд}63}^{0.19}} = 0.06$$

$$d_{\text{BH}15} := 0.117 \cdot \frac{G_{\Sigma 15}^{0.38}}{R_{\text{уд}15}^{0.19}} = 0.16$$

$$d_{\text{BH}64} := 0.117 \cdot \frac{G_{\Sigma 64}^{0.38}}{R_{\text{уд}64}^{0.19}} = 0.087$$

$$d_{\text{BH}16} := 0.117 \cdot \frac{G_{\Sigma 16}^{0.38}}{R_{\text{уд}16}^{0.19}} = 0.08$$

$$d_{\text{BH}65} := 0.117 \cdot \frac{G_{\Sigma 65}^{0.38}}{R_{\text{уд}65}^{0.19}} = 0.076$$

$$d_{\text{BH}17} := 0.117 \cdot \frac{G_{\Sigma 17}^{0.38}}{R_{\text{уд}17}^{0.19}} = 0.163$$

$$d_{\text{BH}66} := 0.117 \cdot \frac{G_{\Sigma 66}^{0.38}}{R_{\text{уд}66}^{0.19}} = 0.105$$

$$d_{\text{BH}18} := 0.117 \cdot \frac{G_{\Sigma 18}^{0.38}}{R_{\text{уд}18}^{0.19}} = 0.079$$

$$d_{\text{BH}67} := 0.117 \cdot \frac{G_{\Sigma 67}^{0.38}}{R_{\text{уд}67}^{0.19}} = 0.072$$

$$d_{\text{BH}19} := 0.117 \cdot \frac{G_{\Sigma 19}^{0.38}}{R_{\text{уд}19}^{0.19}} = 0.166$$

$$d_{\text{BH}68} := 0.117 \cdot \frac{G_{\Sigma 68}^{0.38}}{R_{\text{уд}68}^{0.19}} = 0.121$$

$$d_{\text{BH}20} := 0.117 \cdot \frac{G_{\Sigma 20}^{0.38}}{R_{\text{уд}20}^{0.19}} = 0.046$$

$$d_{\text{BH}69} := 0.117 \cdot \frac{G_{\Sigma 69}^{0.38}}{R_{\text{уд}69}^{0.19}} = 0.063$$

$$d_{\text{BH}21} := 0.117 \cdot \frac{G_{\Sigma 21}^{0.38}}{R_{\text{уд}21}^{0.19}} = 0.173$$

$$d_{\text{BH}70} := 0.117 \cdot \frac{G_{\Sigma 70}^{0.38}}{R_{\text{уд}70}^{0.19}} = 0.065$$

ПРОДОЛЖЕНИЕ ПРИЛОЖЕНИЯ А

$$d_{\text{BH22}} := 0.117 \cdot \frac{G_{\Sigma 22}^{0.38}}{R_{\text{уд}22}^{0.19}} = 0.19$$

$$d_{\text{BH23}} := 0.117 \cdot \frac{G_{\Sigma 23}^{0.38}}{R_{\text{уд}23}^{0.19}} = 0.032$$

$$d_{\text{BH24}} := 0.117 \cdot \frac{G_{\Sigma 24}^{0.38}}{R_{\text{уд}24}^{0.19}} = 0.183$$

$$d_{\text{BH25}} := 0.117 \cdot \frac{G_{\Sigma 25}^{0.38}}{R_{\text{уд}25}^{0.19}} = 0.07$$

$$d_{\text{BH26}} := 0.117 \cdot \frac{G_{\Sigma 26}^{0.38}}{R_{\text{уд}26}^{0.19}} = 0.178$$

$$d_{\text{BH27}} := 0.117 \cdot \frac{G_{\Sigma 27}^{0.38}}{R_{\text{уд}27}^{0.19}} = 0.062$$

$$d_{\text{BH28}} := 0.117 \cdot \frac{G_{\Sigma 28}^{0.38}}{R_{\text{уд}28}^{0.19}} = 0.064$$

$$d_{\text{BH29}} := 0.117 \cdot \frac{G_{\Sigma 29}^{0.38}}{R_{\text{уд}29}^{0.19}} = 0.176$$

$$d_{\text{BH30}} := 0.117 \cdot \frac{G_{\Sigma 30}^{0.38}}{R_{\text{уд}30}^{0.19}} = 0.042$$

$$d_{\text{BH31}} := 0.117 \cdot \frac{G_{\Sigma 31}^{0.38}}{R_{\text{уд}31}^{0.19}} = 0.164$$

$$d_{\text{BH71}} := 0.117 \cdot \frac{G_{\Sigma 71}^{0.38}}{R_{\text{уд}71}^{0.19}} = 0.065$$

$$d_{\text{BH72}} := 0.117 \cdot \frac{G_{\Sigma 72}^{0.38}}{R_{\text{уд}72}^{0.19}} = 0.097$$

$$d_{\text{BH73}} := 0.117 \cdot \frac{G_{\Sigma 73}^{0.38}}{R_{\text{уд}73}^{0.19}} = 0.072$$

$$d_{\text{BH74}} := 0.117 \cdot \frac{G_{\Sigma 74}^{0.38}}{R_{\text{уд}74}^{0.19}} = 0.089$$

$$d_{\text{BH75}} := 0.117 \cdot \frac{G_{\Sigma 75}^{0.38}}{R_{\text{уд}75}^{0.19}} = 0.073$$

$$d_{\text{BH76}} := 0.117 \cdot \frac{G_{\Sigma 76}^{0.38}}{R_{\text{уд}76}^{0.19}} = 0.063$$

$$d_{\text{BH77}} := 0.117 \cdot \frac{G_{\Sigma 77}^{0.38}}{R_{\text{уд}77}^{0.19}} = 0.102$$

$$d_{\text{BH78}} := 0.117 \cdot \frac{G_{\Sigma 78}^{0.38}}{R_{\text{уд}78}^{0.19}} = 0.148$$

$$d_{\text{BH79}} := 0.117 \cdot \frac{G_{\Sigma 79}^{0.38}}{R_{\text{уд}79}^{0.19}} = 0.071$$

$$d_{\text{BH80}} := 0.117 \cdot \frac{G_{\Sigma 80}^{0.38}}{R_{\text{уд}80}^{0.19}} = 0.07$$

$$d_{\text{BH81}} := 0.117 \cdot \frac{G_{\Sigma 81}^{0.38}}{R_{\text{уд}81}^{0.19}} = 0.093$$

ПРОДОЛЖЕНИЕ ПРИЛОЖЕНИЯ А

$$d_{\text{BH32}} := 0.117 \cdot \frac{G_{\Sigma 32}^{0.38}}{R_{\text{уд32}}^{0.19}} = 0.103$$

$$d_{\text{BH33}} := 0.117 \cdot \frac{G_{\Sigma 33}^{0.38}}{R_{\text{уд33}}^{0.19}} = 0.071$$

$$d_{\text{BH34}} := 0.117 \cdot \frac{G_{\Sigma 34}^{0.38}}{R_{\text{уд34}}^{0.19}} = 0.09$$

$$d_{\text{BH35}} := 0.117 \cdot \frac{G_{\Sigma 35}^{0.38}}{R_{\text{уд35}}^{0.19}} = 0.065$$

$$d_{\text{BH36}} := 0.117 \cdot \frac{G_{\Sigma 36}^{0.38}}{R_{\text{уд36}}^{0.19}} = 0.072$$

$$d_{\text{BH37}} := 0.117 \cdot \frac{G_{\Sigma 37}^{0.38}}{R_{\text{уд37}}^{0.19}} = 0.064$$

$$d_{\text{BH38}} := 0.117 \cdot \frac{G_{\Sigma 38}^{0.38}}{R_{\text{уд38}}^{0.19}} = 0.044$$

$$d_{\text{BH39}} := 0.117 \cdot \frac{G_{\Sigma 39}^{0.38}}{R_{\text{уд39}}^{0.19}} = 0.155$$

$$d_{\text{BH40}} := 0.117 \cdot \frac{G_{\Sigma 40}^{0.38}}{R_{\text{уд40}}^{0.19}} = 0.066$$

$$d_{\text{BH41}} := 0.117 \cdot \frac{G_{\Sigma 41}^{0.38}}{R_{\text{уд41}}^{0.19}} = 0.143$$

$$d_{\text{BH42}} := 0.117 \cdot \frac{G_{\Sigma 42}^{0.38}}{R_{\text{уд42}}^{0.19}} = 0.041$$

$$d_{\text{BH82}} := 0.117 \cdot \frac{G_{\Sigma 82}^{0.38}}{R_{\text{уд82}}^{0.19}} = 0.163$$

$$d_{\text{BH83}} := 0.117 \cdot \frac{G_{\Sigma 83}^{0.38}}{R_{\text{уд83}}^{0.19}} = 0.068$$

$$d_{\text{BH84}} := 0.117 \cdot \frac{G_{\Sigma 84}^{0.38}}{R_{\text{уд84}}^{0.19}} = 0.054$$

$$d_{\text{BH85}} := 0.117 \cdot \frac{G_{\Sigma 85}^{0.38}}{R_{\text{уд85}}^{0.19}} = 0.167$$

$$d_{\text{BH86}} := 0.117 \cdot \frac{G_{\Sigma 86}^{0.38}}{R_{\text{уд86}}^{0.19}} = 0.064$$

$$d_{\text{BH87}} := 0.117 \cdot \frac{G_{\Sigma 87}^{0.38}}{R_{\text{уд87}}^{0.19}} = 0.177$$

$$d_{\text{BH88}} := 0.117 \cdot \frac{G_{\Sigma 88}^{0.38}}{R_{\text{уд88}}^{0.19}} = 0.304$$

$$d_{\text{BH89}} := 0.117 \cdot \frac{G_{\Sigma 89}^{0.38}}{R_{\text{уд89}}^{0.19}} = 0.073$$

$$d_{\text{BH90}} := 0.117 \cdot \frac{G_{\Sigma 90}^{0.38}}{R_{\text{уд90}}^{0.19}} = 0.049$$

$$d_{\text{BH91}} := 0.117 \cdot \frac{G_{\Sigma 91}^{0.38}}{R_{\text{уд91}}^{0.19}} = 0.078$$

$$d_{\text{BH92}} := 0.117 \cdot \frac{G_{\Sigma 92}^{0.38}}{R_{\text{уд92}}^{0.19}} = 0.059$$

ПРОДОЛЖЕНИЕ ПРИЛОЖЕНИЯ А

$$d_{\text{BH43}} := 0.117 \cdot \frac{G_{\Sigma 43}^{0.38}}{R_{\text{уд43}}^{0.19}} = 0.146$$

$$d_{\text{BH93}} := 0.117 \cdot \frac{G_{\Sigma 93}^{0.38}}{R_{\text{уд93}}^{0.19}} = 0.092$$

$$d_{\text{BH44}} := 0.117 \cdot \frac{G_{\Sigma 44}^{0.38}}{R_{\text{уд44}}^{0.19}} = 0.05$$

$$d_{\text{BH94}} := 0.117 \cdot \frac{G_{\Sigma 94}^{0.38}}{R_{\text{уд94}}^{0.19}} = 0.12$$

$$d_{\text{BH45}} := 0.117 \cdot \frac{G_{\Sigma 45}^{0.38}}{R_{\text{уд45}}^{0.19}} = 0.131$$

$$d_{\text{BH95}} := 0.117 \cdot \frac{G_{\Sigma 95}^{0.38}}{R_{\text{уд95}}^{0.19}} = 0.142$$

$$d_{\text{BH46}} := 0.117 \cdot \frac{G_{\Sigma 46}^{0.38}}{R_{\text{уд46}}^{0.19}} = 0.075$$

$$d_{\text{BH96}} := 0.117 \cdot \frac{G_{\Sigma 96}^{0.38}}{R_{\text{уд96}}^{0.19}} = 0.018$$

$$d_{\text{BH47}} := 0.117 \cdot \frac{G_{\Sigma 47}^{0.38}}{R_{\text{уд47}}^{0.19}} = 0.073$$

$$d_{\text{BH97}} := 0.117 \cdot \frac{G_{\Sigma 97}^{0.38}}{R_{\text{уд97}}^{0.19}} = 0.142$$

$$d_{\text{BH48}} := 0.117 \cdot \frac{G_{\Sigma 48}^{0.38}}{R_{\text{уд48}}^{0.19}} = 0.121$$

$$d_{\text{BH98}} := 0.117 \cdot \frac{G_{\Sigma 98}^{0.38}}{R_{\text{уд98}}^{0.19}} = 0.338$$

$$d_{\text{BH49}} := 0.117 \cdot \frac{G_{\Sigma 49}^{0.38}}{R_{\text{уд49}}^{0.19}} = 0.072$$

$d_{\text{CT1}} := 0.07$	$d_{\text{CT18}} := 0.08$	$d_{\text{CT35}} := 0.07$	$d_{\text{CT52}} := 0.08$	$d_{\text{CT69}} := 0.07$	$d_{\text{CT86}} := 0.07$
$d_{\text{CT2}} := 0.1$	$d_{\text{CT19}} := 0.175$	$d_{\text{CT36}} := 0.08$	$d_{\text{CT53}} := 0.07$	$d_{\text{CT70}} := 0.07$	$d_{\text{CT87}} := 0.2$
$d_{\text{CT3}} := 0.1$	$d_{\text{CT20}} := 0.05$	$d_{\text{CT37}} := 0.07$	$d_{\text{CT54}} := 0.3$	$d_{\text{CT71}} := 0.07$	$d_{\text{CT88}} := 0.35$
$d_{\text{CT4}} := 0.1$	$d_{\text{CT21}} := 0.175$	$d_{\text{CT38}} := 0.05$	$d_{\text{CT55}} := 0.05$	$d_{\text{CT72}} := 0.1$	$d_{\text{CT89}} := 0.08$
$d_{\text{CT5}} := 0.125$	$d_{\text{CT22}} := 0.2$	$d_{\text{CT39}} := 0.175$	$d_{\text{CT56}} := 0.3$	$d_{\text{CT73}} := 0.08$	$d_{\text{CT90}} := 0.05$
$d_{\text{CT6}} := 0.05$	$d_{\text{CT23}} := 0.05$	$d_{\text{CT40}} := 0.07$	$d_{\text{CT57}} := 0.05$	$d_{\text{CT74}} := 0.1$	$d_{\text{CT91}} := 0.08$
$d_{\text{CT7}} := 0.125$	$d_{\text{CT24}} := 0.2$	$d_{\text{CT41}} := 0.150$	$d_{\text{CT58}} := 0.3$	$d_{\text{CT75}} := 0.08$	$d_{\text{CT92}} := 0.07$
$d_{\text{CT8}} := 0.08$	$d_{\text{CT25}} := 0.07$	$d_{\text{CT42}} := 0.05$	$d_{\text{CT59}} := 0.07$	$d_{\text{CT76}} := 0.07$	$d_{\text{CT93}} := 0.1$
$d_{\text{CT9}} := 0.150$	$d_{\text{CT26}} := 0.2$	$d_{\text{CT43}} := 0.150$	$d_{\text{CT60}} := 0.3$	$d_{\text{CT77}} := 0.125$	$d_{\text{CT94}} := 0.125$
$d_{\text{CT10}} := 0.125$	$d_{\text{CT27}} := 0.07$	$d_{\text{CT44}} := 0.05$	$d_{\text{CT61}} := 0.125$	$d_{\text{CT78}} := 0.150$	$d_{\text{CT95}} := 0.150$

ПРОДОЛЖЕНИЕ ПРИЛОЖЕНИЯ А

$$\begin{array}{llllll}
 d_{\text{CT}11} := 0.1 & d_{\text{CT}28} := 0.07 & d_{\text{CT}45} := 0.150 & d_{\text{CT}62} := 0.08 & d_{\text{CT}79} := 0.08 & d_{\text{CT}96} := 0.150 \\
 d_{\text{CT}12} := 0.08 & d_{\text{CT}29} := 0.2 & d_{\text{CT}46} := 0.08 & d_{\text{CT}63} := 0.07 & d_{\text{CT}80} := 0.07 & d_{\text{CT}97} := 0.2 \\
 d_{\text{CT}13} := 0.175 & d_{\text{CT}30} := 0.05 & d_{\text{CT}47} := 0.08 & d_{\text{CT}64} := 0.1 & d_{\text{CT}81} := 0.1 & d_{\text{CT}98} := 0.4 \\
 d_{\text{CT}14} := 0.04 & d_{\text{CT}31} := 0.175 & d_{\text{CT}48} := 0.125 & d_{\text{CT}65} := 0.08 & d_{\text{CT}82} := 0.175 & \\
 d_{\text{CT}15} := 0.125 & d_{\text{CT}32} := 0.125 & d_{\text{CT}49} := 0.08 & d_{\text{CT}66} := 0.125 & d_{\text{CT}83} := 0.07 & \\
 d_{\text{CT}16} := 0.1 & d_{\text{CT}33} := 0.08 & d_{\text{CT}50} := 0.125 & d_{\text{CT}67} := 0.08 & d_{\text{CT}84} := 0.07 & \\
 d_{\text{CT}17} := 0.175 & d_{\text{CT}34} := 0.1 & d_{\text{CT}51} := 0.08 & d_{\text{CT}68} := 0.125 & d_{\text{CT}85} := 0.175 &
 \end{array}$$

$$\begin{array}{ll}
 R_{\text{уд}1\text{y}} := 13.62 \cdot 10^{-6} \cdot \frac{G_{\Sigma 1}^2}{d_{\text{CT}1}^{5.25}} = 18.853 & R_{\text{уд}50\text{y}} := 13.62 \cdot 10^{-6} \cdot \frac{G_{\Sigma 50}^2}{d_{\text{CT}50}^{5.25}} = 24.05 \\
 R_{\text{уд}2\text{y}} := 13.62 \cdot 10^{-6} \cdot \frac{G_{\Sigma 2}^2}{d_{\text{CT}2}^{5.25}} = 30.132 & R_{\text{уд}51\text{y}} := 13.62 \cdot 10^{-6} \cdot \frac{G_{\Sigma 51}^2}{d_{\text{CT}51}^{5.25}} = 29.232 \\
 R_{\text{уд}3\text{y}} := 13.62 \cdot 10^{-6} \cdot \frac{G_{\Sigma 3}^2}{d_{\text{CT}3}^{5.25}} = 51.72 & R_{\text{уд}52\text{y}} := 13.62 \cdot 10^{-6} \cdot \frac{G_{\Sigma 52}^2}{d_{\text{CT}52}^{5.25}} = 33.534 \\
 R_{\text{уд}4\text{y}} := 13.62 \cdot 10^{-6} \cdot \frac{G_{\Sigma 4}^2}{d_{\text{CT}4}^{5.25}} = 23.543 & R_{\text{уд}53\text{y}} := 13.62 \cdot 10^{-6} \cdot \frac{G_{\Sigma 53}^2}{d_{\text{CT}53}^{5.25}} = 43.161 \\
 R_{\text{уд}5\text{y}} := 13.62 \cdot 10^{-6} \cdot \frac{G_{\Sigma 5}^2}{d_{\text{CT}5}^{5.25}} = 44.952 & R_{\text{уд}54\text{y}} := 13.62 \cdot 10^{-6} \cdot \frac{G_{\Sigma 54}^2}{d_{\text{CT}54}^{5.25}} = 16.594 \\
 R_{\text{уд}6\text{y}} := 13.62 \cdot 10^{-6} \cdot \frac{G_{\Sigma 6}^2}{d_{\text{CT}6}^{5.25}} = 3.934 & R_{\text{уд}55\text{y}} := 13.62 \cdot 10^{-6} \cdot \frac{G_{\Sigma 55}^2}{d_{\text{CT}55}^{5.25}} = 8.539 \\
 R_{\text{уд}7\text{y}} := 13.62 \cdot 10^{-6} \cdot \frac{G_{\Sigma 7}^2}{d_{\text{CT}7}^{5.25}} = 47.384 & R_{\text{уд}56\text{y}} := 13.62 \cdot 10^{-6} \cdot \frac{G_{\Sigma 56}^2}{d_{\text{CT}56}^{5.25}} = 16.811 \\
 R_{\text{уд}8\text{y}} := 13.62 \cdot 10^{-6} \cdot \frac{G_{\Sigma 8}^2}{d_{\text{CT}8}^{5.25}} = 32.164 & R_{\text{уд}57\text{y}} := 13.62 \cdot 10^{-6} \cdot \frac{G_{\Sigma 57}^2}{d_{\text{CT}57}^{5.25}} = 23.169 \\
 R_{\text{уд}9\text{y}} := 13.62 \cdot 10^{-6} \cdot \frac{G_{\Sigma 9}^2}{d_{\text{CT}9}^{5.25}} = 28.671 & R_{\text{уд}58\text{y}} := 13.62 \cdot 10^{-6} \cdot \frac{G_{\Sigma 58}^2}{d_{\text{CT}58}^{5.25}} = 17.171
 \end{array}$$

ПРОДОЛЖЕНИЕ ПРИЛОЖЕНИЯ А

$$R_{уд10у} := 13.62 \cdot 10^{-6} \cdot \frac{G_{\Sigma 10}^2}{d_{ст10}^{5.25}} = 25.543 \quad R_{уд59у} := 13.62 \cdot 10^{-6} \cdot \frac{G_{\Sigma 59}^2}{d_{ст59}^{5.25}} = 10.12$$

$$R_{уд11у} := 13.62 \cdot 10^{-6} \cdot \frac{G_{\Sigma 11}^2}{d_{ст11}^{5.25}} = 31.613 \quad R_{уд60у} := 13.62 \cdot 10^{-6} \cdot \frac{G_{\Sigma 60}^2}{d_{ст60}^{5.25}} = 17.754$$

$$R_{уд12у} := 13.62 \cdot 10^{-6} \cdot \frac{G_{\Sigma 12}^2}{d_{ст12}^{5.25}} = 38.546 \quad R_{уд61у} := 13.62 \cdot 10^{-6} \cdot \frac{G_{\Sigma 61}^2}{d_{ст61}^{5.25}} = 24.043$$

$$R_{уд13у} := 13.62 \cdot 10^{-6} \cdot \frac{G_{\Sigma 13}^2}{d_{ст13}^{5.25}} = 32.06 \quad R_{уд62у} := 13.62 \cdot 10^{-6} \cdot \frac{G_{\Sigma 62}^2}{d_{ст62}^{5.25}} = 41.511$$

$$R_{уд14у} := 13.62 \cdot 10^{-6} \cdot \frac{G_{\Sigma 14}^2}{d_{ст14}^{5.25}} = 0.214 \quad R_{уд63у} := 13.62 \cdot 10^{-6} \cdot \frac{G_{\Sigma 63}^2}{d_{ст63}^{5.25}} = 22.261$$

$$R_{уд15у} := 13.62 \cdot 10^{-6} \cdot \frac{G_{\Sigma 15}^2}{d_{ст15}^{5.25}} = 188.197 \quad R_{уд64у} := 13.62 \cdot 10^{-6} \cdot \frac{G_{\Sigma 64}^2}{d_{ст64}^{5.25}} = 29.557$$

$$R_{уд16у} := 13.62 \cdot 10^{-6} \cdot \frac{G_{\Sigma 16}^2}{d_{ст16}^{5.25}} = 16.379 \quad R_{уд65у} := 13.62 \cdot 10^{-6} \cdot \frac{G_{\Sigma 65}^2}{d_{ст65}^{5.25}} = 39.358$$

$$R_{уд17у} := 13.62 \cdot 10^{-6} \cdot \frac{G_{\Sigma 17}^2}{d_{ст17}^{5.25}} = 43.603 \quad R_{уд66у} := 13.62 \cdot 10^{-6} \cdot \frac{G_{\Sigma 66}^2}{d_{ст66}^{5.25}} = 24.708$$

$$R_{уд18у} := 13.62 \cdot 10^{-6} \cdot \frac{G_{\Sigma 18}^2}{d_{ст18}^{5.25}} = 47.714 \quad R_{уд67у} := 13.62 \cdot 10^{-6} \cdot \frac{G_{\Sigma 67}^2}{d_{ст67}^{5.25}} = 29.588$$

$$R_{уд19у} := 13.62 \cdot 10^{-6} \cdot \frac{G_{\Sigma 19}^2}{d_{ст19}^{5.25}} = 56.075 \quad R_{уд68у} := 13.62 \cdot 10^{-6} \cdot \frac{G_{\Sigma 68}^2}{d_{ст68}^{5.25}} = 44.307$$

$$R_{уд20у} := 13.62 \cdot 10^{-6} \cdot \frac{G_{\Sigma 20}^2}{d_{ст20}^{5.25}} = 40.273 \quad R_{уд69у} := 13.62 \cdot 10^{-6} \cdot \frac{G_{\Sigma 69}^2}{d_{ст69}^{5.25}} = 35.415$$

$$R_{уд21у} := 13.62 \cdot 10^{-6} \cdot \frac{G_{\Sigma 21}^2}{d_{ст21}^{5.25}} = 59.677 \quad R_{уд70у} := 13.62 \cdot 10^{-6} \cdot \frac{G_{\Sigma 70}^2}{d_{ст70}^{5.25}} = 35.839$$

ПРОДОЛЖЕНИЕ ПРИЛОЖЕНИЯ А

$$R_{\text{уд}22\text{y}} := 13.62 \cdot 10^{-6} \cdot \frac{G_{\Sigma 22}^2}{d_{\text{ст}22}^{5.25}} = 40.555$$

$$R_{\text{уд}23\text{y}} := 13.62 \cdot 10^{-6} \cdot \frac{G_{\Sigma 23}^2}{d_{\text{ст}23}^{5.25}} = 5.213$$

$$R_{\text{уд}24\text{y}} := 13.62 \cdot 10^{-6} \cdot \frac{G_{\Sigma 24}^2}{d_{\text{ст}24}^{5.25}} = 39.795$$

$$R_{\text{уд}25\text{y}} := 13.62 \cdot 10^{-6} \cdot \frac{G_{\Sigma 25}^2}{d_{\text{ст}25}^{5.25}} = 49.904$$

$$R_{\text{уд}26\text{y}} := 13.62 \cdot 10^{-6} \cdot \frac{G_{\Sigma 26}^2}{d_{\text{ст}26}^{5.25}} = 34.331$$

$$R_{\text{уд}27\text{y}} := 13.62 \cdot 10^{-6} \cdot \frac{G_{\Sigma 27}^2}{d_{\text{ст}27}^{5.25}} = 26.731$$

$$R_{\text{уд}28\text{y}} := 13.62 \cdot 10^{-6} \cdot \frac{G_{\Sigma 28}^2}{d_{\text{ст}28}^{5.25}} = 32.805$$

$$R_{\text{уд}29\text{y}} := 13.62 \cdot 10^{-6} \cdot \frac{G_{\Sigma 29}^2}{d_{\text{ст}29}^{5.25}} = 26.694$$

$$R_{\text{уд}30\text{y}} := 13.62 \cdot 10^{-6} \cdot \frac{G_{\Sigma 30}^2}{d_{\text{ст}30}^{5.25}} = 21.706$$

$$R_{\text{уд}31\text{y}} := 13.62 \cdot 10^{-6} \cdot \frac{G_{\Sigma 31}^2}{d_{\text{ст}31}^{5.25}} = 51.291$$

$$R_{\text{уд}32\text{y}} := 13.62 \cdot 10^{-6} \cdot \frac{G_{\Sigma 32}^2}{d_{\text{ст}32}^{5.25}} = 22.023$$

$$R_{\text{уд}71\text{y}} := 13.62 \cdot 10^{-6} \cdot \frac{G_{\Sigma 71}^2}{d_{\text{ст}71}^{5.25}} = 41.742$$

$$R_{\text{уд}72\text{y}} := 13.62 \cdot 10^{-6} \cdot \frac{G_{\Sigma 72}^2}{d_{\text{ст}72}^{5.25}} = 52.039$$

$$R_{\text{уд}73\text{y}} := 13.62 \cdot 10^{-6} \cdot \frac{G_{\Sigma 73}^2}{d_{\text{ст}73}^{5.25}} = 29.419$$

$$R_{\text{уд}74\text{y}} := 13.62 \cdot 10^{-6} \cdot \frac{G_{\Sigma 74}^2}{d_{\text{ст}74}^{5.25}} = 28.545$$

$$R_{\text{уд}75\text{y}} := 13.62 \cdot 10^{-6} \cdot \frac{G_{\Sigma 75}^2}{d_{\text{ст}75}^{5.25}} = 32.72$$

$$R_{\text{уд}76\text{y}} := 13.62 \cdot 10^{-6} \cdot \frac{G_{\Sigma 76}^2}{d_{\text{ст}76}^{5.25}} = 30.304$$

$$R_{\text{уд}77\text{y}} := 13.62 \cdot 10^{-6} \cdot \frac{G_{\Sigma 77}^2}{d_{\text{ст}77}^{5.25}} = 21.67$$

$$R_{\text{уд}78\text{y}} := 13.62 \cdot 10^{-6} \cdot \frac{G_{\Sigma 78}^2}{d_{\text{ст}78}^{5.25}} = 49.129$$

$$R_{\text{уд}79\text{y}} := 13.62 \cdot 10^{-6} \cdot \frac{G_{\Sigma 79}^2}{d_{\text{ст}79}^{5.25}} = 31.941$$

$$R_{\text{уд}80\text{y}} := 13.62 \cdot 10^{-6} \cdot \frac{G_{\Sigma 80}^2}{d_{\text{ст}80}^{5.25}} = 51.14$$

$$R_{\text{уд}81\text{y}} := 13.62 \cdot 10^{-6} \cdot \frac{G_{\Sigma 81}^2}{d_{\text{ст}81}^{5.25}} = 35.404$$

ПРОДОЛЖЕНИЕ ПРИЛОЖЕНИЯ А

$$R_{уд33у} := 13.62 \cdot 10^{-6} \cdot \frac{G_{\Sigma 33}^2}{d_{ст33}^{5.25}} = 26.903$$

$$R_{уд82у} := 13.62 \cdot 10^{-6} \cdot \frac{G_{\Sigma 82}^2}{d_{ст82}^{5.25}} = 36.555$$

$$R_{уд34у} := 13.62 \cdot 10^{-6} \cdot \frac{G_{\Sigma 34}^2}{d_{ст34}^{5.25}} = 30.72$$

$$R_{уд83у} := 13.62 \cdot 10^{-6} \cdot \frac{G_{\Sigma 83}^2}{d_{ст83}^{5.25}} = 43.733$$

$$R_{уд35у} := 13.62 \cdot 10^{-6} \cdot \frac{G_{\Sigma 35}^2}{d_{ст35}^{5.25}} = 40.219$$

$$R_{уд84у} := 13.62 \cdot 10^{-6} \cdot \frac{G_{\Sigma 84}^2}{d_{ст84}^{5.25}} = 13.54$$

$$R_{уд36у} := 13.62 \cdot 10^{-6} \cdot \frac{G_{\Sigma 36}^2}{d_{ст36}^{5.25}} = 30.136$$

$$R_{уд85у} := 13.62 \cdot 10^{-6} \cdot \frac{G_{\Sigma 85}^2}{d_{ст85}^{5.25}} = 48.65$$

$$R_{уд37у} := 13.62 \cdot 10^{-6} \cdot \frac{G_{\Sigma 37}^2}{d_{ст37}^{5.25}} = 32.465$$

$$R_{уд86у} := 13.62 \cdot 10^{-6} \cdot \frac{G_{\Sigma 86}^2}{d_{ст86}^{5.25}} = 31.884$$

$$R_{уд38у} := 13.62 \cdot 10^{-6} \cdot \frac{G_{\Sigma 38}^2}{d_{ст38}^{5.25}} = 25.712$$

$$R_{уд87у} := 13.62 \cdot 10^{-6} \cdot \frac{G_{\Sigma 87}^2}{d_{ст87}^{5.25}} = 27.789$$

$$R_{уд39у} := 13.62 \cdot 10^{-6} \cdot \frac{G_{\Sigma 39}^2}{d_{ст39}^{5.25}} = 27.265$$

$$R_{уд88у} := 13.62 \cdot 10^{-6} \cdot \frac{G_{\Sigma 88}^2}{d_{ст88}^{5.25}} = 35.417$$

$$R_{уд40у} := 13.62 \cdot 10^{-6} \cdot \frac{G_{\Sigma 40}^2}{d_{ст40}^{5.25}} = 39.298$$

$$R_{уд89у} := 13.62 \cdot 10^{-6} \cdot \frac{G_{\Sigma 89}^2}{d_{ст89}^{5.25}} = 37.681$$

$$R_{уд41у} := 13.62 \cdot 10^{-6} \cdot \frac{G_{\Sigma 41}^2}{d_{ст41}^{5.25}} = 48.693$$

$$R_{уд90у} := 13.62 \cdot 10^{-6} \cdot \frac{G_{\Sigma 90}^2}{d_{ст90}^{5.25}} = 45.48$$

$$R_{уд42у} := 13.62 \cdot 10^{-6} \cdot \frac{G_{\Sigma 42}^2}{d_{ст42}^{5.25}} = 17.201$$

$$R_{уд91у} := 13.62 \cdot 10^{-6} \cdot \frac{G_{\Sigma 91}^2}{d_{ст91}^{5.25}} = 65.647$$

$$R_{уд43у} := 13.62 \cdot 10^{-6} \cdot \frac{G_{\Sigma 43}^2}{d_{ст43}^{5.25}} = 45.51$$

$$R_{уд92у} := 13.62 \cdot 10^{-6} \cdot \frac{G_{\Sigma 92}^2}{d_{ст92}^{5.25}} = 20.876$$

$$R_{уд44у} := 13.62 \cdot 10^{-6} \cdot \frac{G_{\Sigma 44}^2}{d_{ст44}^{5.25}} = 49.1$$

$$R_{уд93у} := 13.62 \cdot 10^{-6} \cdot \frac{G_{\Sigma 93}^2}{d_{ст93}^{5.25}} = 39.714$$

ПРОДОЛЖЕНИЕ ПРИЛОЖЕНИЯ А

$$R_{уд45y} := 13.62 \cdot 10^{-6} \cdot \frac{G_{\Sigma 45}^2}{d_{ст45}^{5.25}} = 40.377 \quad R_{уд94y} := 13.62 \cdot 10^{-6} \cdot \frac{G_{\Sigma 94}^2}{d_{ст94}^{5.25}} = 42.405$$

$$R_{уд46y} := 13.62 \cdot 10^{-6} \cdot \frac{G_{\Sigma 46}^2}{d_{ст46}^{5.25}} = 37.344 \quad R_{уд95y} := 13.62 \cdot 10^{-6} \cdot \frac{G_{\Sigma 95}^2}{d_{ст95}^{5.25}} = 38.552$$

$$R_{уд47y} := 13.62 \cdot 10^{-6} \cdot \frac{G_{\Sigma 47}^2}{d_{ст47}^{5.25}} = 32.943 \quad R_{уд96y} := 13.62 \cdot 10^{-6} \cdot \frac{G_{\Sigma 96}^2}{d_{ст96}^{5.25}} = 8.314 \times 10^{-4}$$

$$R_{уд48y} := 13.62 \cdot 10^{-6} \cdot \frac{G_{\Sigma 48}^2}{d_{ст48}^{5.25}} = 43.324 \quad R_{уд97y} := 13.62 \cdot 10^{-6} \cdot \frac{G_{\Sigma 97}^2}{d_{ст97}^{5.25}} = 8.593$$

$$R_{уд49y} := 13.62 \cdot 10^{-6} \cdot \frac{G_{\Sigma 49}^2}{d_{ст49}^{5.25}} = 29.319 \quad R_{уд98y} := 13.62 \cdot 10^{-6} \cdot \frac{G_{\Sigma 98}^2}{d_{ст98}^{5.25}} = 21.779$$

$l_1 := 102$	$l_{15} := 27.9$	$l_{29} := 31$	$l_{43} := 31$	$l_{57} := 9.3$	$l_{71} := 94.4$	$l_{85} := 58.9$
$l_2 := 6.2$	$l_{16} := 31$	$l_{30} := 6.2$	$l_{44} := 40.3$	$l_{58} := 80.6$	$l_{72} := 90.6$	$l_{86} := 31$
$l_3 := 183.6$	$l_{17} := 68.2$	$l_{31} := 109.2$	$l_{45} := 182.9$	$l_{59} := 6.2$	$l_{73} := 3.1$	$l_{87} := 31$
$l_4 := 18.9$	$l_{18} := 6.2$	$l_{32} := 62.7$	$l_{46} := 21.7$	$l_{60} := 27.9$	$l_{74} := 31.7$	$l_{88} := 103$
$l_5 := 71.3$	$l_{19} := 112.3$	$l_{33} := 3.1$	$l_{47} := 3.1$	$l_{61} := 25.5$	$l_{75} := 34.1$	$l_{89} := 68.2$
$l_6 := 3.1$	$l_{20} := 71.3$	$l_{34} := 34.8$	$l_{48} := 46.5$	$l_{62} := 145.7$	$l_{76} := 43.4$	$l_{90} := 6.2$
$l_7 := 62$	$l_{21} := 93.7$	$l_{35} := 62$	$l_{49} := 24.8$	$l_{63} := 6.2$	$l_{77} := 65.8$	$l_{91} := 127.1$
$l_8 := 12.4$	$l_{22} := 31.7$	$l_{36} := 21.7$	$l_{50} := 117.8$	$l_{64} := 65.1$	$l_{78} := 31.7$	$l_{92} := 12.4$
$l_9 := 43.4$	$l_{23} := 24.8$	$l_{37} := 6.2$	$l_{51} := 15.5$	$l_{65} := 3.1$	$l_{79} := 59.6$	$l_{93} := 59.6$
$l_{10} := 55.8$	$l_{24} := 71.3$	$l_{38} := 46.5$	$l_{52} := 41$	$l_{66} := 78.2$	$l_{80} := 6.2$	$l_{94} := 21.7$
$l_{11} := 15.5$	$l_{25} := 6.2$	$l_{39} := 40.3$	$l_{53} := 93.7$	$l_{67} := 6.2$	$l_{81} := 37.2$	$l_{95} := 49.6$
$l_{12} := 59.6$	$l_{26} := 62$	$l_{40} := 15.5$	$l_{54} := 37.2$	$l_{68} := 40.3$	$l_{82} := 41$	$l_{96} := 21.7$
$l_{13} := 47.2$	$l_{27} := 3.1$	$l_{41} := 65.8$	$l_{55} := 34.1$	$l_{69} := 62.7$	$l_{83} := 6.2$	$l_{97} := 18.6$
$l_{14} := 9.3$	$l_{28} := 3.1$	$l_{42} := 21.7$	$l_{56} := 21.7$	$l_{70} := 6.2$	$l_{84} := 31$	$l_{98} := 40.3$

ПРОДОЛЖЕНИЕ ПРИЛОЖЕНИЯ А

$l_{1\text{э}} := l_1 \cdot 0.2 = 20.4$	$l_{26\text{э}} := l_{26} \cdot 0.2 = 12.4$	$l_{51\text{э}} := l_{51} \cdot 0.2 = 3.1$	$l_{76\text{э}} := l_{76} \cdot 0.2 = 8.68$
$l_{2\text{э}} := l_2 \cdot 0.2 = 1.24$	$l_{27\text{э}} := l_{27} \cdot 0.2 = 0.62$	$l_{52\text{э}} := l_{52} \cdot 0.2 = 8.2$	$l_{77\text{э}} := l_{77} \cdot 0.2 = 13.16$
$l_{3\text{э}} := l_3 \cdot 0.2 = 36.72$	$l_{28\text{э}} := l_{28} \cdot 0.2 = 0.62$	$l_{53\text{э}} := l_{53} \cdot 0.2 = 18.74$	$l_{78\text{э}} := l_{78} \cdot 0.2 = 6.34$
$l_{4\text{э}} := l_4 \cdot 0.2 = 3.78$	$l_{29\text{э}} := l_{29} \cdot 0.2 = 6.2$	$l_{54\text{э}} := l_{54} \cdot 0.2 = 7.44$	$l_{79\text{э}} := l_{79} \cdot 0.2 = 11.92$
$l_{5\text{э}} := l_5 \cdot 0.2 = 14.26$	$l_{30\text{э}} := l_{30} \cdot 0.2 = 1.24$	$l_{55\text{э}} := l_{55} \cdot 0.2 = 6.82$	$l_{80\text{э}} := l_{80} \cdot 0.2 = 1.24$
$l_{6\text{э}} := l_6 \cdot 0.2 = 0.62$	$l_{31\text{э}} := l_{31} \cdot 0.2 = 21.84$	$l_{56\text{э}} := l_{56} \cdot 0.2 = 4.34$	$l_{81\text{э}} := l_{81} \cdot 0.2 = 7.44$
$l_{7\text{э}} := l_7 \cdot 0.2 = 12.4$	$l_{32\text{э}} := l_{32} \cdot 0.2 = 12.54$	$l_{57\text{э}} := l_{57} \cdot 0.2 = 1.86$	$l_{82\text{э}} := l_{82} \cdot 0.2 = 8.2$
$l_{8\text{э}} := l_8 \cdot 0.2 = 2.48$	$l_{33\text{э}} := l_{33} \cdot 0.2 = 0.62$	$l_{58\text{э}} := l_{58} \cdot 0.2 = 16.12$	$l_{83\text{э}} := l_{83} \cdot 0.2 = 1.24$
$l_{9\text{э}} := l_9 \cdot 0.2 = 8.68$	$l_{34\text{э}} := l_{34} \cdot 0.2 = 6.96$	$l_{59\text{э}} := l_{59} \cdot 0.2 = 1.24$	$l_{84\text{э}} := l_{84} \cdot 0.2 = 6.2$
$l_{10\text{э}} := l_{10} \cdot 0.2 = 11.16$	$l_{35\text{э}} := l_{35} \cdot 0.2 = 12.4$	$l_{60\text{э}} := l_{60} \cdot 0.2 = 5.58$	$l_{85\text{э}} := l_{85} \cdot 0.2 = 11.78$
$l_{11\text{э}} := l_{11} \cdot 0.2 = 3.1$	$l_{36\text{э}} := l_{36} \cdot 0.2 = 4.34$	$l_{61\text{э}} := l_{61} \cdot 0.2 = 5.1$	$l_{86\text{э}} := l_{86} \cdot 0.2 = 6.2$
$l_{12\text{э}} := l_{12} \cdot 0.2 = 11.92$	$l_{37\text{э}} := l_{37} \cdot 0.2 = 1.24$	$l_{62\text{э}} := l_{62} \cdot 0.2 = 29.14$	$l_{87\text{э}} := l_{87} \cdot 0.2 = 6.2$
$l_{13\text{э}} := l_{13} \cdot 0.2 = 9.44$	$l_{38\text{э}} := l_{38} \cdot 0.2 = 9.3$	$l_{63\text{э}} := l_{63} \cdot 0.2 = 1.24$	$l_{88\text{э}} := l_{88} \cdot 0.2 = 20.6$
$l_{14\text{э}} := l_{14} \cdot 0.2 = 1.86$	$l_{39\text{э}} := l_{39} \cdot 0.2 = 8.06$	$l_{64\text{э}} := l_{64} \cdot 0.2 = 13.02$	$l_{89\text{э}} := l_{89} \cdot 0.2 = 13.64$
$l_{15\text{э}} := l_{15} \cdot 0.2 = 5.58$	$l_{40\text{э}} := l_{40} \cdot 0.2 = 3.1$	$l_{65\text{э}} := l_{65} \cdot 0.2 = 0.62$	$l_{90\text{э}} := l_{90} \cdot 0.2 = 1.24$
$l_{16\text{э}} := l_{16} \cdot 0.2 = 6.2$	$l_{41\text{э}} := l_{41} \cdot 0.2 = 13.16$	$l_{66\text{э}} := l_{66} \cdot 0.2 = 15.64$	$l_{91\text{э}} := l_{91} \cdot 0.2 = 25.42$
$l_{17\text{э}} := l_{17} \cdot 0.2 = 13.64$	$l_{42\text{э}} := l_{42} \cdot 0.2 = 4.34$	$l_{67\text{э}} := l_{67} \cdot 0.2 = 1.24$	$l_{92\text{э}} := l_{92} \cdot 0.2 = 2.48$
$l_{18\text{э}} := l_{18} \cdot 0.2 = 1.24$	$l_{43\text{э}} := l_{43} \cdot 0.2 = 6.2$	$l_{68\text{э}} := l_{68} \cdot 0.2 = 8.06$	$l_{93\text{э}} := l_{93} \cdot 0.2 = 11.92$
$l_{19\text{э}} := l_{19} \cdot 0.2 = 22.46$	$l_{44\text{э}} := l_{44} \cdot 0.2 = 8.06$	$l_{69\text{э}} := l_{69} \cdot 0.2 = 12.54$	$l_{94\text{э}} := l_{94} \cdot 0.2 = 4.34$
$l_{20\text{э}} := l_{20} \cdot 0.2 = 14.26$	$l_{45\text{э}} := l_{45} \cdot 0.2 = 36.58$	$l_{70\text{э}} := l_{70} \cdot 0.2 = 1.24$	$l_{95\text{э}} := l_{95} \cdot 0.2 = 9.92$
$l_{21\text{э}} := l_{21} \cdot 0.2 = 18.74$	$l_{46\text{э}} := l_{46} \cdot 0.2 = 4.34$	$l_{71\text{э}} := l_{71} \cdot 0.2 = 18.88$	$l_{96\text{э}} := l_{96} \cdot 0.2 = 4.34$
$l_{22\text{э}} := l_{22} \cdot 0.2 = 6.34$	$l_{47\text{э}} := l_{47} \cdot 0.2 = 0.62$	$l_{72\text{э}} := l_{72} \cdot 0.2 = 18.12$	$l_{97\text{э}} := l_{97} \cdot 0.2 = 3.72$
$l_{23\text{э}} := l_{23} \cdot 0.2 = 4.96$	$l_{48\text{э}} := l_{48} \cdot 0.2 = 9.3$	$l_{73\text{э}} := l_{73} \cdot 0.2 = 0.62$	$l_{98\text{э}} := l_{98} \cdot 0.2 = 8.06$
$l_{24\text{э}} := l_{24} \cdot 0.2 = 14.26$	$l_{49\text{э}} := l_{49} \cdot 0.2 = 4.96$	$l_{74\text{э}} := l_{74} \cdot 0.2 = 6.34$	
$l_{25\text{э}} := l_{25} \cdot 0.2 = 1.24$	$l_{50\text{э}} := l_{50} \cdot 0.2 = 23.56$	$l_{75\text{э}} := l_{75} \cdot 0.2 = 6.82$	
$l_{1\Sigma} := l_1 + l_{1\text{э}} = 122.4$	$l_{34\Sigma} := l_{34} + l_{34\text{э}} = 41.76$	$l_{67\Sigma} := l_{67} + l_{67\text{э}} = 7.44$	
$l_{2\Sigma} := l_2 + l_{2\text{э}} = 7.44$	$l_{35\Sigma} := l_{35} + l_{35\text{э}} = 74.4$	$l_{68\Sigma} := l_{68} + l_{68\text{э}} = 48.36$	
$l_{3\Sigma} := l_3 + l_{3\text{э}} = 220.32$	$l_{36\Sigma} := l_{36} + l_{36\text{э}} = 26.04$	$l_{69\Sigma} := l_{69} + l_{69\text{э}} = 75.24$	
$l_{4\Sigma} := l_4 + l_{4\text{э}} = 22.68$	$l_{37\Sigma} := l_{37} + l_{37\text{э}} = 7.44$	$l_{70\Sigma} := l_{70} + l_{70\text{э}} = 7.44$	
$l_{5\Sigma} := l_5 + l_{5\text{э}} = 85.56$	$l_{38\Sigma} := l_{38} + l_{38\text{э}} = 55.8$	$l_{71\Sigma} := l_{71} + l_{71\text{э}} = 113.28$	

ПРОДОЛЖЕНИЕ ПРИЛОЖЕНИЯ А

$$l_{6\Sigma} := l_6 + l_{6э} = 3.72$$

$$l_{7\Sigma} := l_7 + l_{7э} = 74.4$$

$$l_{8\Sigma} := l_8 + l_{8э} = 14.88$$

$$l_{9\Sigma} := l_9 + l_{9э} = 52.08$$

$$l_{10\Sigma} := l_{10} + l_{10э} = 66.96$$

$$l_{11\Sigma} := l_{11} + l_{11э} = 18.6$$

$$l_{12\Sigma} := l_{12} + l_{12э} = 71.52$$

$$l_{13\Sigma} := l_{13} + l_{13э} = 56.64$$

$$l_{14\Sigma} := l_{14} + l_{14э} = 11.16$$

$$l_{15\Sigma} := l_{15} + l_{15э} = 33.48$$

$$l_{16\Sigma} := l_{16} + l_{16э} = 37.2$$

$$l_{17\Sigma} := l_{17} + l_{17э} = 81.84$$

$$l_{18\Sigma} := l_{18} + l_{18э} = 7.44$$

$$l_{19\Sigma} := l_{19} + l_{19э} = 134.76$$

$$l_{20\Sigma} := l_{20} + l_{20э} = 85.56$$

$$l_{21\Sigma} := l_{21} + l_{21э} = 112.44$$

$$l_{22\Sigma} := l_{22} + l_{22э} = 38.04$$

$$l_{23\Sigma} := l_{23} + l_{23э} = 29.76$$

$$l_{24\Sigma} := l_{24} + l_{24э} = 85.56$$

$$l_{25\Sigma} := l_{25} + l_{25э} = 7.44$$

$$l_{26\Sigma} := l_{26} + l_{26э} = 74.4$$

$$l_{27\Sigma} := l_{27} + l_{27э} = 3.72$$

$$l_{28\Sigma} := l_{28} + l_{28э} = 3.72$$

$$l_{29\Sigma} := l_{29} + l_{29э} = 37.2$$

$$l_{30\Sigma} := l_{30} + l_{30э} = 7.44$$

$$l_{31\Sigma} := l_{31} + l_{31э} = 131.04$$

$$l_{32\Sigma} := l_{32} + l_{32э} = 75.24$$

$$l_{33\Sigma} := l_{33} + l_{33э} = 3.72$$

$$l_{39\Sigma} := l_{39} + l_{39э} = 48.36$$

$$l_{40\Sigma} := l_{40} + l_{40э} = 18.6$$

$$l_{41\Sigma} := l_{41} + l_{41э} = 78.96$$

$$l_{42\Sigma} := l_{42} + l_{42э} = 26.04$$

$$l_{43\Sigma} := l_{43} + l_{43э} = 37.2$$

$$l_{44\Sigma} := l_{44} + l_{44э} = 48.36$$

$$l_{45\Sigma} := l_{45} + l_{45э} = 219.48$$

$$l_{46\Sigma} := l_{46} + l_{46э} = 26.04$$

$$l_{47\Sigma} := l_{47} + l_{47э} = 3.72$$

$$l_{48\Sigma} := l_{48} + l_{48э} = 55.8$$

$$l_{49\Sigma} := l_{49} + l_{49э} = 29.76$$

$$l_{50\Sigma} := l_{50} + l_{50э} = 141.36$$

$$l_{51\Sigma} := l_{51} + l_{51э} = 18.6$$

$$l_{52\Sigma} := l_{52} + l_{52э} = 49.2$$

$$l_{53\Sigma} := l_{53} + l_{53э} = 112.44$$

$$l_{54\Sigma} := l_{54} + l_{54э} = 44.64$$

$$l_{55\Sigma} := l_{55} + l_{55э} = 40.92$$

$$l_{56\Sigma} := l_{56} + l_{56э} = 26.04$$

$$l_{57\Sigma} := l_{57} + l_{57э} = 11.16$$

$$l_{58\Sigma} := l_{58} + l_{58э} = 96.72$$

$$l_{59\Sigma} := l_{59} + l_{59э} = 7.44$$

$$l_{60\Sigma} := l_{60} + l_{60э} = 33.48$$

$$l_{61\Sigma} := l_{61} + l_{61э} = 30.6$$

$$l_{62\Sigma} := l_{62} + l_{62э} = 174.84$$

$$l_{63\Sigma} := l_{63} + l_{63э} = 7.44$$

$$l_{64\Sigma} := l_{64} + l_{64э} = 78.12$$

$$l_{65\Sigma} := l_{65} + l_{65э} = 3.72$$

$$l_{66\Sigma} := l_{66} + l_{66э} = 93.84$$

$$l_{72\Sigma} := l_{72} + l_{72э} = 108.72$$

$$l_{73\Sigma} := l_{73} + l_{73э} = 3.72$$

$$l_{74\Sigma} := l_{74} + l_{74э} = 38.04$$

$$l_{75\Sigma} := l_{75} + l_{75э} = 40.92$$

$$l_{76\Sigma} := l_{76} + l_{76э} = 52.08$$

$$l_{77\Sigma} := l_{77} + l_{77э} = 78.96$$

$$l_{78\Sigma} := l_{78} + l_{78э} = 38.04$$

$$l_{79\Sigma} := l_{79} + l_{79э} = 71.52$$

$$l_{80\Sigma} := l_{80} + l_{80э} = 7.44$$

$$l_{81\Sigma} := l_{81} + l_{81э} = 44.64$$

$$l_{82\Sigma} := l_{82} + l_{82э} = 49.2$$

$$l_{83\Sigma} := l_{83} + l_{83э} = 7.44$$

$$l_{84\Sigma} := l_{84} + l_{84э} = 37.2$$

$$l_{85\Sigma} := l_{85} + l_{85э} = 70.68$$

$$l_{86\Sigma} := l_{86} + l_{86э} = 37.2$$

$$l_{87\Sigma} := l_{87} + l_{87э} = 37.2$$

$$l_{88\Sigma} := l_{88} + l_{88э} = 123.6$$

$$l_{89\Sigma} := l_{89} + l_{89э} = 81.84$$

$$l_{90\Sigma} := l_{90} + l_{90э} = 7.44$$

$$l_{91\Sigma} := l_{91} + l_{91э} = 152.52$$

$$l_{92\Sigma} := l_{92} + l_{92э} = 14.88$$

$$l_{93\Sigma} := l_{93} + l_{93э} = 71.52$$

$$l_{94\Sigma} := l_{94} + l_{94э} = 26.04$$

$$l_{95\Sigma} := l_{95} + l_{95э} = 59.52$$

$$l_{96\Sigma} := l_{96} + l_{96э} = 26.04$$

$$l_{97\Sigma} := l_{97} + l_{97э} = 22.32$$

$$l_{98\Sigma} := l_{98} + l_{98э} = 48.36$$

$$\Delta H_1 := \frac{R_{уд1y} \cdot l_{1\Sigma}}{9810} = 0.235$$

$$\Delta H_2 := \frac{R_{уд2y} \cdot l_{2\Sigma}}{9810} = 0.023$$

$$\Delta H_{50} := \frac{R_{уд50y} \cdot l_{50\Sigma}}{9810} = 0.347$$

$$\Delta H_{51} := \frac{R_{уд51y} \cdot l_{51\Sigma}}{9810} = 0.055$$

ПРОДОЛЖЕНИЕ ПРИЛОЖЕНИЯ А

$$\Delta H_3 := \frac{R_{уд3у} \cdot l_{3\Sigma}}{9810} = 1.162$$

$$\Delta H_{52} := \frac{R_{уд52у} \cdot l_{52\Sigma}}{9810} = 0.168$$

$$\Delta H_4 := \frac{R_{уд4у} \cdot l_{4\Sigma}}{9810} = 0.054$$

$$\Delta H_{53} := \frac{R_{уд53у} \cdot l_{53\Sigma}}{9810} = 0.495$$

$$\Delta H_5 := \frac{R_{уд5у} \cdot l_{5\Sigma}}{9810} = 0.392$$

$$\Delta H_{54} := \frac{R_{уд54у} \cdot l_{54\Sigma}}{9810} = 0.076$$

$$\Delta H_6 := \frac{R_{уд6у} \cdot l_{6\Sigma}}{9810} = 1.492 \times 10^{-3}$$

$$\Delta H_{55} := \frac{R_{уд55у} \cdot l_{55\Sigma}}{9810} = 0.036$$

$$\Delta H_7 := \frac{R_{уд7у} \cdot l_{7\Sigma}}{9810} = 0.359$$

$$\Delta H_{56} := \frac{R_{уд56у} \cdot l_{56\Sigma}}{9810} = 0.045$$

$$\Delta H_8 := \frac{R_{уд8у} \cdot l_{8\Sigma}}{9810} = 0.049$$

$$\Delta H_{57} := \frac{R_{уд57у} \cdot l_{57\Sigma}}{9810} = 0.026$$

$$\Delta H_9 := \frac{R_{уд9у} \cdot l_{9\Sigma}}{9810} = 0.152$$

$$\Delta H_{58} := \frac{R_{уд58у} \cdot l_{58\Sigma}}{9810} = 0.169$$

$$\Delta H_{10} := \frac{R_{уд10у} \cdot l_{10\Sigma}}{9810} = 0.174$$

$$\Delta H_{59} := \frac{R_{уд59у} \cdot l_{59\Sigma}}{9810} = 7.675 \times 10^{-3}$$

$$\Delta H_{11} := \frac{R_{уд11у} \cdot l_{11\Sigma}}{9810} = 0.06$$

$$\Delta H_{60} := \frac{R_{уд60у} \cdot l_{60\Sigma}}{9810} = 0.061$$

$$\Delta H_{12} := \frac{R_{уд12у} \cdot l_{12\Sigma}}{9810} = 0.281$$

$$\Delta H_{61} := \frac{R_{уд61у} \cdot l_{61\Sigma}}{9810} = 0.075$$

$$\Delta H_{13} := \frac{R_{уд13у} \cdot l_{13\Sigma}}{9810} = 0.185$$

$$\Delta H_{62} := \frac{R_{уд62у} \cdot l_{62\Sigma}}{9810} = 0.74$$

$$\Delta H_{14} := \frac{R_{уд14у} \cdot l_{14\Sigma}}{9810} = 2.437 \times 10^{-4}$$

$$\Delta H_{63} := \frac{R_{уд63у} \cdot l_{63\Sigma}}{9810} = 0.017$$

$$\Delta H_{15} := \frac{R_{уд15у} \cdot l_{15\Sigma}}{9810} = 0.642$$

$$\Delta H_{64} := \frac{R_{уд64у} \cdot l_{64\Sigma}}{9810} = 0.235$$

$$\Delta H_{16} := \frac{R_{уд16у} \cdot l_{16\Sigma}}{9810} = 0.062$$

$$\Delta H_{65} := \frac{R_{уд65у} \cdot l_{65\Sigma}}{9810} = 0.015$$

$$\Delta H_{17} := \frac{R_{уд17у} \cdot l_{17\Sigma}}{9810} = 0.364$$

$$\Delta H_{66} := \frac{R_{уд66у} \cdot l_{66\Sigma}}{9810} = 0.236$$

ПРОДОЛЖЕНИЕ ПРИЛОЖЕНИЯ А

$$\Delta H_{18} := \frac{R_{уд18у} \cdot l_{18\Sigma}}{9810} = 0.036$$

$$\Delta H_{19} := \frac{R_{уд19у} \cdot l_{19\Sigma}}{9810} = 0.77$$

$$\Delta H_{20} := \frac{R_{уд20у} \cdot l_{20\Sigma}}{9810} = 0.351$$

$$\Delta H_{21} := \frac{R_{уд21у} \cdot l_{21\Sigma}}{9810} = 0.684$$

$$\Delta H_{22} := \frac{R_{уд22у} \cdot l_{22\Sigma}}{9810} = 0.157$$

$$\Delta H_{23} := \frac{R_{уд23у} \cdot l_{23\Sigma}}{9810} = 0.016$$

$$\Delta H_{24} := \frac{R_{уд24у} \cdot l_{24\Sigma}}{9810} = 0.347$$

$$\Delta H_{25} := \frac{R_{уд25у} \cdot l_{25\Sigma}}{9810} = 0.038$$

$$\Delta H_{26} := \frac{R_{уд26у} \cdot l_{26\Sigma}}{9810} = 0.26$$

$$\Delta H_{27} := \frac{R_{уд27у} \cdot l_{27\Sigma}}{9810} = 0.01$$

$$\Delta H_{28} := \frac{R_{уд28у} \cdot l_{28\Sigma}}{9810} = 0.012$$

$$\Delta H_{29} := \frac{R_{уд29у} \cdot l_{29\Sigma}}{9810} = 0.101$$

$$\Delta H_{30} := \frac{R_{уд30у} \cdot l_{30\Sigma}}{9810} = 0.016$$

$$\Delta H_{31} := \frac{R_{уд31у} \cdot l_{31\Sigma}}{9810} = 0.685$$

$$\Delta H_{32} := \frac{R_{уд32у} \cdot l_{32\Sigma}}{9810} = 0.169$$

$$\Delta H_{33} := \frac{R_{уд33у} \cdot l_{33\Sigma}}{9810} = 0.01$$

$$\Delta H_{67} := \frac{R_{уд67у} \cdot l_{67\Sigma}}{9810} = 0.022$$

$$\Delta H_{68} := \frac{R_{уд68у} \cdot l_{68\Sigma}}{9810} = 0.218$$

$$\Delta H_{69} := \frac{R_{уд69у} \cdot l_{69\Sigma}}{9810} = 0.272$$

$$\Delta H_{70} := \frac{R_{уд70у} \cdot l_{70\Sigma}}{9810} = 0.027$$

$$\Delta H_{71} := \frac{R_{уд71у} \cdot l_{71\Sigma}}{9810} = 0.482$$

$$\Delta H_{72} := \frac{R_{уд72у} \cdot l_{72\Sigma}}{9810} = 0.577$$

$$\Delta H_{73} := \frac{R_{уд73у} \cdot l_{73\Sigma}}{9810} = 0.011$$

$$\Delta H_{74} := \frac{R_{уд74у} \cdot l_{74\Sigma}}{9810} = 0.111$$

$$\Delta H_{75} := \frac{R_{уд75у} \cdot l_{75\Sigma}}{9810} = 0.136$$

$$\Delta H_{76} := \frac{R_{уд76у} \cdot l_{76\Sigma}}{9810} = 0.161$$

$$\Delta H_{77} := \frac{R_{уд77у} \cdot l_{77\Sigma}}{9810} = 0.174$$

$$\Delta H_{78} := \frac{R_{уд78у} \cdot l_{78\Sigma}}{9810} = 0.191$$

$$\Delta H_{79} := \frac{R_{уд79у} \cdot l_{79\Sigma}}{9810} = 0.233$$

$$\Delta H_{80} := \frac{R_{уд80у} \cdot l_{80\Sigma}}{9810} = 0.039$$

$$\Delta H_{81} := \frac{R_{уд81у} \cdot l_{81\Sigma}}{9810} = 0.161$$

$$\Delta H_{82} := \frac{R_{уд82у} \cdot l_{82\Sigma}}{9810} = 0.183$$

ПРОДОЛЖЕНИЕ ПРИЛОЖЕНИЯ А

$$\Delta H_{34} := \frac{R_{уд34у} \cdot l_{34}\Sigma}{9810} = 0.131$$

$$\Delta H_{35} := \frac{R_{уд35у} \cdot l_{35}\Sigma}{9810} = 0.305$$

$$\Delta H_{36} := \frac{R_{уд36у} \cdot l_{36}\Sigma}{9810} = 0.08$$

$$\Delta H_{37} := \frac{R_{уд37у} \cdot l_{37}\Sigma}{9810} = 0.025$$

$$\Delta H_{38} := \frac{R_{уд38у} \cdot l_{38}\Sigma}{9810} = 0.146$$

$$\Delta H_{39} := \frac{R_{уд39у} \cdot l_{39}\Sigma}{9810} = 0.134$$

$$\Delta H_{40} := \frac{R_{уд40у} \cdot l_{40}\Sigma}{9810} = 0.075$$

$$\Delta H_{41} := \frac{R_{уд41у} \cdot l_{41}\Sigma}{9810} = 0.392$$

$$\Delta H_{42} := \frac{R_{уд42у} \cdot l_{42}\Sigma}{9810} = 0.046$$

$$\Delta H_{43} := \frac{R_{уд43у} \cdot l_{43}\Sigma}{9810} = 0.173$$

$$\Delta H_{44} := \frac{R_{уд44у} \cdot l_{44}\Sigma}{9810} = 0.242$$

$$\Delta H_{45} := \frac{R_{уд45у} \cdot l_{45}\Sigma}{9810} = 0.903$$

$$\Delta H_{46} := \frac{R_{уд46у} \cdot l_{46}\Sigma}{9810} = 0.099$$

$$\Delta H_{47} := \frac{R_{уд47у} \cdot l_{47}\Sigma}{9810} = 0.012$$

$$\Delta H_{48} := \frac{R_{уд48у} \cdot l_{48}\Sigma}{9810} = 0.246$$

$$\Delta H_{49} := \frac{R_{уд49у} \cdot l_{49}\Sigma}{9810} = 0.089$$

$$\Delta H_{83} := \frac{R_{уд83у} \cdot l_{83}\Sigma}{9810} = 0.033$$

$$\Delta H_{84} := \frac{R_{уд84у} \cdot l_{84}\Sigma}{9810} = 0.051$$

$$\Delta H_{85} := \frac{R_{уд85у} \cdot l_{85}\Sigma}{9810} = 0.351$$

$$\Delta H_{86} := \frac{R_{уд86у} \cdot l_{86}\Sigma}{9810} = 0.121$$

$$\Delta H_{87} := \frac{R_{уд87у} \cdot l_{87}\Sigma}{9810} = 0.105$$

$$\Delta H_{88} := \frac{R_{уд88у} \cdot l_{88}\Sigma}{9810} = 0.446$$

$$\Delta H_{89} := \frac{R_{уд89у} \cdot l_{89}\Sigma}{9810} = 0.314$$

$$\Delta H_{90} := \frac{R_{уд90у} \cdot l_{90}\Sigma}{9810} = 0.034$$

$$\Delta H_{91} := \frac{R_{уд91у} \cdot l_{91}\Sigma}{9810} = 1.021$$

$$\Delta H_{92} := \frac{R_{уд92у} \cdot l_{92}\Sigma}{9810} = 0.032$$

$$\Delta H_{93} := \frac{R_{уд93у} \cdot l_{93}\Sigma}{9810} = 0.29$$

$$\Delta H_{94} := \frac{R_{уд94у} \cdot l_{94}\Sigma}{9810} = 0.113$$

$$\Delta H_{95} := \frac{R_{уд95у} \cdot l_{95}\Sigma}{9810} = 0.234$$

$$\Delta H_{96} := \frac{R_{уд96у} \cdot l_{96}\Sigma}{9810} = 2.207 \times 10^{-6}$$

$$\Delta H_{97} := \frac{R_{уд97у} \cdot l_{97}\Sigma}{9810} = 0.02$$

$$\Delta H_{98} := \frac{R_{уд98у} \cdot l_{98}\Sigma}{9810} = 0.107$$

ПРОДОЛЖЕНИЕ ПРИЛОЖЕНИЯ А

$$Q_{\Sigma\text{отmax}} := 10.995 \quad Q_{\text{ГВС}} := 1.645$$

$$Q_{\text{котельной}} := Q_{\Sigma\text{отmax}} + Q_{\text{ГВС}} = 12.64$$

$V_{\text{уд1}} := 3.9$	$V_{\text{уд11}} := 8$	$V_{\text{уд21}} := 27$	$V_{\text{уд31}} := 27$	$V_{\text{уд41}} := 18$	$V_{\text{уд51}} := 5.3$
$V_{\text{уд2}} := 8$	$V_{\text{уд12}} := 5.3$	$V_{\text{уд22}} := 34$	$V_{\text{уд32}} := 12$	$V_{\text{уд42}} := 1.4$	$V_{\text{уд52}} := 5.3$
$V_{\text{уд3}} := 8$	$V_{\text{уд13}} := 27$	$V_{\text{уд23}} := 1.4$	$V_{\text{уд33}} := 5.3$	$V_{\text{уд43}} := 18$	$V_{\text{уд53}} := 3.9$
$V_{\text{уд4}} := 8$	$V_{\text{уд14}} := 1.3$	$V_{\text{уд24}} := 34$	$V_{\text{уд34}} := 8$	$V_{\text{уд44}} := 1.4$	$V_{\text{уд54}} := 75$
$V_{\text{уд5}} := 12$	$V_{\text{уд15}} := 12$	$V_{\text{уд25}} := 3.9$	$V_{\text{уд35}} := 3.9$	$V_{\text{уд45}} := 18$	$V_{\text{уд55}} := 1.4$
$V_{\text{уд6}} := 1.4$	$V_{\text{уд16}} := 8$	$V_{\text{уд26}} := 34$	$V_{\text{уд36}} := 5.3$	$V_{\text{уд46}} := 5.3$	$V_{\text{уд56}} := 75$
$V_{\text{уд7}} := 12$	$V_{\text{уд17}} := 27$	$V_{\text{уд27}} := 3.9$	$V_{\text{уд37}} := 3.9$	$V_{\text{уд47}} := 5.3$	$V_{\text{уд57}} := 1.4$
$V_{\text{уд8}} := 5.3$	$V_{\text{уд18}} := 5.3$	$V_{\text{уд28}} := 3.9$	$V_{\text{уд38}} := 1.4$	$V_{\text{уд48}} := 12$	$V_{\text{уд58}} := 75$
$V_{\text{уд9}} := 18$	$V_{\text{уд19}} := 27$	$V_{\text{уд29}} := 34$	$V_{\text{уд39}} := 27$	$V_{\text{уд49}} := 5.3$	$V_{\text{уд59}} := 3.9$
$V_{\text{уд10}} := 112$	$V_{\text{уд20}} := 1.4$	$V_{\text{уд30}} := 1.4$	$V_{\text{уд40}} := 3.9$	$V_{\text{уд50}} := 12$	$V_{\text{уд60}} := 75$

$V_{\text{уд61}} := 8$	$V_{\text{уд71}} := 3.9$	$V_{\text{уд81}} := 8$	$V_{\text{уд91}} := 5.3$
$V_{\text{уд62}} := 5.3$	$V_{\text{уд72}} := 8$	$V_{\text{уд82}} := 27$	$V_{\text{уд92}} := 3.9$
$V_{\text{уд63}} := 3.9$	$V_{\text{уд73}} := 5.3$	$V_{\text{уд83}} := 3.9$	$V_{\text{уд93}} := 8$
$V_{\text{уд64}} := 8$	$V_{\text{уд74}} := 8$	$V_{\text{уд84}} := 3.9$	$V_{\text{уд94}} := 12$
$V_{\text{уд65}} := 5.3$	$V_{\text{уд75}} := 5.3$	$V_{\text{уд85}} := 27$	$V_{\text{уд95}} := 18$
$V_{\text{уд66}} := 12$	$V_{\text{уд76}} := 3.9$	$V_{\text{уд86}} := 3.9$	$V_{\text{уд96}} := 18$
$V_{\text{уд67}} := 5.3$	$V_{\text{уд77}} := 12$	$V_{\text{уд87}} := 34$	$V_{\text{уд97}} := 34$
$V_{\text{уд68}} := 8$	$V_{\text{уд78}} := 18$	$V_{\text{уд88}} := 101$	$V_{\text{уд98}} := 135$
$V_{\text{уд69}} := 3.9$	$V_{\text{уд79}} := 5.3$	$V_{\text{уд89}} := 5.3$	
$V_{\text{уд70}} := 3.9$	$V_{\text{уд80}} := 3.9$	$V_{\text{уд90}} := 1.4$	

$$n_{\text{Год}} := 8760 \quad n_{\text{летн}} := n_{\text{Год}} - n_{\text{отоп}} = 3.336 \times 10^3$$

$$n_{\text{отоп}} = 5.424 \times 10^3 \quad a := 0.25$$

ПРОДОЛЖЕНИЕ ПРИЛОЖЕНИЯ А

$$V_{\text{отоп1}} := V_{\text{уд1}} \cdot l_1 \cdot 10^{-3} = 0.398$$

$$V_{\text{отоп2}} := V_{\text{уд2}} \cdot l_2 \cdot 10^{-3} = 0.05$$

$$V_{\text{отоп3}} := V_{\text{уд3}} \cdot l_3 \cdot 10^{-3} = 1.469$$

$$V_{\text{отоп4}} := V_{\text{уд4}} \cdot l_4 \cdot 10^{-3} = 0.151$$

$$V_{\text{отоп5}} := V_{\text{уд5}} \cdot l_5 \cdot 10^{-3} = 0.856$$

$$V_{\text{отоп6}} := V_{\text{уд6}} \cdot l_6 \cdot 10^{-3} = 4.34 \times 10^{-3}$$

$$V_{\text{отоп7}} := V_{\text{уд7}} \cdot l_7 \cdot 10^{-3} = 0.744$$

$$V_{\text{отоп8}} := V_{\text{уд8}} \cdot l_8 \cdot 10^{-3} = 0.066$$

$$V_{\text{отоп9}} := V_{\text{уд9}} \cdot l_9 \cdot 10^{-3} = 0.781$$

$$V_{\text{отоп10}} := V_{\text{уд10}} \cdot l_{10} \cdot 10^{-3} = 6.25$$

$$V_{\text{отоп11}} := V_{\text{уд11}} \cdot l_{11} \cdot 10^{-3} = 0.124$$

$$V_{\text{отоп12}} := V_{\text{уд12}} \cdot l_{12} \cdot 10^{-3} = 0.316$$

$$V_{\text{отоп13}} := V_{\text{уд13}} \cdot l_{13} \cdot 10^{-3} = 1.274$$

$$V_{\text{отоп14}} := V_{\text{уд14}} \cdot l_{14} \cdot 10^{-3} = 0.012$$

$$V_{\text{отоп15}} := V_{\text{уд15}} \cdot l_{15} \cdot 10^{-3} = 0.335$$

$$V_{\text{отоп16}} := V_{\text{уд16}} \cdot l_{16} \cdot 10^{-3} = 0.248$$

$$V_{\text{отоп17}} := V_{\text{уд17}} \cdot l_{17} \cdot 10^{-3} = 1.841$$

$$V_{\text{отоп18}} := V_{\text{уд18}} \cdot l_{18} \cdot 10^{-3} = 0.033$$

$$V_{\text{отоп19}} := V_{\text{уд19}} \cdot l_{19} \cdot 10^{-3} = 3.032$$

$$V_{\text{отоп20}} := V_{\text{уд20}} \cdot l_{20} \cdot 10^{-3} = 0.1$$

$$V_{\text{отоп21}} := V_{\text{уд21}} \cdot l_{21} \cdot 10^{-3} = 2.53$$

$$V_{\text{отоп22}} := V_{\text{уд22}} \cdot l_{22} \cdot 10^{-3} = 1.078$$

$$V_{\text{отоп23}} := V_{\text{уд23}} \cdot l_{23} \cdot 10^{-3} = 0.035$$

$$V_{\text{летн1}} := V_{\text{уд1}} \cdot l_1 \cdot 10^{-3} = 0.398$$

$$V_{\text{летн2}} := V_{\text{уд2}} \cdot l_2 \cdot 10^{-3} = 0.05$$

$$V_{\text{летн3}} := V_{\text{уд3}} \cdot l_3 \cdot 10^{-3} = 1.469$$

$$V_{\text{летн4}} := V_{\text{уд4}} \cdot l_4 \cdot 10^{-3} = 0.151$$

$$V_{\text{летн5}} := V_{\text{уд5}} \cdot l_5 \cdot 10^{-3} = 0.856$$

$$V_{\text{летн6}} := V_{\text{уд6}} \cdot l_6 \cdot 10^{-3} = 4.34 \times 10^{-3}$$

$$V_{\text{летн7}} := V_{\text{уд7}} \cdot l_7 \cdot 10^{-3} = 0.744$$

$$V_{\text{летн8}} := V_{\text{уд8}} \cdot l_8 \cdot 10^{-3} = 0.066$$

$$V_{\text{летн9}} := V_{\text{уд9}} \cdot l_9 \cdot 10^{-3} = 0.781$$

$$V_{\text{летн10}} := V_{\text{уд10}} \cdot l_{10} \cdot 10^{-3} = 6.25$$

$$V_{\text{летн11}} := V_{\text{уд11}} \cdot l_{11} \cdot 10^{-3} = 0.124$$

$$V_{\text{летн12}} := V_{\text{уд12}} \cdot l_{12} \cdot 10^{-3} = 0.316$$

$$V_{\text{летн13}} := V_{\text{уд13}} \cdot l_{13} \cdot 10^{-3} = 1.274$$

$$V_{\text{летн14}} := V_{\text{уд14}} \cdot l_{14} \cdot 10^{-3} = 0.012$$

$$V_{\text{летн15}} := V_{\text{уд15}} \cdot l_{15} \cdot 10^{-3} = 0.335$$

$$V_{\text{летн16}} := V_{\text{уд16}} \cdot l_{16} \cdot 10^{-3} = 0.248$$

$$V_{\text{летн17}} := V_{\text{уд17}} \cdot l_{17} \cdot 10^{-3} = 1.841$$

$$V_{\text{летн18}} := V_{\text{уд18}} \cdot l_{18} \cdot 10^{-3} = 0.033$$

$$V_{\text{летн19}} := V_{\text{уд19}} \cdot l_{19} \cdot 10^{-3} = 3.032$$

$$V_{\text{летн20}} := V_{\text{уд20}} \cdot l_{20} \cdot 10^{-3} = 0.1$$

$$V_{\text{летн21}} := V_{\text{уд21}} \cdot l_{21} \cdot 10^{-3} = 2.53$$

$$V_{\text{летн22}} := V_{\text{уд22}} \cdot l_{22} \cdot 10^{-3} = 1.078$$

$$V_{\text{летн23}} := V_{\text{уд23}} \cdot l_{23} \cdot 10^{-3} = 0.035$$

ПРОДОЛЖЕНИЕ ПРИЛОЖЕНИЯ А

$V_{\text{отоп}24} := V_{\text{уд}24} \cdot l_{24} \cdot 10^{-3} = 2.424$	$V_{\text{летн}24} := V_{\text{уд}24} \cdot l_{24} \cdot 10^{-3} = 2.424$
$V_{\text{отоп}25} := V_{\text{уд}25} \cdot l_{25} \cdot 10^{-3} = 0.024$	$V_{\text{летн}25} := V_{\text{уд}25} \cdot l_{25} \cdot 10^{-3} = 0.024$
$V_{\text{отоп}26} := V_{\text{уд}26} \cdot l_{26} \cdot 10^{-3} = 2.108$	$V_{\text{летн}26} := V_{\text{уд}26} \cdot l_{26} \cdot 10^{-3} = 2.108$
$V_{\text{отоп}27} := V_{\text{уд}27} \cdot l_{27} \cdot 10^{-3} = 0.012$	$V_{\text{летн}27} := V_{\text{уд}27} \cdot l_{27} \cdot 10^{-3} = 0.012$
$V_{\text{отоп}28} := V_{\text{уд}28} \cdot l_{28} \cdot 10^{-3} = 0.012$	$V_{\text{летн}28} := V_{\text{уд}28} \cdot l_{28} \cdot 10^{-3} = 0.012$
$V_{\text{отоп}29} := V_{\text{уд}29} \cdot l_{29} \cdot 10^{-3} = 1.054$	$V_{\text{летн}29} := V_{\text{уд}29} \cdot l_{29} \cdot 10^{-3} = 1.054$
$V_{\text{отоп}30} := V_{\text{уд}30} \cdot l_{30} \cdot 10^{-3} = 8.68 \times 10^{-3}$	$V_{\text{летн}30} := V_{\text{уд}30} \cdot l_{30} \cdot 10^{-3} = 8.68 \times 10^{-3}$
$V_{\text{отоп}31} := V_{\text{уд}31} \cdot l_{31} \cdot 10^{-3} = 2.948$	$V_{\text{летн}31} := V_{\text{уд}31} \cdot l_{31} \cdot 10^{-3} = 2.948$
$V_{\text{отоп}32} := V_{\text{уд}32} \cdot l_{32} \cdot 10^{-3} = 0.752$	$V_{\text{летн}32} := V_{\text{уд}32} \cdot l_{32} \cdot 10^{-3} = 0.752$
$V_{\text{отоп}33} := V_{\text{уд}33} \cdot l_{33} \cdot 10^{-3} = 0.016$	$V_{\text{летн}33} := V_{\text{уд}33} \cdot l_{33} \cdot 10^{-3} = 0.016$
$V_{\text{отоп}34} := V_{\text{уд}34} \cdot l_{34} \cdot 10^{-3} = 0.278$	$V_{\text{летн}34} := V_{\text{уд}34} \cdot l_{34} \cdot 10^{-3} = 0.278$
$V_{\text{отоп}35} := V_{\text{уд}35} \cdot l_{35} \cdot 10^{-3} = 0.242$	$V_{\text{летн}35} := V_{\text{уд}35} \cdot l_{35} \cdot 10^{-3} = 0.242$
$V_{\text{отоп}36} := V_{\text{уд}36} \cdot l_{36} \cdot 10^{-3} = 0.115$	$V_{\text{летн}36} := V_{\text{уд}36} \cdot l_{36} \cdot 10^{-3} = 0.115$
$V_{\text{отоп}37} := V_{\text{уд}37} \cdot l_{37} \cdot 10^{-3} = 0.024$	$V_{\text{летн}37} := V_{\text{уд}37} \cdot l_{37} \cdot 10^{-3} = 0.024$
$V_{\text{отоп}38} := V_{\text{уд}38} \cdot l_{38} \cdot 10^{-3} = 0.065$	$V_{\text{летн}38} := V_{\text{уд}38} \cdot l_{38} \cdot 10^{-3} = 0.065$
$V_{\text{отоп}39} := V_{\text{уд}39} \cdot l_{39} \cdot 10^{-3} = 1.088$	$V_{\text{летн}39} := V_{\text{уд}39} \cdot l_{39} \cdot 10^{-3} = 1.088$
$V_{\text{отоп}40} := V_{\text{уд}40} \cdot l_{40} \cdot 10^{-3} = 0.06$	$V_{\text{летн}40} := V_{\text{уд}40} \cdot l_{40} \cdot 10^{-3} = 0.06$
$V_{\text{отоп}41} := V_{\text{уд}41} \cdot l_{41} \cdot 10^{-3} = 1.184$	$V_{\text{летн}41} := V_{\text{уд}41} \cdot l_{41} \cdot 10^{-3} = 1.184$
$V_{\text{отоп}42} := V_{\text{уд}42} \cdot l_{42} \cdot 10^{-3} = 0.03$	$V_{\text{летн}42} := V_{\text{уд}42} \cdot l_{42} \cdot 10^{-3} = 0.03$
$V_{\text{отоп}43} := V_{\text{уд}43} \cdot l_{43} \cdot 10^{-3} = 0.558$	$V_{\text{летн}43} := V_{\text{уд}43} \cdot l_{43} \cdot 10^{-3} = 0.558$
$V_{\text{отоп}44} := V_{\text{уд}44} \cdot l_{44} \cdot 10^{-3} = 0.056$	$V_{\text{летн}44} := V_{\text{уд}44} \cdot l_{44} \cdot 10^{-3} = 0.056$
$V_{\text{отоп}45} := V_{\text{уд}45} \cdot l_{45} \cdot 10^{-3} = 3.292$	$V_{\text{летн}45} := V_{\text{уд}45} \cdot l_{45} \cdot 10^{-3} = 3.292$
$V_{\text{отоп}46} := V_{\text{уд}46} \cdot l_{46} \cdot 10^{-3} = 0.115$	$V_{\text{летн}46} := V_{\text{уд}46} \cdot l_{46} \cdot 10^{-3} = 0.115$

ПРОДОЛЖЕНИЕ ПРИЛОЖЕНИЯ А

$$V_{\text{отоп47}} := V_{\text{уд47}} \cdot 147 \cdot 10^{-3} = 0.016$$

$$V_{\text{отоп48}} := V_{\text{уд48}} \cdot 148 \cdot 10^{-3} = 0.558$$

$$V_{\text{отоп49}} := V_{\text{уд49}} \cdot 149 \cdot 10^{-3} = 0.131$$

$$V_{\text{отоп50}} := V_{\text{уд50}} \cdot 150 \cdot 10^{-3} = 1.414$$

$$V_{\text{отоп51}} := V_{\text{уд51}} \cdot 151 \cdot 10^{-3} = 0.082$$

$$V_{\text{отоп52}} := V_{\text{уд52}} \cdot 152 \cdot 10^{-3} = 0.217$$

$$V_{\text{отоп53}} := V_{\text{уд53}} \cdot 153 \cdot 10^{-3} = 0.365$$

$$V_{\text{отоп54}} := V_{\text{уд54}} \cdot 154 \cdot 10^{-3} = 2.79$$

$$V_{\text{отоп55}} := V_{\text{уд55}} \cdot 155 \cdot 10^{-3} = 0.048$$

$$V_{\text{отоп56}} := V_{\text{уд56}} \cdot 156 \cdot 10^{-3} = 1.627$$

$$V_{\text{отоп57}} := V_{\text{уд57}} \cdot 157 \cdot 10^{-3} = 0.013$$

$$V_{\text{отоп58}} := V_{\text{уд58}} \cdot 158 \cdot 10^{-3} = 6.045$$

$$V_{\text{отоп59}} := V_{\text{уд59}} \cdot 159 \cdot 10^{-3} = 0.024$$

$$V_{\text{отоп60}} := V_{\text{уд60}} \cdot 160 \cdot 10^{-3} = 2.093$$

$$V_{\text{отоп61}} := V_{\text{уд61}} \cdot 161 \cdot 10^{-3} = 0.204$$

$$V_{\text{отоп62}} := V_{\text{уд62}} \cdot 162 \cdot 10^{-3} = 0.772$$

$$V_{\text{отоп63}} := V_{\text{уд63}} \cdot 163 \cdot 10^{-3} = 0.024$$

$$V_{\text{отоп64}} := V_{\text{уд64}} \cdot 164 \cdot 10^{-3} = 0.521$$

$$V_{\text{отоп65}} := V_{\text{уд65}} \cdot 165 \cdot 10^{-3} = 0.016$$

$$V_{\text{отоп66}} := V_{\text{уд66}} \cdot 166 \cdot 10^{-3} = 0.938$$

$$V_{\text{отоп67}} := V_{\text{уд67}} \cdot 167 \cdot 10^{-3} = 0.033$$

$$V_{\text{отоп68}} := V_{\text{уд68}} \cdot 168 \cdot 10^{-3} = 0.322$$

$$V_{\text{отоп69}} := V_{\text{уд69}} \cdot 169 \cdot 10^{-3} = 0.245$$

$$V_{\text{отоп70}} := V_{\text{уд70}} \cdot 170 \cdot 10^{-3} = 0.024$$

$$V_{\text{летн47}} := V_{\text{уд47}} \cdot 147 \cdot 10^{-3} = 0.016$$

$$V_{\text{летн48}} := V_{\text{уд48}} \cdot 148 \cdot 10^{-3} = 0.558$$

$$V_{\text{летн49}} := V_{\text{уд49}} \cdot 149 \cdot 10^{-3} = 0.131$$

$$V_{\text{летн50}} := V_{\text{уд50}} \cdot 150 \cdot 10^{-3} = 1.414$$

$$V_{\text{летн51}} := V_{\text{уд51}} \cdot 151 \cdot 10^{-3} = 0.082$$

$$V_{\text{летн52}} := V_{\text{уд52}} \cdot 152 \cdot 10^{-3} = 0.217$$

$$V_{\text{летн53}} := V_{\text{уд53}} \cdot 153 \cdot 10^{-3} = 0.365$$

$$V_{\text{летн54}} := V_{\text{уд54}} \cdot 154 \cdot 10^{-3} = 2.79$$

$$V_{\text{летн55}} := V_{\text{уд55}} \cdot 155 \cdot 10^{-3} = 0.048$$

$$V_{\text{летн56}} := V_{\text{уд56}} \cdot 156 \cdot 10^{-3} = 1.627$$

$$V_{\text{летн57}} := V_{\text{уд57}} \cdot 157 \cdot 10^{-3} = 0.013$$

$$V_{\text{летн58}} := V_{\text{уд58}} \cdot 158 \cdot 10^{-3} = 6.045$$

$$V_{\text{летн59}} := V_{\text{уд59}} \cdot 159 \cdot 10^{-3} = 0.024$$

$$V_{\text{летн60}} := V_{\text{уд60}} \cdot 160 \cdot 10^{-3} = 2.093$$

$$V_{\text{летн61}} := V_{\text{уд61}} \cdot 161 \cdot 10^{-3} = 0.204$$

$$V_{\text{летн62}} := V_{\text{уд62}} \cdot 162 \cdot 10^{-3} = 0.772$$

$$V_{\text{летн63}} := V_{\text{уд63}} \cdot 163 \cdot 10^{-3} = 0.024$$

$$V_{\text{летн64}} := V_{\text{уд64}} \cdot 164 \cdot 10^{-3} = 0.521$$

$$V_{\text{летн65}} := V_{\text{уд65}} \cdot 165 \cdot 10^{-3} = 0.016$$

$$V_{\text{летн66}} := V_{\text{уд66}} \cdot 166 \cdot 10^{-3} = 0.938$$

$$V_{\text{летн67}} := V_{\text{уд67}} \cdot 167 \cdot 10^{-3} = 0.033$$

$$V_{\text{летн68}} := V_{\text{уд68}} \cdot 168 \cdot 10^{-3} = 0.322$$

$$V_{\text{летн69}} := V_{\text{уд69}} \cdot 169 \cdot 10^{-3} = 0.245$$

$$V_{\text{летн70}} := V_{\text{уд70}} \cdot 170 \cdot 10^{-3} = 0.024$$

ПРОДОЛЖЕНИЕ ПРИЛОЖЕНИЯ А

$V_{\text{отоп}71} := V_{\text{уд}1} \cdot l_1 \cdot 10^{-3} = 0.398$	$V_{\text{летн}71} := V_{\text{уд}1} \cdot l_1 \cdot 10^{-3} = 0.398$
$V_{\text{отоп}72} := V_{\text{уд}72} \cdot l_{72} \cdot 10^{-3} = 0.725$	$V_{\text{летн}72} := V_{\text{уд}72} \cdot l_{72} \cdot 10^{-3} = 0.725$
$V_{\text{отоп}73} := V_{\text{уд}73} \cdot l_{73} \cdot 10^{-3} = 0.016$	$V_{\text{летн}73} := V_{\text{уд}73} \cdot l_{73} \cdot 10^{-3} = 0.016$
$V_{\text{отоп}74} := V_{\text{уд}74} \cdot l_{74} \cdot 10^{-3} = 0.254$	$V_{\text{летн}74} := V_{\text{уд}74} \cdot l_{74} \cdot 10^{-3} = 0.254$
$V_{\text{отоп}75} := V_{\text{уд}75} \cdot l_{75} \cdot 10^{-3} = 0.181$	$V_{\text{летн}75} := V_{\text{уд}5} \cdot l_{75} \cdot 10^{-3} = 0.409$
$V_{\text{отоп}76} := V_{\text{уд}76} \cdot l_6 \cdot 10^{-3} = 0.012$	$V_{\text{летн}76} := V_{\text{уд}76} \cdot l_{76} \cdot 10^{-3} = 0.169$
$V_{\text{отоп}77} := V_{\text{уд}77} \cdot l_{77} \cdot 10^{-3} = 0.79$	$V_{\text{летн}77} := V_{\text{уд}77} \cdot l_{77} \cdot 10^{-3} = 0.79$
$V_{\text{отоп}78} := V_{\text{уд}78} \cdot l_{78} \cdot 10^{-3} = 0.571$	$V_{\text{летн}78} := V_{\text{уд}78} \cdot l_{78} \cdot 10^{-3} = 0.571$
$V_{\text{отоп}79} := V_{\text{уд}79} \cdot l_{79} \cdot 10^{-3} = 0.316$	$V_{\text{летн}79} := V_{\text{уд}79} \cdot l_{79} \cdot 10^{-3} = 0.316$
$V_{\text{отоп}80} := V_{\text{уд}80} \cdot l_{80} \cdot 10^{-3} = 0.024$	$V_{\text{летн}80} := V_{\text{уд}80} \cdot l_{80} \cdot 10^{-3} = 0.024$
$V_{\text{отоп}81} := V_{\text{уд}81} \cdot l_{81} \cdot 10^{-3} = 0.298$	$V_{\text{летн}81} := V_{\text{уд}81} \cdot l_{81} \cdot 10^{-3} = 0.298$
$V_{\text{отоп}82} := V_{\text{уд}82} \cdot l_{82} \cdot 10^{-3} = 1.107$	$V_{\text{летн}82} := V_{\text{уд}82} \cdot l_{82} \cdot 10^{-3} = 1.107$
$V_{\text{отоп}83} := V_{\text{уд}83} \cdot l_{83} \cdot 10^{-3} = 0.024$	$V_{\text{летн}83} := V_{\text{уд}83} \cdot l_{83} \cdot 10^{-3} = 0.024$
$V_{\text{отоп}84} := V_{\text{уд}84} \cdot l_{84} \cdot 10^{-3} = 0.121$	$V_{\text{летн}84} := V_{\text{уд}84} \cdot l_{84} \cdot 10^{-3} = 0.121$
$V_{\text{отоп}85} := V_{\text{уд}85} \cdot l_{85} \cdot 10^{-3} = 1.59$	$V_{\text{летн}85} := V_{\text{уд}85} \cdot l_{85} \cdot 10^{-3} = 1.59$
$V_{\text{отоп}86} := V_{\text{уд}86} \cdot l_{86} \cdot 10^{-3} = 0.121$	$V_{\text{летн}86} := V_{\text{уд}86} \cdot l_{86} \cdot 10^{-3} = 0.121$
$V_{\text{отоп}87} := V_{\text{уд}87} \cdot l_{87} \cdot 10^{-3} = 1.054$	$V_{\text{летн}87} := V_{\text{уд}87} \cdot l_{87} \cdot 10^{-3} = 1.054$
$V_{\text{отоп}88} := V_{\text{уд}88} \cdot l_{88} \cdot 10^{-3} = 10.403$	$V_{\text{летн}88} := V_{\text{уд}88} \cdot l_{88} \cdot 10^{-3} = 10.403$
$V_{\text{отоп}89} := V_{\text{уд}89} \cdot l_{89} \cdot 10^{-3} = 0.361$	$V_{\text{летн}89} := V_{\text{уд}89} \cdot l_{89} \cdot 10^{-3} = 0.361$
$V_{\text{отоп}90} := V_{\text{уд}90} \cdot l_{90} \cdot 10^{-3} = 8.68 \times 10^{-3}$	$V_{\text{летн}90} := V_{\text{уд}90} \cdot l_{90} \cdot 10^{-3} = 8.68 \times 10^{-3}$
$V_{\text{отоп}91} := V_{\text{уд}91} \cdot l_{91} \cdot 10^{-3} = 0.674$	$V_{\text{летн}91} := V_{\text{уд}91} \cdot l_{91} \cdot 10^{-3} = 0.674$
$V_{\text{отоп}92} := V_{\text{уд}92} \cdot l_{92} \cdot 10^{-3} = 0.048$	$V_{\text{летн}92} := V_{\text{уд}92} \cdot l_{92} \cdot 10^{-3} = 0.048$
$V_{\text{отоп}93} := V_{\text{уд}93} \cdot l_{93} \cdot 10^{-3} = 0.477$	$V_{\text{летн}93} := V_{\text{уд}93} \cdot l_{93} \cdot 10^{-3} = 0.477$
$V_{\text{отоп}94} := V_{\text{уд}94} \cdot l_{94} \cdot 10^{-3} = 0.26$	$V_{\text{летн}94} := V_{\text{уд}94} \cdot l_{94} \cdot 10^{-3} = 0.26$

ПРОДОЛЖЕНИЕ ПРИЛОЖЕНИЯ А

$$V_{\text{отоп}95} := V_{\text{уд}95} \cdot 195 \cdot 10^{-3} = 0.893$$

$$V_{\text{летн}95} := V_{\text{уд}95} \cdot 195 \cdot 10^{-3} = 0.893$$

$$V_{\text{отоп}96} := V_{\text{уд}96} \cdot 196 \cdot 10^{-3} = 0.391$$

$$V_{\text{летн}96} := V_{\text{уд}96} \cdot 196 \cdot 10^{-3} = 0.391$$

$$V_{\text{отоп}97} := V_{\text{уд}97} \cdot 197 \cdot 10^{-3} = 0.632$$

$$V_{\text{летн}97} := V_{\text{уд}97} \cdot 197 \cdot 10^{-3} = 0.632$$

$$V_{\text{отоп}98} := V_{\text{уд}98} \cdot 198 \cdot 10^{-3} = 5.441$$

$$V_{\text{летн}98} := V_{\text{уд}98} \cdot 198 \cdot 10^{-3} = 5.441$$

$$V_{\text{Год}1} := \frac{2 \cdot (V_{\text{отоп}1} \cdot n_{\text{отоп}} + V_{\text{летн}1} \cdot n_{\text{летн}})}{n_{\text{Год}}} = 0.796$$

$$V_{\text{Год}2} := \frac{2 \cdot (V_{\text{отоп}2} \cdot n_{\text{отоп}} + V_{\text{летн}2} \cdot n_{\text{летн}})}{n_{\text{Год}}} = 0.099$$

$$V_{\text{Год}3} := \frac{2 \cdot (V_{\text{отоп}3} \cdot n_{\text{отоп}} + V_{\text{летн}3} \cdot n_{\text{летн}})}{n_{\text{Год}}} = 2.938$$

$$V_{\text{Год}4} := \frac{2 \cdot (V_{\text{отоп}4} \cdot n_{\text{отоп}} + V_{\text{летн}4} \cdot n_{\text{летн}})}{n_{\text{Год}}} = 0.302$$

$$V_{\text{Год}5} := \frac{2 \cdot (V_{\text{отоп}5} \cdot n_{\text{отоп}} + V_{\text{летн}5} \cdot n_{\text{летн}})}{n_{\text{Год}}} = 1.711$$

$$V_{\text{Год}6} := \frac{2 \cdot (V_{\text{отоп}6} \cdot n_{\text{отоп}} + V_{\text{летн}6} \cdot n_{\text{летн}})}{n_{\text{Год}}} = 8.68 \times 10^{-3}$$

$$V_{\text{Год}7} := \frac{2 \cdot (V_{\text{отоп}7} \cdot n_{\text{отоп}} + V_{\text{летн}7} \cdot n_{\text{летн}})}{n_{\text{Год}}} = 1.488$$

$$V_{\text{Год}8} := \frac{2 \cdot (V_{\text{отоп}8} \cdot n_{\text{отоп}} + V_{\text{летн}8} \cdot n_{\text{летн}})}{n_{\text{Год}}} = 0.131$$

$$V_{\text{Год}9} := \frac{2 \cdot (V_{\text{отоп}9} \cdot n_{\text{отоп}} + V_{\text{летн}9} \cdot n_{\text{летн}})}{n_{\text{Год}}} = 1.562$$

$$V_{\text{Год}10} := \frac{2 \cdot (V_{\text{отоп}10} \cdot n_{\text{отоп}} + V_{\text{летн}10} \cdot n_{\text{летн}})}{n_{\text{Год}}} = 12.499$$

$$V_{\text{Год}11} := \frac{2 \cdot (V_{\text{отоп}11} \cdot n_{\text{отоп}} + V_{\text{летн}11} \cdot n_{\text{летн}})}{n_{\text{Год}}} = 0.248$$

$$V_{\text{Год}12} := \frac{2 \cdot (V_{\text{отоп}12} \cdot n_{\text{отоп}} + V_{\text{летн}12} \cdot n_{\text{летн}})}{n_{\text{Год}}} = 0.632$$

ПРОДОЛЖЕНИЕ ПРИЛОЖЕНИЯ А

$$V_{\text{Год13}} := \frac{2 \cdot (V_{\text{отоп13}} \cdot n_{\text{отоп}} + V_{\text{летн13}} \cdot n_{\text{летн}})}{n_{\text{Год}}} = 2.549$$

$$V_{\text{Год14}} := \frac{2 \cdot (V_{\text{отоп14}} \cdot n_{\text{отоп}} + V_{\text{летн14}} \cdot n_{\text{летн}})}{n_{\text{Год}}} = 0.024$$

$$V_{\text{Год15}} := \frac{2 \cdot (V_{\text{отоп15}} \cdot n_{\text{отоп}} + V_{\text{летн15}} \cdot n_{\text{летн}})}{n_{\text{Год}}} = 0.67$$

$$V_{\text{Год16}} := \frac{2 \cdot (V_{\text{отоп16}} \cdot n_{\text{отоп}} + V_{\text{летн16}} \cdot n_{\text{летн}})}{n_{\text{Год}}} = 0.496$$

$$V_{\text{Год17}} := \frac{2 \cdot (V_{\text{отоп17}} \cdot n_{\text{отоп}} + V_{\text{летн17}} \cdot n_{\text{летн}})}{n_{\text{Год}}} = 3.683$$

$$V_{\text{Год18}} := \frac{2 \cdot (V_{\text{отоп18}} \cdot n_{\text{отоп}} + V_{\text{летн18}} \cdot n_{\text{летн}})}{n_{\text{Год}}} = 0.066$$

$$V_{\text{Год19}} := \frac{2 \cdot (V_{\text{отоп19}} \cdot n_{\text{отоп}} + V_{\text{летн19}} \cdot n_{\text{летн}})}{n_{\text{Год}}} = 6.064$$

$$V_{\text{Год20}} := \frac{2 \cdot (V_{\text{отоп20}} \cdot n_{\text{отоп}} + V_{\text{летн20}} \cdot n_{\text{летн}})}{n_{\text{Год}}} = 0.2$$

$$V_{\text{Год21}} := \frac{2 \cdot (V_{\text{отоп21}} \cdot n_{\text{отоп}} + V_{\text{летн21}} \cdot n_{\text{летн}})}{n_{\text{Год}}} = 5.06$$

$$V_{\text{Год22}} := \frac{2 \cdot (V_{\text{отоп22}} \cdot n_{\text{отоп}} + V_{\text{летн22}} \cdot n_{\text{летн}})}{n_{\text{Год}}} = 2.156$$

$$V_{\text{Год23}} := \frac{2 \cdot (V_{\text{отоп23}} \cdot n_{\text{отоп}} + V_{\text{летн23}} \cdot n_{\text{летн}})}{n_{\text{Год}}} = 0.069$$

$$V_{\text{Год24}} := \frac{2 \cdot (V_{\text{отоп24}} \cdot n_{\text{отоп}} + V_{\text{летн24}} \cdot n_{\text{летн}})}{n_{\text{Год}}} = 4.848$$

$$V_{\text{Год25}} := \frac{2 \cdot (V_{\text{отоп25}} \cdot n_{\text{отоп}} + V_{\text{летн25}} \cdot n_{\text{летн}})}{n_{\text{Год}}} = 0.048$$

ПРОДОЛЖЕНИЕ ПРИЛОЖЕНИЯ А

$$V_{\text{год}26} := \frac{2 \cdot (V_{\text{отоп}26} \cdot n_{\text{отоп}} + V_{\text{летн}26} \cdot n_{\text{летн}})}{n_{\text{год}}} = 4.216$$

$$V_{\text{год}27} := \frac{2 \cdot (V_{\text{отоп}27} \cdot n_{\text{отоп}} + V_{\text{летн}27} \cdot n_{\text{летн}})}{n_{\text{год}}} = 0.024$$

$$V_{\text{год}28} := \frac{2 \cdot (V_{\text{отоп}28} \cdot n_{\text{отоп}} + V_{\text{летн}28} \cdot n_{\text{летн}})}{n_{\text{год}}} = 0.024$$

$$V_{\text{год}29} := \frac{2 \cdot (V_{\text{отоп}29} \cdot n_{\text{отоп}} + V_{\text{летн}29} \cdot n_{\text{летн}})}{n_{\text{год}}} = 2.108$$

$$V_{\text{год}30} := \frac{2 \cdot (V_{\text{отоп}30} \cdot n_{\text{отоп}} + V_{\text{летн}30} \cdot n_{\text{летн}})}{n_{\text{год}}} = 0.017$$

$$V_{\text{год}31} := \frac{2 \cdot (V_{\text{отоп}31} \cdot n_{\text{отоп}} + V_{\text{летн}31} \cdot n_{\text{летн}})}{n_{\text{год}}} = 5.897$$

$$V_{\text{год}32} := \frac{2 \cdot (V_{\text{отоп}32} \cdot n_{\text{отоп}} + V_{\text{летн}32} \cdot n_{\text{летн}})}{n_{\text{год}}} = 1.505$$

$$V_{\text{год}33} := \frac{2 \cdot (V_{\text{отоп}33} \cdot n_{\text{отоп}} + V_{\text{летн}33} \cdot n_{\text{летн}})}{n_{\text{год}}} = 0.033$$

$$V_{\text{год}34} := \frac{2 \cdot (V_{\text{отоп}34} \cdot n_{\text{отоп}} + V_{\text{летн}34} \cdot n_{\text{летн}})}{n_{\text{год}}} = 0.557$$

$$V_{\text{год}35} := \frac{2 \cdot (V_{\text{отоп}35} \cdot n_{\text{отоп}} + V_{\text{летн}35} \cdot n_{\text{летн}})}{n_{\text{год}}} = 0.484$$

$$V_{\text{год}36} := \frac{2 \cdot (V_{\text{отоп}36} \cdot n_{\text{отоп}} + V_{\text{летн}36} \cdot n_{\text{летн}})}{n_{\text{год}}} = 0.23$$

$$V_{\text{год}37} := \frac{2 \cdot (V_{\text{отоп}37} \cdot n_{\text{отоп}} + V_{\text{летн}37} \cdot n_{\text{летн}})}{n_{\text{год}}} = 0.048$$

$$V_{\text{год}38} := \frac{2 \cdot (V_{\text{отоп}38} \cdot n_{\text{отоп}} + V_{\text{летн}38} \cdot n_{\text{летн}})}{n_{\text{год}}} = 0.13$$

$$V_{\text{год}39} := \frac{2 \cdot (V_{\text{отоп}39} \cdot n_{\text{отоп}} + V_{\text{летн}39} \cdot n_{\text{летн}})}{n_{\text{год}}} = 2.176$$

ПРОДОЛЖЕНИЕ ПРИЛОЖЕНИЯ А

$$V_{\text{Год40}} := \frac{2 \cdot (V_{\text{отоп40}} \cdot n_{\text{отоп}} + V_{\text{летн40}} \cdot n_{\text{летн}})}{n_{\text{Год}}} = 0.121$$

$$V_{\text{Год41}} := \frac{2 \cdot (V_{\text{отоп41}} \cdot n_{\text{отоп}} + V_{\text{летн41}} \cdot n_{\text{летн}})}{n_{\text{Год}}} = 2.369$$

$$V_{\text{Год42}} := \frac{2 \cdot (V_{\text{отоп42}} \cdot n_{\text{отоп}} + V_{\text{летн42}} \cdot n_{\text{летн}})}{n_{\text{Год}}} = 0.061$$

$$V_{\text{Год43}} := \frac{2 \cdot (V_{\text{отоп43}} \cdot n_{\text{отоп}} + V_{\text{летн43}} \cdot n_{\text{летн}})}{n_{\text{Год}}} = 1.116$$

$$V_{\text{Год44}} := \frac{2 \cdot (V_{\text{отоп44}} \cdot n_{\text{отоп}} + V_{\text{летн44}} \cdot n_{\text{летн}})}{n_{\text{Год}}} = 0.113$$

$$V_{\text{Год45}} := \frac{2 \cdot (V_{\text{отоп45}} \cdot n_{\text{отоп}} + V_{\text{летн45}} \cdot n_{\text{летн}})}{n_{\text{Год}}} = 6.584$$

$$V_{\text{Год46}} := \frac{2 \cdot (V_{\text{отоп46}} \cdot n_{\text{отоп}} + V_{\text{летн46}} \cdot n_{\text{летн}})}{n_{\text{Год}}} = 0.23$$

$$V_{\text{Год47}} := \frac{2 \cdot (V_{\text{отоп47}} \cdot n_{\text{отоп}} + V_{\text{летн47}} \cdot n_{\text{летн}})}{n_{\text{Год}}} = 0.033$$

$$V_{\text{Год48}} := \frac{2 \cdot (V_{\text{отоп48}} \cdot n_{\text{отоп}} + V_{\text{летн48}} \cdot n_{\text{летн}})}{n_{\text{Год}}} = 1.116$$

$$V_{\text{Год49}} := \frac{2 \cdot (V_{\text{отоп49}} \cdot n_{\text{отоп}} + V_{\text{летн49}} \cdot n_{\text{летн}})}{n_{\text{Год}}} = 0.263$$

$$V_{\text{Год50}} := \frac{2 \cdot (V_{\text{отоп50}} \cdot n_{\text{отоп}} + V_{\text{летн50}} \cdot n_{\text{летн}})}{n_{\text{Год}}} = 2.827$$

$$V_{\text{Год51}} := \frac{2 \cdot (V_{\text{отоп51}} \cdot n_{\text{отоп}} + V_{\text{летн51}} \cdot n_{\text{летн}})}{n_{\text{Год}}} = 0.164$$

$$V_{\text{Год52}} := \frac{2 \cdot (V_{\text{отоп52}} \cdot n_{\text{отоп}} + V_{\text{летн52}} \cdot n_{\text{летн}})}{n_{\text{Год}}} = 0.435$$

$$V_{\text{Год53}} := \frac{2 \cdot (V_{\text{отоп53}} \cdot n_{\text{отоп}} + V_{\text{летн53}} \cdot n_{\text{летн}})}{n_{\text{Год}}} = 0.731$$

ПРОДОЛЖЕНИЕ ПРИЛОЖЕНИЯ А

$$V_{\text{Год54}} := \frac{2 \cdot (V_{\text{отоп54}} \cdot n_{\text{отоп}} + V_{\text{летн54}} \cdot n_{\text{летн}})}{n_{\text{Год}}} = 5.58$$

$$V_{\text{Год55}} := \frac{2 \cdot (V_{\text{отоп55}} \cdot n_{\text{отоп}} + V_{\text{летн55}} \cdot n_{\text{летн}})}{n_{\text{Год}}} = 0.095$$

$$V_{\text{Год56}} := \frac{2 \cdot (V_{\text{отоп56}} \cdot n_{\text{отоп}} + V_{\text{летн56}} \cdot n_{\text{летн}})}{n_{\text{Год}}} = 3.255$$

$$V_{\text{Год57}} := \frac{2 \cdot (V_{\text{отоп57}} \cdot n_{\text{отоп}} + V_{\text{летн57}} \cdot n_{\text{летн}})}{n_{\text{Год}}} = 0.026$$

$$V_{\text{Год58}} := \frac{2 \cdot (V_{\text{отоп58}} \cdot n_{\text{отоп}} + V_{\text{летн58}} \cdot n_{\text{летн}})}{n_{\text{Год}}} = 12.09$$

$$V_{\text{Год59}} := \frac{2 \cdot (V_{\text{отоп59}} \cdot n_{\text{отоп}} + V_{\text{летн59}} \cdot n_{\text{летн}})}{n_{\text{Год}}} = 0.048$$

$$V_{\text{Год60}} := \frac{2 \cdot (V_{\text{отоп60}} \cdot n_{\text{отоп}} + V_{\text{летн60}} \cdot n_{\text{летн}})}{n_{\text{Год}}} = 4.185$$

$$V_{\text{Год61}} := \frac{2 \cdot (V_{\text{отоп61}} \cdot n_{\text{отоп}} + V_{\text{летн61}} \cdot n_{\text{летн}})}{n_{\text{Год}}} = 0.408$$

$$V_{\text{Год62}} := \frac{2 \cdot (V_{\text{отоп62}} \cdot n_{\text{отоп}} + V_{\text{летн62}} \cdot n_{\text{летн}})}{n_{\text{Год}}} = 1.544$$

$$V_{\text{Год63}} := \frac{2 \cdot (V_{\text{отоп63}} \cdot n_{\text{отоп}} + V_{\text{летн63}} \cdot n_{\text{летн}})}{n_{\text{Год}}} = 0.048$$

$$V_{\text{Год64}} := \frac{2 \cdot (V_{\text{отоп64}} \cdot n_{\text{отоп}} + V_{\text{летн64}} \cdot n_{\text{летн}})}{n_{\text{Год}}} = 1.042$$

$$V_{\text{Год65}} := \frac{2 \cdot (V_{\text{отоп65}} \cdot n_{\text{отоп}} + V_{\text{летн65}} \cdot n_{\text{летн}})}{n_{\text{Год}}} = 0.033$$

$$V_{\text{Год66}} := \frac{2 \cdot (V_{\text{отоп66}} \cdot n_{\text{отоп}} + V_{\text{летн66}} \cdot n_{\text{летн}})}{n_{\text{Год}}} = 1.877$$

$$V_{\text{Год67}} := \frac{2 \cdot (V_{\text{отоп67}} \cdot n_{\text{отоп}} + V_{\text{летн67}} \cdot n_{\text{летн}})}{n_{\text{Год}}} = 0.066$$

ПРОДОЛЖЕНИЕ ПРИЛОЖЕНИЯ А

$$V_{\text{Год}68} := \frac{2 \cdot (V_{\text{отоп}68} \cdot n_{\text{отоп}} + V_{\text{летн}68} \cdot n_{\text{летн}})}{n_{\text{Год}}} = 0.645$$

$$V_{\text{Год}69} := \frac{2 \cdot (V_{\text{отоп}69} \cdot n_{\text{отоп}} + V_{\text{летн}69} \cdot n_{\text{летн}})}{n_{\text{Год}}} = 0.489$$

$$V_{\text{Год}70} := \frac{2 \cdot (V_{\text{отоп}70} \cdot n_{\text{отоп}} + V_{\text{летн}70} \cdot n_{\text{летн}})}{n_{\text{Год}}} = 0.048$$

$$V_{\text{Год}71} := \frac{2 \cdot (V_{\text{отоп}71} \cdot n_{\text{отоп}} + V_{\text{летн}71} \cdot n_{\text{летн}})}{n_{\text{Год}}} = 0.796$$

$$V_{\text{Год}72} := \frac{2 \cdot (V_{\text{отоп}72} \cdot n_{\text{отоп}} + V_{\text{летн}72} \cdot n_{\text{летн}})}{n_{\text{Год}}} = 1.45$$

$$V_{\text{Год}73} := \frac{2 \cdot (V_{\text{отоп}73} \cdot n_{\text{отоп}} + V_{\text{летн}73} \cdot n_{\text{летн}})}{n_{\text{Год}}} = 0.033$$

$$V_{\text{Год}74} := \frac{2 \cdot (V_{\text{отоп}74} \cdot n_{\text{отоп}} + V_{\text{летн}74} \cdot n_{\text{летн}})}{n_{\text{Год}}} = 0.507$$

$$V_{\text{Год}75} := \frac{2 \cdot (V_{\text{отоп}75} \cdot n_{\text{отоп}} + V_{\text{летн}75} \cdot n_{\text{летн}})}{n_{\text{Год}}} = 0.535$$

$$V_{\text{Год}76} := \frac{2 \cdot (V_{\text{отоп}76} \cdot n_{\text{отоп}} + V_{\text{летн}76} \cdot n_{\text{летн}})}{n_{\text{Год}}} = 0.144$$

$$V_{\text{Год}77} := \frac{2 \cdot (V_{\text{отоп}77} \cdot n_{\text{отоп}} + V_{\text{летн}77} \cdot n_{\text{летн}})}{n_{\text{Год}}} = 1.579$$

$$V_{\text{Год}78} := \frac{2 \cdot (V_{\text{отоп}78} \cdot n_{\text{отоп}} + V_{\text{летн}78} \cdot n_{\text{летн}})}{n_{\text{Год}}} = 1.141$$

$$V_{\text{Год}79} := \frac{2 \cdot (V_{\text{отоп}79} \cdot n_{\text{отоп}} + V_{\text{летн}79} \cdot n_{\text{летн}})}{n_{\text{Год}}} = 0.632$$

$$V_{\text{Год}80} := \frac{2 \cdot (V_{\text{отоп}80} \cdot n_{\text{отоп}} + V_{\text{летн}80} \cdot n_{\text{летн}})}{n_{\text{Год}}} = 0.048$$

$$V_{\text{Год}81} := \frac{2 \cdot (V_{\text{отоп}81} \cdot n_{\text{отоп}} + V_{\text{летн}81} \cdot n_{\text{летн}})}{n_{\text{Год}}} = 0.595$$

$$V_{\text{Год}82} := \frac{2 \cdot (V_{\text{отоп}82} \cdot n_{\text{отоп}} + V_{\text{летн}82} \cdot n_{\text{летн}})}{n_{\text{Год}}} = 2.214$$

ПРОДОЛЖЕНИЕ ПРИЛОЖЕНИЯ А

$$V_{\text{Год83}} := \frac{2 \cdot (V_{\text{Отоп83}} \cdot n_{\text{Отоп}} + V_{\text{Летн83}} \cdot n_{\text{Летн}})}{n_{\text{Год}}} = 0.048$$

$$V_{\text{Год84}} := \frac{2 \cdot (V_{\text{Отоп84}} \cdot n_{\text{Отоп}} + V_{\text{Летн84}} \cdot n_{\text{Летн}})}{n_{\text{Год}}} = 0.242$$

$$V_{\text{Год85}} := \frac{2 \cdot (V_{\text{Отоп85}} \cdot n_{\text{Отоп}} + V_{\text{Летн85}} \cdot n_{\text{Летн}})}{n_{\text{Год}}} = 3.181$$

$$V_{\text{Год86}} := \frac{2 \cdot (V_{\text{Отоп86}} \cdot n_{\text{Отоп}} + V_{\text{Летн86}} \cdot n_{\text{Летн}})}{n_{\text{Год}}} = 0.242$$

$$V_{\text{Год87}} := \frac{2 \cdot (V_{\text{Отоп87}} \cdot n_{\text{Отоп}} + V_{\text{Летн87}} \cdot n_{\text{Летн}})}{n_{\text{Год}}} = 2.108$$

$$V_{\text{Год88}} := \frac{2 \cdot (V_{\text{Отоп88}} \cdot n_{\text{Отоп}} + V_{\text{Летн88}} \cdot n_{\text{Летн}})}{n_{\text{Год}}} = 20.806$$

$$V_{\text{Год89}} := \frac{2 \cdot (V_{\text{Отоп89}} \cdot n_{\text{Отоп}} + V_{\text{Летн89}} \cdot n_{\text{Летн}})}{n_{\text{Год}}} = 0.723$$

$$V_{\text{Год90}} := \frac{2 \cdot (V_{\text{Отоп90}} \cdot n_{\text{Отоп}} + V_{\text{Летн90}} \cdot n_{\text{Летн}})}{n_{\text{Год}}} = 0.017$$

$$V_{\text{Год91}} := \frac{2 \cdot (V_{\text{Отоп91}} \cdot n_{\text{Отоп}} + V_{\text{Летн91}} \cdot n_{\text{Летн}})}{n_{\text{Год}}} = 1.347$$

$$V_{\text{Год92}} := \frac{2 \cdot (V_{\text{Отоп92}} \cdot n_{\text{Отоп}} + V_{\text{Летн92}} \cdot n_{\text{Летн}})}{n_{\text{Год}}} = 0.097$$

$$V_{\text{Год93}} := \frac{2 \cdot (V_{\text{Отоп93}} \cdot n_{\text{Отоп}} + V_{\text{Летн93}} \cdot n_{\text{Летн}})}{n_{\text{Год}}} = 0.954$$

$$V_{\text{Год94}} := \frac{2 \cdot (V_{\text{Отоп94}} \cdot n_{\text{Отоп}} + V_{\text{Летн94}} \cdot n_{\text{Летн}})}{n_{\text{Год}}} = 0.521$$

$$V_{\text{Год95}} := \frac{2 \cdot (V_{\text{Отоп95}} \cdot n_{\text{Отоп}} + V_{\text{Летн95}} \cdot n_{\text{Летн}})}{n_{\text{Год}}} = 1.786$$

$$V_{\text{Год96}} := \frac{2 \cdot (V_{\text{Отоп96}} \cdot n_{\text{Отоп}} + V_{\text{Летн96}} \cdot n_{\text{Летн}})}{n_{\text{Год}}} = 0.781$$

ПРОДОЛЖЕНИЕ ПРИЛОЖЕНИЯ А

$$V_{\text{Год97}} := \frac{2 \cdot (V_{\text{Отоп97}} \cdot n_{\text{Отоп}} + V_{\text{Летн97}} \cdot n_{\text{Летн}})}{n_{\text{Год}}} = 1.265$$

$$V_{\text{Год98}} := \frac{2 \cdot (V_{\text{Отоп8}} \cdot n_{\text{Отоп}} + V_{\text{Летн8}} \cdot n_{\text{Летн}})}{n_{\text{Год}}} = 0.131$$

$$G_{\text{Уг.н1}} := a \cdot V_{\text{Год1}} \cdot n_{\text{Отоп}} \cdot 10^{-2} = 10.788$$

$$G_{\text{Уг.н50}} := a \cdot V_{\text{Год50}} \cdot n_{\text{Отоп}} \cdot 10^{-2} = 38.337$$

$$G_{\text{Уг.н2}} := a \cdot V_{\text{Год2}} \cdot n_{\text{Отоп}} \cdot 10^{-2} = 1.345$$

$$G_{\text{Уг.н51}} := a \cdot V_{\text{Год61}} \cdot n_{\text{Отоп}} \cdot 10^{-2} = 5.532$$

$$G_{\text{Уг.н3}} := a \cdot V_{\text{Год3}} \cdot n_{\text{Отоп}} \cdot 10^{-2} = 39.834$$

$$G_{\text{Уг.н52}} := a \cdot V_{\text{Год62}} \cdot n_{\text{Отоп}} \cdot 10^{-2} = 20.942$$

$$G_{\text{Уг.н4}} := a \cdot V_{\text{Год4}} \cdot n_{\text{Отоп}} \cdot 10^{-2} = 4.101$$

$$G_{\text{Уг.н53}} := a \cdot V_{\text{Год63}} \cdot n_{\text{Отоп}} \cdot 10^{-2} = 0.656$$

$$G_{\text{Уг.н5}} := a \cdot V_{\text{Год5}} \cdot n_{\text{Отоп}} \cdot 10^{-2} = 23.204$$

$$G_{\text{Уг.н54}} := a \cdot V_{\text{Год64}} \cdot n_{\text{Отоп}} \cdot 10^{-2} = 14.124$$

$$G_{\text{Уг.н6}} := a \cdot V_{\text{Год6}} \cdot n_{\text{Отоп}} \cdot 10^{-2} = 0.118$$

$$G_{\text{Уг.н55}} := a \cdot V_{\text{Год65}} \cdot n_{\text{Отоп}} \cdot 10^{-2} = 0.446$$

$$G_{\text{Уг.н7}} := a \cdot V_{\text{Год7}} \cdot n_{\text{Отоп}} \cdot 10^{-2} = 20.177$$

$$G_{\text{Уг.н56}} := a \cdot V_{\text{Год66}} \cdot n_{\text{Отоп}} \cdot 10^{-2} = 25.449$$

$$G_{\text{Уг.н8}} := a \cdot V_{\text{Год8}} \cdot n_{\text{Отоп}} \cdot 10^{-2} = 1.782$$

$$G_{\text{Уг.н57}} := a \cdot V_{\text{Год67}} \cdot n_{\text{Отоп}} \cdot 10^{-2} = 0.891$$

$$G_{\text{Уг.н9}} := a \cdot V_{\text{Год9}} \cdot n_{\text{Отоп}} \cdot 10^{-2} = 21.186$$

$$G_{\text{Уг.н58}} := a \cdot V_{\text{Год68}} \cdot n_{\text{Отоп}} \cdot 10^{-2} = 8.743$$

$$G_{\text{Уг.н10}} := a \cdot V_{\text{Год10}} \cdot n_{\text{Отоп}} \cdot 10^{-2} = 169.489$$

$$G_{\text{Уг.н59}} := a \cdot V_{\text{Год69}} \cdot n_{\text{Отоп}} \cdot 10^{-2} = 6.632$$

$$G_{\text{Уг.н11}} := a \cdot V_{\text{Год11}} \cdot n_{\text{Отоп}} \cdot 10^{-2} = 3.363$$

$$G_{\text{Уг.н60}} := a \cdot V_{\text{Год60}} \cdot n_{\text{Отоп}} \cdot 10^{-2} = 56.749$$

$$G_{\text{Уг.н12}} := a \cdot V_{\text{Год12}} \cdot n_{\text{Отоп}} \cdot 10^{-2} = 8.567$$

$$G_{\text{Уг.н61}} := a \cdot V_{\text{Год61}} \cdot n_{\text{Отоп}} \cdot 10^{-2} = 5.532$$

$$G_{\text{Уг.н13}} := a \cdot V_{\text{Год13}} \cdot n_{\text{Отоп}} \cdot 10^{-2} = 34.562$$

$$G_{\text{Уг.н62}} := a \cdot V_{\text{Год62}} \cdot n_{\text{Отоп}} \cdot 10^{-2} = 20.942$$

$$G_{\text{Уг.н14}} := a \cdot V_{\text{Год14}} \cdot n_{\text{Отоп}} \cdot 10^{-2} = 0.328$$

$$G_{\text{Уг.н63}} := a \cdot V_{\text{Год63}} \cdot n_{\text{Отоп}} \cdot 10^{-2} = 0.656$$

$$G_{\text{Уг.н15}} := a \cdot V_{\text{Год15}} \cdot n_{\text{Отоп}} \cdot 10^{-2} = 9.08$$

$$G_{\text{Уг.н64}} := a \cdot V_{\text{Год64}} \cdot n_{\text{Отоп}} \cdot 10^{-2} = 14.124$$

$$G_{\text{Уг.н16}} := a \cdot V_{\text{Год16}} \cdot n_{\text{Отоп}} \cdot 10^{-2} = 6.726$$

$$G_{\text{Уг.н65}} := a \cdot V_{\text{Год65}} \cdot n_{\text{Отоп}} \cdot 10^{-2} = 0.446$$

$$G_{\text{Уг.н17}} := a \cdot V_{\text{Год17}} \cdot n_{\text{Отоп}} \cdot 10^{-2} = 49.939$$

$$G_{\text{Уг.н66}} := a \cdot V_{\text{Год66}} \cdot n_{\text{Отоп}} \cdot 10^{-2} = 25.449$$

$$G_{\text{Уг.н18}} := a \cdot V_{\text{Год18}} \cdot n_{\text{Отоп}} \cdot 10^{-2} = 0.891$$

$$G_{\text{Уг.н67}} := a \cdot V_{\text{Год67}} \cdot n_{\text{Отоп}} \cdot 10^{-2} = 0.891$$

$$G_{\text{Уг.н19}} := a \cdot V_{\text{Год19}} \cdot n_{\text{Отоп}} \cdot 10^{-2} = 82.231$$

$$G_{\text{Уг.н68}} := a \cdot V_{\text{Год68}} \cdot n_{\text{Отоп}} \cdot 10^{-2} = 8.743$$

$$G_{\text{Уг.н20}} := a \cdot V_{\text{Год20}} \cdot n_{\text{Отоп}} \cdot 10^{-2} = 2.707$$

$$G_{\text{Уг.н69}} := a \cdot V_{\text{Год69}} \cdot n_{\text{Отоп}} \cdot 10^{-2} = 6.632$$

ПРОДОЛЖЕНИЕ ПРИЛОЖЕНИЯ А

$G_{\text{ут.н21}} := a \cdot V_{\text{год21}} \cdot n_{\text{отоп}} \cdot 10^{-2} = 68.611$	$G_{\text{ут.н70}} := a \cdot V_{\text{год70}} \cdot n_{\text{отоп}} \cdot 10^{-2} = 0.656$
$G_{\text{ут.н22}} := a \cdot V_{\text{год22}} \cdot n_{\text{отоп}} \cdot 10^{-2} = 29.23$	$G_{\text{ут.н71}} := a \cdot V_{\text{год71}} \cdot n_{\text{отоп}} \cdot 10^{-2} = 10.788$
$G_{\text{ут.н23}} := a \cdot V_{\text{год23}} \cdot n_{\text{отоп}} \cdot 10^{-2} = 0.942$	$G_{\text{ут.н72}} := a \cdot V_{\text{год72}} \cdot n_{\text{отоп}} \cdot 10^{-2} = 19.657$
$G_{\text{ут.н24}} := a \cdot V_{\text{год24}} \cdot n_{\text{отоп}} \cdot 10^{-2} = 65.744$	$G_{\text{ут.н73}} := a \cdot V_{\text{год73}} \cdot n_{\text{отоп}} \cdot 10^{-2} = 0.446$
$G_{\text{ут.н25}} := a \cdot V_{\text{год25}} \cdot n_{\text{отоп}} \cdot 10^{-2} = 0.656$	$G_{\text{ут.н74}} := a \cdot V_{\text{год74}} \cdot n_{\text{отоп}} \cdot 10^{-2} = 6.878$
$G_{\text{ут.н26}} := a \cdot V_{\text{год26}} \cdot n_{\text{отоп}} \cdot 10^{-2} = 57.169$	$G_{\text{ут.н75}} := a \cdot V_{\text{год75}} \cdot n_{\text{отоп}} \cdot 10^{-2} = 7.261$
$G_{\text{ут.н27}} := a \cdot V_{\text{год27}} \cdot n_{\text{отоп}} \cdot 10^{-2} = 0.328$	$G_{\text{ут.н76}} := a \cdot V_{\text{год76}} \cdot n_{\text{отоп}} \cdot 10^{-2} = 1.951$
$G_{\text{ут.н28}} := a \cdot V_{\text{год28}} \cdot n_{\text{отоп}} \cdot 10^{-2} = 0.328$	$G_{\text{ут.н77}} := a \cdot V_{\text{год77}} \cdot n_{\text{отоп}} \cdot 10^{-2} = 21.414$
$G_{\text{ут.н29}} := a \cdot V_{\text{год29}} \cdot n_{\text{отоп}} \cdot 10^{-2} = 28.584$	$G_{\text{ут.н78}} := a \cdot V_{\text{год78}} \cdot n_{\text{отоп}} \cdot 10^{-2} = 15.475$
$G_{\text{ут.н30}} := a \cdot V_{\text{год30}} \cdot n_{\text{отоп}} \cdot 10^{-2} = 0.235$	$G_{\text{ут.н79}} := a \cdot V_{\text{год79}} \cdot n_{\text{отоп}} \cdot 10^{-2} = 8.567$
$G_{\text{ут.н31}} := a \cdot V_{\text{год31}} \cdot n_{\text{отоп}} \cdot 10^{-2} = 79.961$	$G_{\text{ут.н80}} := a \cdot V_{\text{год80}} \cdot n_{\text{отоп}} \cdot 10^{-2} = 0.656$
$G_{\text{ут.н32}} := a \cdot V_{\text{год32}} \cdot n_{\text{отоп}} \cdot 10^{-2} = 20.405$	$G_{\text{ут.н81}} := a \cdot V_{\text{год81}} \cdot n_{\text{отоп}} \cdot 10^{-2} = 8.071$
$G_{\text{ут.н33}} := a \cdot V_{\text{год33}} \cdot n_{\text{отоп}} \cdot 10^{-2} = 0.446$	$G_{\text{ут.н82}} := a \cdot V_{\text{год82}} \cdot n_{\text{отоп}} \cdot 10^{-2} = 30.022$
$G_{\text{ут.н34}} := a \cdot V_{\text{год34}} \cdot n_{\text{отоп}} \cdot 10^{-2} = 7.55$	$G_{\text{ут.н83}} := a \cdot V_{\text{год83}} \cdot n_{\text{отоп}} \cdot 10^{-2} = 0.656$
$G_{\text{ут.н35}} := a \cdot V_{\text{год35}} \cdot n_{\text{отоп}} \cdot 10^{-2} = 6.558$	$G_{\text{ут.н84}} := a \cdot V_{\text{год84}} \cdot n_{\text{отоп}} \cdot 10^{-2} = 3.279$
$G_{\text{ут.н36}} := a \cdot V_{\text{год36}} \cdot n_{\text{отоп}} \cdot 10^{-2} = 3.119$	$G_{\text{ут.н85}} := a \cdot V_{\text{год85}} \cdot n_{\text{отоп}} \cdot 10^{-2} = 43.129$
$G_{\text{ут.н37}} := a \cdot V_{\text{год37}} \cdot n_{\text{отоп}} \cdot 10^{-2} = 0.656$	$G_{\text{ут.н86}} := a \cdot V_{\text{год86}} \cdot n_{\text{отоп}} \cdot 10^{-2} = 3.279$
$G_{\text{ут.н38}} := a \cdot V_{\text{год38}} \cdot n_{\text{отоп}} \cdot 10^{-2} = 1.766$	$G_{\text{ут.н87}} := a \cdot V_{\text{год87}} \cdot n_{\text{отоп}} \cdot 10^{-2} = 28.584$
$G_{\text{ут.н39}} := a \cdot V_{\text{год39}} \cdot n_{\text{отоп}} \cdot 10^{-2} = 29.509$	$G_{\text{ут.н88}} := a \cdot V_{\text{год88}} \cdot n_{\text{отоп}} \cdot 10^{-2} = 282.129$
$G_{\text{ут.н40}} := a \cdot V_{\text{год40}} \cdot n_{\text{отоп}} \cdot 10^{-2} = 1.639$	$G_{\text{ут.н89}} := a \cdot V_{\text{год89}} \cdot n_{\text{отоп}} \cdot 10^{-2} = 9.803$
$G_{\text{ут.н41}} := a \cdot V_{\text{год41}} \cdot n_{\text{отоп}} \cdot 10^{-2} = 32.121$	$G_{\text{ут.н90}} := a \cdot V_{\text{год90}} \cdot n_{\text{отоп}} \cdot 10^{-2} = 0.235$
$G_{\text{ут.н42}} := a \cdot V_{\text{год42}} \cdot n_{\text{отоп}} \cdot 10^{-2} = 0.824$	$G_{\text{ут.н91}} := a \cdot V_{\text{год91}} \cdot n_{\text{отоп}} \cdot 10^{-2} = 18.269$
$G_{\text{ут.н43}} := a \cdot V_{\text{год43}} \cdot n_{\text{отоп}} \cdot 10^{-2} = 15.133$	$G_{\text{ут.н92}} := a \cdot V_{\text{год92}} \cdot n_{\text{отоп}} \cdot 10^{-2} = 1.312$

ПРОДОЛЖЕНИЕ ПРИЛОЖЕНИЯ А

$$\begin{aligned}
 G_{\text{ут.н44}} &:= a \cdot V_{\text{год44}} \cdot n_{\text{отоп}} \cdot 10^{-2} = 1.53 & G_{\text{ут.н93}} &:= a \cdot V_{\text{год93}} \cdot n_{\text{отоп}} \cdot 10^{-2} = 12.931 \\
 G_{\text{ут.н45}} &:= a \cdot V_{\text{год45}} \cdot n_{\text{отоп}} \cdot 10^{-2} = 89.284 & G_{\text{ут.н94}} &:= a \cdot V_{\text{год94}} \cdot n_{\text{отоп}} \cdot 10^{-2} = 7.062 \\
 G_{\text{ут.н46}} &:= a \cdot V_{\text{год46}} \cdot n_{\text{отоп}} \cdot 10^{-2} = 3.119 & G_{\text{ут.н95}} &:= a \cdot V_{\text{год95}} \cdot n_{\text{отоп}} \cdot 10^{-2} = 24.213 \\
 G_{\text{ут.н47}} &:= a \cdot V_{\text{год47}} \cdot n_{\text{отоп}} \cdot 10^{-2} = 0.446 & G_{\text{ут.н96}} &:= a \cdot V_{\text{год96}} \cdot n_{\text{отоп}} \cdot 10^{-2} = 10.593 \\
 G_{\text{ут.н48}} &:= a \cdot V_{\text{год48}} \cdot n_{\text{отоп}} \cdot 10^{-2} = 15.133 & G_{\text{ут.н97}} &:= a \cdot V_{\text{год97}} \cdot n_{\text{отоп}} \cdot 10^{-2} = 17.151 \\
 G_{\text{ут.н49}} &:= a \cdot V_{\text{год49}} \cdot n_{\text{отоп}} \cdot 10^{-2} = 3.565 & G_{\text{ут.н98}} &:= a \cdot V_{\text{год98}} \cdot n_{\text{отоп}} \cdot 10^{-2} = 1.782
 \end{aligned}$$

$$C := 1 \quad \tau_{1\text{год}} := 82 \quad \tau_{2\text{год}} := 55$$

$$\begin{aligned}
 m_{\text{у.год.н1}} &:= 0.25 \cdot V_{\text{год1}} \cdot 10^{-2} = 1.989 \times 10^{-3} \\
 m_{\text{у.год.н2}} &:= 0.25 \cdot V_{\text{год2}} \cdot 10^{-2} = 2.48 \times 10^{-4} \\
 m_{\text{у.год.н3}} &:= 0.25 \cdot V_{\text{год3}} \cdot 10^{-2} = 7.344 \times 10^{-3} \\
 m_{\text{у.год.н4}} &:= 0.25 \cdot V_{\text{год4}} \cdot 10^{-2} = 7.56 \times 10^{-4} \\
 m_{\text{у.год.н5}} &:= 0.25 \cdot V_{\text{год5}} \cdot 10^{-2} = 4.278 \times 10^{-3} \\
 m_{\text{у.год.н6}} &:= 0.25 \cdot V_{\text{год6}} \cdot 10^{-2} = 2.17 \times 10^{-5} \\
 m_{\text{у.год.н7}} &:= 0.25 \cdot V_{\text{год7}} \cdot 10^{-2} = 3.72 \times 10^{-3} \\
 m_{\text{у.год.н8}} &:= 0.25 \cdot V_{\text{год8}} \cdot 10^{-2} = 3.286 \times 10^{-4} \\
 m_{\text{у.год.н9}} &:= 0.25 \cdot V_{\text{год9}} \cdot 10^{-2} = 3.906 \times 10^{-3} \\
 m_{\text{у.год.н10}} &:= 0.25 \cdot V_{\text{год10}} \cdot 10^{-2} = 0.031 \\
 m_{\text{у.год.н11}} &:= 0.25 \cdot V_{\text{год11}} \cdot 10^{-2} = 6.2 \times 10^{-4} \\
 m_{\text{у.год.н12}} &:= 0.25 \cdot V_{\text{год12}} \cdot 10^{-2} = 1.579 \times 10^{-3} \\
 m_{\text{у.год.н13}} &:= 0.25 \cdot V_{\text{год13}} \cdot 10^{-2} = 6.372 \times 10^{-3} \\
 m_{\text{у.год.н14}} &:= 0.25 \cdot V_{\text{год14}} \cdot 10^{-2} = 6.045 \times 10^{-5} \\
 m_{\text{у.год.н15}} &:= 0.25 \cdot V_{\text{год15}} \cdot 10^{-2} = 1.674 \times 10^{-3} \\
 m_{\text{у.год.н16}} &:= 0.25 \cdot V_{\text{год16}} \cdot 10^{-2} = 1.24 \times 10^{-3} \\
 m_{\text{у.год.н17}} &:= 0.25 \cdot V_{\text{год17}} \cdot 10^{-2} = 9.207 \times 10^{-3}
 \end{aligned}$$

ПРОДОЛЖЕНИЕ ПРИЛОЖЕНИЯ А

$$m_{y.\text{год.н}18} := 0.25 \cdot V_{\text{год}18} \cdot 10^{-2} = 1.643 \times 10^{-4}$$

$$m_{y.\text{год.н}19} := 0.25 \cdot V_{\text{год}19} \cdot 10^{-2} = 0.015$$

$$m_{y.\text{год.н}20} := 0.25 \cdot V_{\text{год}20} \cdot 10^{-2} = 4.991 \times 10^{-4}$$

$$m_{y.\text{год.н}21} := 0.25 \cdot V_{\text{год}21} \cdot 10^{-2} = 0.013$$

$$m_{y.\text{год.н}22} := 0.25 \cdot V_{\text{год}22} \cdot 10^{-2} = 5.389 \times 10^{-3}$$

$$m_{y.\text{год.н}23} := 0.25 \cdot V_{\text{год}23} \cdot 10^{-2} = 1.736 \times 10^{-4}$$

$$m_{y.\text{год.н}24} := 0.25 \cdot V_{\text{год}24} \cdot 10^{-2} = 0.012$$

$$m_{y.\text{год.н}25} := 0.25 \cdot V_{\text{год}25} \cdot 10^{-2} = 1.209 \times 10^{-4}$$

$$m_{y.\text{год.н}26} := 0.25 \cdot V_{\text{год}26} \cdot 10^{-2} = 0.011$$

$$m_{y.\text{год.н}27} := 0.25 \cdot V_{\text{год}27} \cdot 10^{-2} = 6.045 \times 10^{-5}$$

$$m_{y.\text{год.н}28} := 0.25 \cdot V_{\text{год}28} \cdot 10^{-2} = 6.045 \times 10^{-5}$$

$$m_{y.\text{год.н}29} := 0.25 \cdot V_{\text{год}29} \cdot 10^{-2} = 5.27 \times 10^{-3}$$

$$m_{y.\text{год.н}30} := 0.25 \cdot V_{\text{год}30} \cdot 10^{-2} = 4.34 \times 10^{-5}$$

$$m_{y.\text{год.н}31} := 0.25 \cdot V_{\text{год}31} \cdot 10^{-2} = 0.015$$

$$m_{y.\text{год.н}32} := 0.25 \cdot V_{\text{год}32} \cdot 10^{-2} = 3.762 \times 10^{-3}$$

$$m_{y.\text{год.н}33} := 0.25 \cdot V_{\text{год}33} \cdot 10^{-2} = 8.215 \times 10^{-5}$$

$$m_{y.\text{год.н}34} := 0.25 \cdot V_{\text{год}34} \cdot 10^{-2} = 1.392 \times 10^{-3}$$

$$m_{y.\text{год.н}35} := 0.25 \cdot V_{\text{год}35} \cdot 10^{-2} = 1.209 \times 10^{-3}$$

$$m_{y.\text{год.н}36} := 0.25 \cdot V_{\text{год}36} \cdot 10^{-2} = 5.75 \times 10^{-4}$$

$$m_{y.\text{год.н}37} := 0.25 \cdot V_{\text{год}37} \cdot 10^{-2} = 1.209 \times 10^{-4}$$

$$m_{y.\text{год.н}38} := 0.25 \cdot V_{\text{год}38} \cdot 10^{-2} = 3.255 \times 10^{-4}$$

$$m_{y.\text{год.н}39} := 0.25 \cdot V_{\text{год}39} \cdot 10^{-2} = 5.44 \times 10^{-3}$$

$$m_{y.\text{год.н}40} := 0.25 \cdot V_{\text{год}40} \cdot 10^{-2} = 3.022 \times 10^{-4}$$

ПРОДОЛЖЕНИЕ ПРИЛОЖЕНИЯ А

$$m_{y.\text{год.н}41} := 0.25 \cdot V_{\text{год}41} \cdot 10^{-2} = 5.922 \times 10^{-3}$$

$$m_{y.\text{год.н}42} := 0.25 \cdot V_{\text{год}42} \cdot 10^{-2} = 1.519 \times 10^{-4}$$

$$m_{y.\text{год.н}43} := 0.25 \cdot V_{\text{год}43} \cdot 10^{-2} = 2.79 \times 10^{-3}$$

$$m_{y.\text{год.н}44} := 0.25 \cdot V_{\text{год}44} \cdot 10^{-2} = 2.821 \times 10^{-4}$$

$$m_{y.\text{год.н}45} := 0.25 \cdot V_{\text{год}45} \cdot 10^{-2} = 0.016$$

$$m_{y.\text{год.н}46} := 0.25 \cdot V_{\text{год}46} \cdot 10^{-2} = 5.75 \times 10^{-4}$$

$$m_{y.\text{год.н}47} := 0.25 \cdot V_{\text{год}47} \cdot 10^{-2} = 8.215 \times 10^{-5}$$

$$m_{y.\text{год.н}48} := 0.25 \cdot V_{\text{год}48} \cdot 10^{-2} = 2.79 \times 10^{-3}$$

$$m_{y.\text{год.н}49} := 0.25 \cdot V_{\text{год}49} \cdot 10^{-2} = 6.572 \times 10^{-4}$$

$$m_{y.\text{год.н}50} := 0.25 \cdot V_{\text{год}50} \cdot 10^{-2} = 7.068 \times 10^{-3}$$

$$m_{y.\text{год.н}51} := 0.25 \cdot V_{\text{год}51} \cdot 10^{-2} = 4.107 \times 10^{-4}$$

$$m_{y.\text{год.н}52} := 0.25 \cdot V_{\text{год}52} \cdot 10^{-2} = 1.086 \times 10^{-3}$$

$$m_{y.\text{год.н}53} := 0.25 \cdot V_{\text{год}53} \cdot 10^{-2} = 1.827 \times 10^{-3}$$

$$m_{y.\text{год.н}54} := 0.25 \cdot V_{\text{год}54} \cdot 10^{-2} = 0.014$$

$$m_{y.\text{год.н}55} := 0.25 \cdot V_{\text{год}55} \cdot 10^{-2} = 2.387 \times 10^{-4}$$

$$m_{y.\text{год.н}56} := 0.25 \cdot V_{\text{год}56} \cdot 10^{-2} = 8.138 \times 10^{-3}$$

$$m_{y.\text{год.н}57} := 0.25 \cdot V_{\text{год}57} \cdot 10^{-2} = 6.51 \times 10^{-5}$$

$$m_{y.\text{год.н}58} := 0.25 \cdot V_{\text{год}58} \cdot 10^{-2} = 0.03$$

$$m_{y.\text{год.н}59} := 0.25 \cdot V_{\text{год}59} \cdot 10^{-2} = 1.209 \times 10^{-4}$$

$$m_{y.\text{год.н}60} := 0.25 \cdot V_{\text{год}60} \cdot 10^{-2} = 0.01$$

$$m_{y.\text{год.н}61} := 0.25 \cdot V_{\text{год}61} \cdot 10^{-2} = 1.02 \times 10^{-3}$$

$$m_{y.\text{год.н}62} := 0.25 \cdot V_{\text{год}62} \cdot 10^{-2} = 3.861 \times 10^{-3}$$

$$m_{y.\text{год.н}63} := 0.25 \cdot V_{\text{год}63} \cdot 10^{-2} = 1.209 \times 10^{-4}$$

$$m_{y.\text{год.н}64} := 0.25 \cdot V_{\text{год}64} \cdot 10^{-2} = 2.604 \times 10^{-3}$$

ПРОДОЛЖЕНИЕ ПРИЛОЖЕНИЯ А

$$m_{\text{у.год.н65}} := 0.25 \cdot V_{\text{год65}} \cdot 10^{-2} = 8.215 \times 10^{-5}$$

$$m_{\text{у.год.н66}} := 0.25 \cdot V_{\text{год66}} \cdot 10^{-2} = 4.692 \times 10^{-3}$$

$$m_{\text{у.год.н67}} := 0.25 \cdot V_{\text{год67}} \cdot 10^{-2} = 1.643 \times 10^{-4}$$

$$m_{\text{у.год.н68}} := 0.25 \cdot V_{\text{год68}} \cdot 10^{-2} = 1.612 \times 10^{-3}$$

$$m_{\text{у.год.н69}} := 0.25 \cdot V_{\text{год69}} \cdot 10^{-2} = 1.223 \times 10^{-3}$$

$$m_{\text{у.год.н70}} := 0.25 \cdot V_{\text{год70}} \cdot 10^{-2} = 1.209 \times 10^{-4}$$

$$m_{\text{у.год.н71}} := 0.25 \cdot V_{\text{год71}} \cdot 10^{-2} = 1.989 \times 10^{-3}$$

$$m_{\text{у.год.н72}} := 0.25 \cdot V_{\text{год72}} \cdot 10^{-2} = 3.624 \times 10^{-3}$$

$$m_{\text{у.год.н73}} := 0.25 \cdot V_{\text{год73}} \cdot 10^{-2} = 8.215 \times 10^{-5}$$

$$m_{\text{у.год.н74}} := 0.25 \cdot V_{\text{год74}} \cdot 10^{-2} = 1.268 \times 10^{-3}$$

$$m_{\text{у.год.н75}} := 0.25 \cdot V_{\text{год75}} \cdot 10^{-2} = 1.339 \times 10^{-3}$$

$$m_{\text{у.год.н76}} := 0.25 \cdot V_{\text{год76}} \cdot 10^{-2} = 3.597 \times 10^{-4}$$

$$m_{\text{у.год.н77}} := 0.25 \cdot V_{\text{год77}} \cdot 10^{-2} = 3.948 \times 10^{-3}$$

$$m_{\text{у.год.н78}} := 0.25 \cdot V_{\text{год78}} \cdot 10^{-2} = 2.853 \times 10^{-3}$$

$$m_{\text{у.год.н79}} := 0.25 \cdot V_{\text{год79}} \cdot 10^{-2} = 1.579 \times 10^{-3}$$

$$m_{\text{у.год.н80}} := 0.25 \cdot V_{\text{год80}} \cdot 10^{-2} = 1.209 \times 10^{-4}$$

$$m_{\text{у.год.н81}} := 0.25 \cdot V_{\text{год81}} \cdot 10^{-2} = 1.488 \times 10^{-3}$$

$$m_{\text{у.год.н82}} := 0.25 \cdot V_{\text{год82}} \cdot 10^{-2} = 5.535 \times 10^{-3}$$

$$m_{\text{у.год.н83}} := 0.25 \cdot V_{\text{год83}} \cdot 10^{-2} = 1.209 \times 10^{-4}$$

$$m_{\text{у.год.н84}} := 0.25 \cdot V_{\text{год84}} \cdot 10^{-2} = 6.045 \times 10^{-4}$$

$$m_{\text{у.год.н85}} := 0.25 \cdot V_{\text{год85}} \cdot 10^{-2} = 7.952 \times 10^{-3}$$

$$m_{\text{у.год.н86}} := 0.25 \cdot V_{\text{год86}} \cdot 10^{-2} = 6.045 \times 10^{-4}$$

$$m_{\text{у.год.н87}} := 0.25 \cdot V_{\text{год87}} \cdot 10^{-2} = 5.27 \times 10^{-3}$$

$$m_{\text{у.год.н88}} := 0.25 \cdot V_{\text{год88}} \cdot 10^{-2} = 0.052$$

ПРОДОЛЖЕНИЕ ПРИЛОЖЕНИЯ А

$$m_{y.\text{год.н}89} := 0.25 \cdot V_{\text{год}89} \cdot 10^{-2} = 1.807 \times 10^{-3}$$

$$m_{y.\text{год.н}90} := 0.25 \cdot V_{\text{год}90} \cdot 10^{-2} = 4.34 \times 10^{-5}$$

$$m_{y.\text{год.н}91} := 0.25 \cdot V_{\text{год}91} \cdot 10^{-2} = 3.368 \times 10^{-3}$$

$$m_{y.\text{год.н}92} := 0.25 \cdot V_{\text{год}92} \cdot 10^{-2} = 2.418 \times 10^{-4}$$

$$m_{y.\text{год.н}93} := 0.25 \cdot V_{\text{год}93} \cdot 10^{-2} = 2.384 \times 10^{-3}$$

$$m_{y.\text{год.н}94} := 0.25 \cdot V_{\text{год}94} \cdot 10^{-2} = 1.302 \times 10^{-3}$$

$$m_{y.\text{год.н}95} := 0.25 \cdot V_{\text{год}95} \cdot 10^{-2} = 4.464 \times 10^{-3}$$

$$m_{y.\text{год.н}96} := 0.25 \cdot V_{\text{год}96} \cdot 10^{-2} = 1.953 \times 10^{-3}$$

$$m_{y.\text{год.н}97} := 0.25 \cdot V_{\text{год}97} \cdot 10^{-2} = 3.162 \times 10^{-3}$$

$$m_{y.\text{год.н}98} := 0.25 \cdot V_{\text{год}98} \cdot 10^{-2} = 3.286 \times 10^{-4}$$

$$\rho_{\text{год}} := 978 \quad b := 0.6 \quad \tau_x := 5$$

$$Q_{y.\text{н}1} := m_{y.\text{год.н}1} \cdot \rho_{\text{год}} \cdot C \cdot [b \cdot \tau_{1\text{год}} + (1 - b) \cdot \tau_{2\text{год}} - \tau_x] \cdot n_{\text{год}} \cdot 10^{-6} = 1.128$$

$$Q_{y.\text{н}2} := m_{y.\text{год.н}2} \cdot \rho_{\text{год}} \cdot C \cdot [b \cdot \tau_{1\text{год}} + (1 - b) \cdot \tau_{2\text{год}} - \tau_x] \cdot n_{\text{год}} \cdot 10^{-6} = 0.141$$

$$Q_{y.\text{н}3} := m_{y.\text{год.н}3} \cdot \rho_{\text{год}} \cdot C \cdot [b \cdot \tau_{1\text{год}} + (1 - b) \cdot \tau_{2\text{год}} - \tau_x] \cdot n_{\text{год}} \cdot 10^{-6} = 4.165$$

$$Q_{y.\text{н}4} := m_{y.\text{год.н}4} \cdot \rho_{\text{год}} \cdot C \cdot [b \cdot \tau_{1\text{год}} + (1 - b) \cdot \tau_{2\text{год}} - \tau_x] \cdot n_{\text{год}} \cdot 10^{-6} = 0.429$$

$$Q_{y.\text{н}5} := m_{y.\text{год.н}5} \cdot \rho_{\text{год}} \cdot C \cdot [b \cdot \tau_{1\text{год}} + (1 - b) \cdot \tau_{2\text{год}} - \tau_x] \cdot n_{\text{год}} \cdot 10^{-6} = 2.426$$

$$Q_{y.\text{н}6} := m_{y.\text{год.н}6} \cdot \rho_{\text{год}} \cdot C \cdot [b \cdot \tau_{1\text{год}} + (1 - b) \cdot \tau_{2\text{год}} - \tau_x] \cdot n_{\text{год}} \cdot 10^{-6} = 0.012$$

$$Q_{y.\text{н}7} := m_{y.\text{год.н}7} \cdot \rho_{\text{год}} \cdot C \cdot [b \cdot \tau_{1\text{год}} + (1 - b) \cdot \tau_{2\text{год}} - \tau_x] \cdot n_{\text{год}} \cdot 10^{-6} = 2.11$$

$$Q_{y.\text{н}8} := m_{y.\text{год.н}8} \cdot \rho_{\text{год}} \cdot C \cdot [b \cdot \tau_{1\text{год}} + (1 - b) \cdot \tau_{2\text{год}} - \tau_x] \cdot n_{\text{год}} \cdot 10^{-6} = 0.186$$

$$Q_{y.\text{н}9} := m_{y.\text{год.н}9} \cdot \rho_{\text{год}} \cdot C \cdot [b \cdot \tau_{1\text{год}} + (1 - b) \cdot \tau_{2\text{год}} - \tau_x] \cdot n_{\text{год}} \cdot 10^{-6} = 2.215$$

$$Q_{y.\text{н}10} := m_{y.\text{год.н}10} \cdot \rho_{\text{год}} \cdot C \cdot [b \cdot \tau_{1\text{год}} + (1 - b) \cdot \tau_{2\text{год}} - \tau_x] \cdot n_{\text{год}} \cdot 10^{-6} = 17.722$$

$$Q_{y.\text{н}11} := m_{y.\text{год.н}11} \cdot \rho_{\text{год}} \cdot C \cdot [b \cdot \tau_{1\text{год}} + (1 - b) \cdot \tau_{2\text{год}} - \tau_x] \cdot n_{\text{год}} \cdot 10^{-6} = 0.352$$

$$Q_{y.\text{н}12} := m_{y.\text{год.н}12} \cdot \rho_{\text{год}} \cdot C \cdot [b \cdot \tau_{1\text{год}} + (1 - b) \cdot \tau_{2\text{год}} - \tau_x] \cdot n_{\text{год}} \cdot 10^{-6} = 0.896$$

ПРОДОЛЖЕНИЕ ПРИЛОЖЕНИЯ А

$$Q_{y.n84} := m_{y.год.n84} \cdot \rho_{год} \cdot C \cdot [b \cdot \tau_{1год} + (1 - b) \cdot \tau_{2год} - \tau_x] \cdot n_{год} \cdot 10^{-6} = 0.343$$

$$Q_{y.n85} := m_{y.год.n85} \cdot \rho_{год} \cdot C \cdot [b \cdot \tau_{1год} + (1 - b) \cdot \tau_{2год} - \tau_x] \cdot n_{год} \cdot 10^{-6} = 4.51$$

$$Q_{y.n86} := m_{y.год.n86} \cdot \rho_{год} \cdot C \cdot [b \cdot \tau_{1год} + (1 - b) \cdot \tau_{2год} - \tau_x] \cdot n_{год} \cdot 10^{-6} = 0.343$$

$$Q_{y.n87} := m_{y.год.n87} \cdot \rho_{год} \cdot C \cdot [b \cdot \tau_{1год} + (1 - b) \cdot \tau_{2год} - \tau_x] \cdot n_{год} \cdot 10^{-6} = 2.989$$

$$Q_{y.n88} := m_{y.год.n88} \cdot \rho_{год} \cdot C \cdot [b \cdot \tau_{1год} + (1 - b) \cdot \tau_{2год} - \tau_x] \cdot n_{год} \cdot 10^{-6} = 29.501$$

$$Q_{y.n89} := m_{y.год.n89} \cdot \rho_{год} \cdot C \cdot [b \cdot \tau_{1год} + (1 - b) \cdot \tau_{2год} - \tau_x] \cdot n_{год} \cdot 10^{-6} = 1.025$$

$$Q_{y.n90} := m_{y.год.n90} \cdot \rho_{год} \cdot C \cdot [b \cdot \tau_{1год} + (1 - b) \cdot \tau_{2год} - \tau_x] \cdot n_{год} \cdot 10^{-6} = 0.025$$

$$Q_{y.n91} := m_{y.год.n91} \cdot \rho_{год} \cdot C \cdot [b \cdot \tau_{1год} + (1 - b) \cdot \tau_{2год} - \tau_x] \cdot n_{год} \cdot 10^{-6} = 1.91$$

$$Q_{y.n92} := m_{y.год.n92} \cdot \rho_{год} \cdot C \cdot [b \cdot \tau_{1год} + (1 - b) \cdot \tau_{2год} - \tau_x] \cdot n_{год} \cdot 10^{-6} = 0.137$$

$$Q_{y.n93} := m_{y.год.n93} \cdot \rho_{год} \cdot C \cdot [b \cdot \tau_{1год} + (1 - b) \cdot \tau_{2год} - \tau_x] \cdot n_{год} \cdot 10^{-6} = 1.352$$

$$Q_{y.n94} := m_{y.год.n94} \cdot \rho_{год} \cdot C \cdot [b \cdot \tau_{1год} + (1 - b) \cdot \tau_{2год} - \tau_x] \cdot n_{год} \cdot 10^{-6} = 0.738$$

$$Q_{y.n95} := m_{y.год.n95} \cdot \rho_{год} \cdot C \cdot [b \cdot \tau_{1год} + (1 - b) \cdot \tau_{2год} - \tau_x] \cdot n_{год} \cdot 10^{-6} = 2.532$$

$$Q_{y.n96} := m_{y.год.n96} \cdot \rho_{год} \cdot C \cdot [b \cdot \tau_{1год} + (1 - b) \cdot \tau_{2год} - \tau_x] \cdot n_{год} \cdot 10^{-6} = 1.108$$

$$Q_{y.n97} := m_{y.год.n97} \cdot \rho_{год} \cdot C \cdot [b \cdot \tau_{1год} + (1 - b) \cdot \tau_{2год} - \tau_x] \cdot n_{год} \cdot 10^{-6} = 1.793$$

$$Q_{y.n98} := m_{y.год.n98} \cdot \rho_{год} \cdot C \cdot [b \cdot \tau_{1год} + (1 - b) \cdot \tau_{2год} - \tau_x] \cdot n_{год} \cdot 10^{-6} = 0.186$$

$$\tau_{зап} := 40$$

$$\rho_{зап} := 992.18$$

$$Q_{зап1} := 1.5 \cdot V_{год1} \cdot \rho_{зап} \cdot C \cdot (\tau_{зап} - \tau_x) \cdot 10^{-6} = 0.041$$

$$Q_{зап2} := 1.5 \cdot V_{год2} \cdot \rho_{зап} \cdot C \cdot (\tau_{зап} - \tau_x) \cdot 10^{-6} = 5.167 \times 10^{-3}$$

$$Q_{зап3} := 1.5 \cdot V_{год3} \cdot \rho_{зап} \cdot C \cdot (\tau_{зап} - \tau_x) \cdot 10^{-6} = 0.153$$

$$Q_{зап4} := 1.5 \cdot V_{год4} \cdot \rho_{зап} \cdot C \cdot (\tau_{зап} - \tau_x) \cdot 10^{-6} = 0.016$$

$$Q_{зап5} := 1.5 \cdot V_{год5} \cdot \rho_{зап} \cdot C \cdot (\tau_{зап} - \tau_x) \cdot 10^{-6} = 0.089$$

$$Q_{зап6} := 1.5 \cdot V_{год6} \cdot \rho_{зап} \cdot C \cdot (\tau_{зап} - \tau_x) \cdot 10^{-6} = 4.521 \times 10^{-4}$$

$$Q_{зап7} := 1.5 \cdot V_{год7} \cdot \rho_{зап} \cdot C \cdot (\tau_{зап} - \tau_x) \cdot 10^{-6} = 0.078$$

ПРОДОЛЖЕНИЕ ПРИЛОЖЕНИЯ А

$$Q_{\text{зап}8} := 1.5 \cdot V_{\text{год}8} \cdot \rho_{\text{зап}} \cdot C \cdot (\tau_{\text{зап}} - \tau_{\text{х}}) \cdot 10^{-6} = 6.847 \times 10^{-3}$$

$$Q_{\text{зап}9} := 1.5 \cdot V_{\text{год}9} \cdot \rho_{\text{зап}} \cdot C \cdot (\tau_{\text{зап}} - \tau_{\text{х}}) \cdot 10^{-6} = 0.081$$

$$Q_{\text{зап}10} := 1.5 \cdot V_{\text{год}10} \cdot \rho_{\text{зап}} \cdot C \cdot (\tau_{\text{зап}} - \tau_{\text{х}}) \cdot 10^{-6} = 0.651$$

$$Q_{\text{зап}11} := 1.5 \cdot V_{\text{год}11} \cdot \rho_{\text{зап}} \cdot C \cdot (\tau_{\text{зап}} - \tau_{\text{х}}) \cdot 10^{-6} = 0.013$$

$$Q_{\text{зап}12} := 1.5 \cdot V_{\text{год}12} \cdot \rho_{\text{зап}} \cdot C \cdot (\tau_{\text{зап}} - \tau_{\text{х}}) \cdot 10^{-6} = 0.033$$

$$Q_{\text{зап}13} := 1.5 \cdot V_{\text{год}13} \cdot \rho_{\text{зап}} \cdot C \cdot (\tau_{\text{зап}} - \tau_{\text{х}}) \cdot 10^{-6} = 0.133$$

$$Q_{\text{зап}14} := 1.5 \cdot V_{\text{год}14} \cdot \rho_{\text{зап}} \cdot C \cdot (\tau_{\text{зап}} - \tau_{\text{х}}) \cdot 10^{-6} = 1.26 \times 10^{-3}$$

$$Q_{\text{зап}15} := 1.5 \cdot V_{\text{год}15} \cdot \rho_{\text{зап}} \cdot C \cdot (\tau_{\text{зап}} - \tau_{\text{х}}) \cdot 10^{-6} = 0.035$$

$$Q_{\text{зап}16} := 1.5 \cdot V_{\text{год}16} \cdot \rho_{\text{зап}} \cdot C \cdot (\tau_{\text{зап}} - \tau_{\text{х}}) \cdot 10^{-6} = 0.026$$

$$Q_{\text{зап}17} := 1.5 \cdot V_{\text{год}17} \cdot \rho_{\text{зап}} \cdot C \cdot (\tau_{\text{зап}} - \tau_{\text{х}}) \cdot 10^{-6} = 0.192$$

$$Q_{\text{зап}18} := 1.5 \cdot V_{\text{год}18} \cdot \rho_{\text{зап}} \cdot C \cdot (\tau_{\text{зап}} - \tau_{\text{х}}) \cdot 10^{-6} = 3.423 \times 10^{-3}$$

$$Q_{\text{зап}19} := 1.5 \cdot V_{\text{год}19} \cdot \rho_{\text{зап}} \cdot C \cdot (\tau_{\text{зап}} - \tau_{\text{х}}) \cdot 10^{-6} = 0.316$$

$$Q_{\text{зап}20} := 1.5 \cdot V_{\text{год}20} \cdot \rho_{\text{зап}} \cdot C \cdot (\tau_{\text{зап}} - \tau_{\text{х}}) \cdot 10^{-6} = 0.01$$

$$Q_{\text{зап}21} := 1.5 \cdot V_{\text{год}21} \cdot \rho_{\text{зап}} \cdot C \cdot (\tau_{\text{зап}} - \tau_{\text{х}}) \cdot 10^{-6} = 0.264$$

$$Q_{\text{зап}22} := 1.5 \cdot V_{\text{год}22} \cdot \rho_{\text{зап}} \cdot C \cdot (\tau_{\text{зап}} - \tau_{\text{х}}) \cdot 10^{-6} = 0.112$$

$$Q_{\text{зап}23} := 1.5 \cdot V_{\text{год}23} \cdot \rho_{\text{зап}} \cdot C \cdot (\tau_{\text{зап}} - \tau_{\text{х}}) \cdot 10^{-6} = 3.617 \times 10^{-3}$$

$$Q_{\text{зап}24} := 1.5 \cdot V_{\text{год}24} \cdot \rho_{\text{зап}} \cdot C \cdot (\tau_{\text{зап}} - \tau_{\text{х}}) \cdot 10^{-6} = 0.253$$

$$Q_{\text{зап}25} := 1.5 \cdot V_{\text{год}25} \cdot \rho_{\text{зап}} \cdot C \cdot (\tau_{\text{зап}} - \tau_{\text{х}}) \cdot 10^{-6} = 2.519 \times 10^{-3}$$

$$Q_{\text{зап}26} := 1.5 \cdot V_{\text{год}26} \cdot \rho_{\text{зап}} \cdot C \cdot (\tau_{\text{зап}} - \tau_{\text{х}}) \cdot 10^{-6} = 0.22$$

$$Q_{\text{зап}27} := 1.5 \cdot V_{\text{год}27} \cdot \rho_{\text{зап}} \cdot C \cdot (\tau_{\text{зап}} - \tau_{\text{х}}) \cdot 10^{-6} = 1.26 \times 10^{-3}$$

$$Q_{\text{зап}28} := 1.5 \cdot V_{\text{год}28} \cdot \rho_{\text{зап}} \cdot C \cdot (\tau_{\text{зап}} - \tau_{\text{х}}) \cdot 10^{-6} = 1.26 \times 10^{-3}$$

$$Q_{\text{зап}29} := 1.5 \cdot V_{\text{год}29} \cdot \rho_{\text{зап}} \cdot C \cdot (\tau_{\text{зап}} - \tau_{\text{х}}) \cdot 10^{-6} = 0.11$$

$$Q_{\text{зап}30} := 1.5 \cdot V_{\text{год}30} \cdot \rho_{\text{зап}} \cdot C \cdot (\tau_{\text{зап}} - \tau_{\text{х}}) \cdot 10^{-6} = 9.043 \times 10^{-4}$$

ПРОДОЛЖЕНИЕ ПРИЛОЖЕНИЯ А

$$Q_{\text{зап}31} := 1.5 \cdot V_{\text{год}31} \cdot \rho_{\text{зап}} \cdot C \cdot (\tau_{\text{зап}} - \tau_{\text{х}}) \cdot 10^{-6} = 0.307$$

$$Q_{\text{зап}32} := 1.5 \cdot V_{\text{год}32} \cdot \rho_{\text{зап}} \cdot C \cdot (\tau_{\text{зап}} - \tau_{\text{х}}) \cdot 10^{-6} = 0.078$$

$$Q_{\text{зап}33} := 1.5 \cdot V_{\text{год}33} \cdot \rho_{\text{зап}} \cdot C \cdot (\tau_{\text{зап}} - \tau_{\text{х}}) \cdot 10^{-6} = 1.712 \times 10^{-3}$$

$$Q_{\text{зап}34} := 1.5 \cdot V_{\text{год}34} \cdot \rho_{\text{зап}} \cdot C \cdot (\tau_{\text{зап}} - \tau_{\text{х}}) \cdot 10^{-6} = 0.029$$

$$Q_{\text{зап}35} := 1.5 \cdot V_{\text{год}35} \cdot \rho_{\text{зап}} \cdot C \cdot (\tau_{\text{зап}} - \tau_{\text{х}}) \cdot 10^{-6} = 0.025$$

$$Q_{\text{зап}36} := 1.5 \cdot V_{\text{год}36} \cdot \rho_{\text{зап}} \cdot C \cdot (\tau_{\text{зап}} - \tau_{\text{х}}) \cdot 10^{-6} = 0.012$$

$$Q_{\text{зап}37} := 1.5 \cdot V_{\text{год}37} \cdot \rho_{\text{зап}} \cdot C \cdot (\tau_{\text{зап}} - \tau_{\text{х}}) \cdot 10^{-6} = 2.519 \times 10^{-3}$$

$$Q_{\text{зап}38} := 1.5 \cdot V_{\text{год}38} \cdot \rho_{\text{зап}} \cdot C \cdot (\tau_{\text{зап}} - \tau_{\text{х}}) \cdot 10^{-6} = 6.782 \times 10^{-3}$$

$$Q_{\text{зап}39} := 1.5 \cdot V_{\text{год}39} \cdot \rho_{\text{зап}} \cdot C \cdot (\tau_{\text{зап}} - \tau_{\text{х}}) \cdot 10^{-6} = 0.113$$

$$Q_{\text{зап}40} := 1.5 \cdot V_{\text{год}40} \cdot \rho_{\text{зап}} \cdot C \cdot (\tau_{\text{зап}} - \tau_{\text{х}}) \cdot 10^{-6} = 6.298 \times 10^{-3}$$

$$Q_{\text{зап}41} := 1.5 \cdot V_{\text{год}41} \cdot \rho_{\text{зап}} \cdot C \cdot (\tau_{\text{зап}} - \tau_{\text{х}}) \cdot 10^{-6} = 0.123$$

$$Q_{\text{зап}42} := 1.5 \cdot V_{\text{год}42} \cdot \rho_{\text{зап}} \cdot C \cdot (\tau_{\text{зап}} - \tau_{\text{х}}) \cdot 10^{-6} = 3.165 \times 10^{-3}$$

$$Q_{\text{зап}43} := 1.5 \cdot V_{\text{год}43} \cdot \rho_{\text{зап}} \cdot C \cdot (\tau_{\text{зап}} - \tau_{\text{х}}) \cdot 10^{-6} = 0.058$$

$$Q_{\text{зап}44} := 1.5 \cdot V_{\text{год}44} \cdot \rho_{\text{зап}} \cdot C \cdot (\tau_{\text{зап}} - \tau_{\text{х}}) \cdot 10^{-6} = 5.878 \times 10^{-3}$$

$$Q_{\text{зап}45} := 1.5 \cdot V_{\text{год}45} \cdot \rho_{\text{зап}} \cdot C \cdot (\tau_{\text{зап}} - \tau_{\text{х}}) \cdot 10^{-6} = 0.343$$

$$Q_{\text{зап}46} := 1.5 \cdot V_{\text{год}46} \cdot \rho_{\text{зап}} \cdot C \cdot (\tau_{\text{зап}} - \tau_{\text{х}}) \cdot 10^{-6} = 0.012$$

$$Q_{\text{зап}47} := 1.5 \cdot V_{\text{год}47} \cdot \rho_{\text{зап}} \cdot C \cdot (\tau_{\text{зап}} - \tau_{\text{х}}) \cdot 10^{-6} = 1.712 \times 10^{-3}$$

$$Q_{\text{зап}48} := 1.5 \cdot V_{\text{год}48} \cdot \rho_{\text{зап}} \cdot C \cdot (\tau_{\text{зап}} - \tau_{\text{х}}) \cdot 10^{-6} = 0.058$$

$$Q_{\text{зап}49} := 1.5 \cdot V_{\text{год}49} \cdot \rho_{\text{зап}} \cdot C \cdot (\tau_{\text{зап}} - \tau_{\text{х}}) \cdot 10^{-6} = 0.014$$

$$Q_{\text{зап}50} := 1.5 \cdot V_{\text{год}50} \cdot \rho_{\text{зап}} \cdot C \cdot (\tau_{\text{зап}} - \tau_{\text{х}}) \cdot 10^{-6} = 0.147$$

$$Q_{\text{зап}51} := 1.5 \cdot V_{\text{год}51} \cdot \rho_{\text{зап}} \cdot C \cdot (\tau_{\text{зап}} - \tau_{\text{х}}) \cdot 10^{-6} = 8.558 \times 10^{-3}$$

$$Q_{\text{зап}52} := 1.5 \cdot V_{\text{год}52} \cdot \rho_{\text{зап}} \cdot C \cdot (\tau_{\text{зап}} - \tau_{\text{х}}) \cdot 10^{-6} = 0.023$$

$$Q_{\text{зап}53} := 1.5 \cdot V_{\text{год}53} \cdot \rho_{\text{зап}} \cdot C \cdot (\tau_{\text{зап}} - \tau_{\text{х}}) \cdot 10^{-6} = 0.038$$

ПРОДОЛЖЕНИЕ ПРИЛОЖЕНИЯ А

$$Q_{\text{зап}54} := 1.5 \cdot V_{\text{год}54} \cdot \rho_{\text{зап}} \cdot C \cdot (\tau_{\text{зап}} - \tau_{\text{х}}) \cdot 10^{-6} = 0.291$$

$$Q_{\text{зап}55} := 1.5 \cdot V_{\text{год}55} \cdot \rho_{\text{зап}} \cdot C \cdot (\tau_{\text{зап}} - \tau_{\text{х}}) \cdot 10^{-6} = 4.974 \times 10^{-3}$$

$$Q_{\text{зап}56} := 1.5 \cdot V_{\text{год}56} \cdot \rho_{\text{зап}} \cdot C \cdot (\tau_{\text{зап}} - \tau_{\text{х}}) \cdot 10^{-6} = 0.17$$

$$Q_{\text{зап}57} := 1.5 \cdot V_{\text{год}57} \cdot \rho_{\text{зап}} \cdot C \cdot (\tau_{\text{зап}} - \tau_{\text{х}}) \cdot 10^{-6} = 1.356 \times 10^{-3}$$

$$Q_{\text{зап}58} := 1.5 \cdot V_{\text{год}58} \cdot \rho_{\text{зап}} \cdot C \cdot (\tau_{\text{зап}} - \tau_{\text{х}}) \cdot 10^{-6} = 0.63$$

$$Q_{\text{зап}59} := 1.5 \cdot V_{\text{год}59} \cdot \rho_{\text{зап}} \cdot C \cdot (\tau_{\text{зап}} - \tau_{\text{х}}) \cdot 10^{-6} = 2.519 \times 10^{-3}$$

$$Q_{\text{зап}60} := 1.5 \cdot V_{\text{год}60} \cdot \rho_{\text{зап}} \cdot C \cdot (\tau_{\text{зап}} - \tau_{\text{х}}) \cdot 10^{-6} = 0.218$$

$$Q_{\text{зап}61} := 1.5 \cdot V_{\text{год}61} \cdot \rho_{\text{зап}} \cdot C \cdot (\tau_{\text{зап}} - \tau_{\text{х}}) \cdot 10^{-6} = 0.021$$

$$Q_{\text{зап}62} := 1.5 \cdot V_{\text{год}62} \cdot \rho_{\text{зап}} \cdot C \cdot (\tau_{\text{зап}} - \tau_{\text{х}}) \cdot 10^{-6} = 0.08$$

$$Q_{\text{зап}63} := 1.5 \cdot V_{\text{год}63} \cdot \rho_{\text{зап}} \cdot C \cdot (\tau_{\text{зап}} - \tau_{\text{х}}) \cdot 10^{-6} = 2.519 \times 10^{-3}$$

$$Q_{\text{зап}64} := 1.5 \cdot V_{\text{год}64} \cdot \rho_{\text{зап}} \cdot C \cdot (\tau_{\text{зап}} - \tau_{\text{х}}) \cdot 10^{-6} = 0.054$$

$$Q_{\text{зап}65} := 1.5 \cdot V_{\text{год}65} \cdot \rho_{\text{зап}} \cdot C \cdot (\tau_{\text{зап}} - \tau_{\text{х}}) \cdot 10^{-6} = 1.712 \times 10^{-3}$$

$$Q_{\text{зап}66} := 1.5 \cdot V_{\text{год}66} \cdot \rho_{\text{зап}} \cdot C \cdot (\tau_{\text{зап}} - \tau_{\text{х}}) \cdot 10^{-6} = 0.098$$

$$Q_{\text{зап}67} := 1.5 \cdot V_{\text{год}67} \cdot \rho_{\text{зап}} \cdot C \cdot (\tau_{\text{зап}} - \tau_{\text{х}}) \cdot 10^{-6} = 3.423 \times 10^{-3}$$

$$Q_{\text{зап}68} := 1.5 \cdot V_{\text{год}68} \cdot \rho_{\text{зап}} \cdot C \cdot (\tau_{\text{зап}} - \tau_{\text{х}}) \cdot 10^{-6} = 0.034$$

$$Q_{\text{зап}69} := 1.5 \cdot V_{\text{год}69} \cdot \rho_{\text{зап}} \cdot C \cdot (\tau_{\text{зап}} - \tau_{\text{х}}) \cdot 10^{-6} = 0.025$$

$$Q_{\text{зап}70} := 1.5 \cdot V_{\text{год}70} \cdot \rho_{\text{зап}} \cdot C \cdot (\tau_{\text{зап}} - \tau_{\text{х}}) \cdot 10^{-6} = 2.519 \times 10^{-3}$$

$$Q_{\text{зап}71} := 1.5 \cdot V_{\text{год}71} \cdot \rho_{\text{зап}} \cdot C \cdot (\tau_{\text{зап}} - \tau_{\text{х}}) \cdot 10^{-6} = 0.041$$

$$Q_{\text{зап}72} := 1.5 \cdot V_{\text{год}72} \cdot \rho_{\text{зап}} \cdot C \cdot (\tau_{\text{зап}} - \tau_{\text{х}}) \cdot 10^{-6} = 0.076$$

$$Q_{\text{зап}73} := 1.5 \cdot V_{\text{год}73} \cdot \rho_{\text{зап}} \cdot C \cdot (\tau_{\text{зап}} - \tau_{\text{х}}) \cdot 10^{-6} = 1.712 \times 10^{-3}$$

$$Q_{\text{зап}74} := 1.5 \cdot V_{\text{год}74} \cdot \rho_{\text{зап}} \cdot C \cdot (\tau_{\text{зап}} - \tau_{\text{х}}) \cdot 10^{-6} = 0.026$$

$$Q_{\text{зап}75} := 1.5 \cdot V_{\text{год}75} \cdot \rho_{\text{зап}} \cdot C \cdot (\tau_{\text{зап}} - \tau_{\text{х}}) \cdot 10^{-6} = 0.028$$

$$Q_{\text{зап}76} := 1.5 \cdot V_{\text{год}76} \cdot \rho_{\text{зап}} \cdot C \cdot (\tau_{\text{зап}} - \tau_{\text{х}}) \cdot 10^{-6} = 7.495 \times 10^{-3}$$

ПРОДОЛЖЕНИЕ ПРИЛОЖЕНИЯ А

$$Q_{\text{зап}77} := 1.5 \cdot V_{\text{год}77} \cdot \rho_{\text{зап}} \cdot C \cdot (\tau_{\text{зап}} - \tau_{\text{х}}) \cdot 10^{-6} = 0.082$$

$$Q_{\text{зап}78} := 1.5 \cdot V_{\text{год}78} \cdot \rho_{\text{зап}} \cdot C \cdot (\tau_{\text{зап}} - \tau_{\text{х}}) \cdot 10^{-6} = 0.059$$

$$Q_{\text{зап}79} := 1.5 \cdot V_{\text{год}79} \cdot \rho_{\text{зап}} \cdot C \cdot (\tau_{\text{зап}} - \tau_{\text{х}}) \cdot 10^{-6} = 0.033$$

$$Q_{\text{зап}80} := 1.5 \cdot V_{\text{год}80} \cdot \rho_{\text{зап}} \cdot C \cdot (\tau_{\text{зап}} - \tau_{\text{х}}) \cdot 10^{-6} = 2.519 \times 10^{-3}$$

$$Q_{\text{зап}81} := 1.5 \cdot V_{\text{год}81} \cdot \rho_{\text{зап}} \cdot C \cdot (\tau_{\text{зап}} - \tau_{\text{х}}) \cdot 10^{-6} = 0.031$$

$$Q_{\text{зап}82} := 1.5 \cdot V_{\text{год}82} \cdot \rho_{\text{зап}} \cdot C \cdot (\tau_{\text{зап}} - \tau_{\text{х}}) \cdot 10^{-6} = 0.115$$

$$Q_{\text{зап}83} := 1.5 \cdot V_{\text{год}83} \cdot \rho_{\text{зап}} \cdot C \cdot (\tau_{\text{зап}} - \tau_{\text{х}}) \cdot 10^{-6} = 2.519 \times 10^{-3}$$

$$Q_{\text{зап}84} := 1.5 \cdot V_{\text{год}84} \cdot \rho_{\text{зап}} \cdot C \cdot (\tau_{\text{зап}} - \tau_{\text{х}}) \cdot 10^{-6} = 0.013$$

$$Q_{\text{зап}85} := 1.5 \cdot V_{\text{год}85} \cdot \rho_{\text{зап}} \cdot C \cdot (\tau_{\text{зап}} - \tau_{\text{х}}) \cdot 10^{-6} = 0.166$$

$$Q_{\text{зап}86} := 1.5 \cdot V_{\text{год}86} \cdot \rho_{\text{зап}} \cdot C \cdot (\tau_{\text{зап}} - \tau_{\text{х}}) \cdot 10^{-6} = 0.013$$

$$Q_{\text{зап}87} := 1.5 \cdot V_{\text{год}87} \cdot \rho_{\text{зап}} \cdot C \cdot (\tau_{\text{зап}} - \tau_{\text{х}}) \cdot 10^{-6} = 0.11$$

$$Q_{\text{зап}88} := 1.5 \cdot V_{\text{год}88} \cdot \rho_{\text{зап}} \cdot C \cdot (\tau_{\text{зап}} - \tau_{\text{х}}) \cdot 10^{-6} = 1.084$$

$$Q_{\text{зап}89} := 1.5 \cdot V_{\text{год}89} \cdot \rho_{\text{зап}} \cdot C \cdot (\tau_{\text{зап}} - \tau_{\text{х}}) \cdot 10^{-6} = 0.038$$

$$Q_{\text{зап}90} := 1.5 \cdot V_{\text{год}90} \cdot \rho_{\text{зап}} \cdot C \cdot (\tau_{\text{зап}} - \tau_{\text{х}}) \cdot 10^{-6} = 9.043 \times 10^{-4}$$

$$Q_{\text{зап}91} := 1.5 \cdot V_{\text{год}91} \cdot \rho_{\text{зап}} \cdot C \cdot (\tau_{\text{зап}} - \tau_{\text{х}}) \cdot 10^{-6} = 0.07$$

$$Q_{\text{зап}92} := 1.5 \cdot V_{\text{год}92} \cdot \rho_{\text{зап}} \cdot C \cdot (\tau_{\text{зап}} - \tau_{\text{х}}) \cdot 10^{-6} = 5.038 \times 10^{-3}$$

$$Q_{\text{зап}93} := 1.5 \cdot V_{\text{год}93} \cdot \rho_{\text{зап}} \cdot C \cdot (\tau_{\text{зап}} - \tau_{\text{х}}) \cdot 10^{-6} = 0.05$$

$$Q_{\text{зап}94} := 1.5 \cdot V_{\text{год}94} \cdot \rho_{\text{зап}} \cdot C \cdot (\tau_{\text{зап}} - \tau_{\text{х}}) \cdot 10^{-6} = 0.027$$

$$Q_{\text{зап}95} := 1.5 \cdot V_{\text{год}95} \cdot \rho_{\text{зап}} \cdot C \cdot (\tau_{\text{зап}} - \tau_{\text{х}}) \cdot 10^{-6} = 0.093$$

$$Q_{\text{зап}96} := 1.5 \cdot V_{\text{год}96} \cdot \rho_{\text{зап}} \cdot C \cdot (\tau_{\text{зап}} - \tau_{\text{х}}) \cdot 10^{-6} = 0.041$$

$$Q_{\text{зап}97} := 1.5 \cdot V_{\text{год}97} \cdot \rho_{\text{зап}} \cdot C \cdot (\tau_{\text{зап}} - \tau_{\text{х}}) \cdot 10^{-6} = 0.066$$

$$Q_{\text{зап}98} := 1.5 \cdot V_{\text{год}98} \cdot \rho_{\text{зап}} \cdot C \cdot (\tau_{\text{зап}} - \tau_{\text{х}}) \cdot 10^{-6} = 6.847 \times 10^{-3}$$

ПРОДОЛЖЕНИЕ ПРИЛОЖЕНИЯ А

$q_{п1} := 24.33$	$q_{п18} := 25$	$q_{п35} := 24.33$	$q_{п52} := 25$	$q_{п69} := 24.33$	$q_{п86} := 24.33$
$q_{п2} := 28$	$q_{п19} := 44$	$q_{п36} := 25$	$q_{п53} := 24.33$	$q_{п70} := 24.33$	$q_{п87} := 44$
$q_{п3} := 28$	$q_{п20} := 19$	$q_{п37} := 24.33$	$q_{п54} := 59$	$q_{п71} := 24.33$	$q_{п88} := 122$
$q_{п4} := 28$	$q_{п21} := 44$	$q_{п38} := 19$	$q_{п55} := 19$	$q_{п72} := 28$	$q_{п89} := 25$
$q_{п5} := 32$	$q_{п22} := 44$	$q_{п39} := 44$	$q_{п56} := 59$	$q_{п73} := 25$	$q_{п90} := 19$
$q_{п6} := 19$	$q_{п23} := 19$	$q_{п40} := 24.33$	$q_{п57} := 19$	$q_{п74} := 28$	$q_{п91} := 25$
$q_{п7} := 32$	$q_{п24} := 44$	$q_{п41} := 35$	$q_{п58} := 59$	$q_{п75} := 25$	$q_{п92} := 24.33$
$q_{п8} := 25$	$q_{п25} := 24.33$	$q_{п42} := 19$	$q_{п59} := 24.33$	$q_{п76} := 24.33$	$q_{п93} := 28$
$q_{п9} := 35$	$q_{п26} := 44$	$q_{п43} := 35$	$q_{п60} := 59$	$q_{п77} := 32$	$q_{п94} := 32$
$q_{п10} := 32$	$q_{п27} := 24.33$	$q_{п44} := 19$	$q_{п61} := 32$	$q_{п78} := 35$	$q_{п95} := 35$
$q_{п11} := 28$	$q_{п28} := 24.33$	$q_{п45} := 35$	$q_{п62} := 25$	$q_{п79} := 25$	$q_{п96} := 35$
$q_{п12} := 25$	$q_{п29} := 44$	$q_{п46} := 25$	$q_{п63} := 24.33$	$q_{п80} := 24.33$	$q_{п97} := 13$
$q_{п13} := 44$	$q_{п30} := 19$	$q_{п47} := 25$	$q_{п64} := 28$	$q_{п81} := 28$	$q_{п98} := 122$
$q_{п14} := 18$	$q_{п31} := 44$	$q_{п48} := 32$	$q_{п65} := 25$	$q_{п82} := 44$	
$q_{п15} := 32$	$q_{п32} := 32$	$q_{п49} := 25$	$q_{п66} := 32$	$q_{п83} := 24.33$	$\beta := 1.15$
$q_{п16} := 28$	$q_{п33} := 25$	$q_{п50} := 32$	$q_{п67} := 25$	$q_{п84} := 24.33$	
$q_{п17} := 44$	$q_{п34} := 28$	$q_{п51} := 25$	$q_{п68} := 32$	$q_{п85} := 44$	

Надземная прокладка

$Q_{из1} := q_{п1} \cdot l_1 \cdot \beta \cdot 10^{-6} = 2.854 \times 10^{-3}$	$Q_{из50} := q_{п50} \cdot l_{50} \cdot \beta \cdot 10^{-6} = 4.335 \times 10^{-3}$
$Q_{из2} := q_{п2} \cdot l_2 \cdot \beta \cdot 10^{-6} = 1.996 \times 10^{-4}$	$Q_{из51} := q_{п51} \cdot l_{51} \cdot \beta \cdot 10^{-6} = 4.456 \times 10^{-4}$
$Q_{из3} := q_{п3} \cdot l_3 \cdot \beta \cdot 10^{-6} = 5.912 \times 10^{-3}$	$Q_{из52} := q_{п52} \cdot l_{52} \cdot \beta \cdot 10^{-6} = 1.179 \times 10^{-3}$
$Q_{из4} := q_{п4} \cdot l_4 \cdot \beta \cdot 10^{-6} = 6.086 \times 10^{-4}$	$Q_{из53} := q_{п53} \cdot l_{53} \cdot \beta \cdot 10^{-6} = 2.622 \times 10^{-3}$
$Q_{из5} := q_{п5} \cdot l_5 \cdot \beta \cdot 10^{-6} = 2.624 \times 10^{-3}$	$Q_{из54} := q_{п54} \cdot l_{54} \cdot \beta \cdot 10^{-6} = 2.524 \times 10^{-3}$
$Q_{из6} := q_{п6} \cdot l_6 \cdot \beta \cdot 10^{-6} = 6.773 \times 10^{-5}$	$Q_{из55} := q_{п55} \cdot l_{55} \cdot \beta \cdot 10^{-6} = 7.451 \times 10^{-4}$
$Q_{из7} := q_{п7} \cdot l_7 \cdot \beta \cdot 10^{-6} = 2.282 \times 10^{-3}$	$Q_{из56} := q_{п56} \cdot l_{56} \cdot \beta \cdot 10^{-6} = 1.472 \times 10^{-3}$
$Q_{из8} := q_{п8} \cdot l_8 \cdot \beta \cdot 10^{-6} = 3.565 \times 10^{-4}$	$Q_{из57} := q_{п57} \cdot l_{57} \cdot \beta \cdot 10^{-6} = 2.032 \times 10^{-4}$
$Q_{из9} := q_{п9} \cdot l_9 \cdot \beta \cdot 10^{-6} = 1.747 \times 10^{-3}$	$Q_{из58} := q_{п58} \cdot l_{58} \cdot \beta \cdot 10^{-6} = 5.469 \times 10^{-3}$

ПРОДОЛЖЕНИЕ ПРИЛОЖЕНИЯ А

$$\begin{aligned}
 Q_{из10} &:= q_{п10} \cdot l_{10} \cdot \beta \cdot 10^{-6} = 2.053 \times 10^{-3} & Q_{из59} &:= q_{п59} \cdot l_{59} \cdot \beta \cdot 10^{-6} = 1.735 \times 10^{-4} \\
 Q_{из11} &:= q_{п11} \cdot l_{11} \cdot \beta \cdot 10^{-6} = 4.991 \times 10^{-4} & Q_{из60} &:= q_{п60} \cdot l_{60} \cdot \beta \cdot 10^{-6} = 1.893 \times 10^{-3} \\
 Q_{из12} &:= q_{п12} \cdot l_{12} \cdot \beta \cdot 10^{-6} = 1.713 \times 10^{-3} & Q_{из61} &:= q_{п61} \cdot l_{61} \cdot \beta \cdot 10^{-6} = 9.384 \times 10^{-4} \\
 Q_{из13} &:= q_{п13} \cdot l_{13} \cdot \beta \cdot 10^{-6} = 2.388 \times 10^{-3} & Q_{из62} &:= q_{п62} \cdot l_{62} \cdot \beta \cdot 10^{-6} = 4.189 \times 10^{-3} \\
 Q_{из14} &:= q_{п14} \cdot l_{14} \cdot \beta \cdot 10^{-6} = 1.925 \times 10^{-4} & Q_{из63} &:= q_{п63} \cdot l_{63} \cdot \beta \cdot 10^{-6} = 1.735 \times 10^{-4} \\
 Q_{из15} &:= q_{п15} \cdot l_{15} \cdot \beta \cdot 10^{-6} = 1.027 \times 10^{-3} & Q_{из64} &:= q_{п64} \cdot l_{64} \cdot \beta \cdot 10^{-6} = 2.096 \times 10^{-3} \\
 Q_{из16} &:= q_{п16} \cdot l_{16} \cdot \beta \cdot 10^{-6} = 9.982 \times 10^{-4} & Q_{из65} &:= q_{п65} \cdot l_{65} \cdot \beta \cdot 10^{-6} = 8.912 \times 10^{-5} \\
 Q_{из17} &:= q_{п17} \cdot l_{17} \cdot \beta \cdot 10^{-6} = 3.451 \times 10^{-3} & Q_{из66} &:= q_{п66} \cdot l_{66} \cdot \beta \cdot 10^{-6} = 2.878 \times 10^{-3} \\
 Q_{из18} &:= q_{п18} \cdot l_{18} \cdot \beta \cdot 10^{-6} = 1.782 \times 10^{-4} & Q_{из67} &:= q_{п67} \cdot l_{67} \cdot \beta \cdot 10^{-6} = 1.782 \times 10^{-4} \\
 Q_{из19} &:= q_{п19} \cdot l_{19} \cdot \beta \cdot 10^{-6} = 5.682 \times 10^{-3} & Q_{из68} &:= q_{п68} \cdot l_{68} \cdot \beta \cdot 10^{-6} = 1.483 \times 10^{-3} \\
 Q_{из20} &:= q_{п20} \cdot l_{20} \cdot \beta \cdot 10^{-6} = 1.558 \times 10^{-3} & Q_{из69} &:= q_{п69} \cdot l_{69} \cdot \beta \cdot 10^{-6} = 1.754 \times 10^{-3} \\
 Q_{из21} &:= q_{п21} \cdot l_{21} \cdot \beta \cdot 10^{-6} = 4.741 \times 10^{-3} & Q_{из70} &:= q_{п70} \cdot l_{70} \cdot \beta \cdot 10^{-6} = 1.735 \times 10^{-4} \\
 Q_{из22} &:= q_{п22} \cdot l_{22} \cdot \beta \cdot 10^{-6} = 1.604 \times 10^{-3} & Q_{из71} &:= q_{п71} \cdot l_{71} \cdot \beta \cdot 10^{-6} = 2.641 \times 10^{-3} \\
 Q_{из23} &:= q_{п23} \cdot l_{23} \cdot \beta \cdot 10^{-6} = 5.419 \times 10^{-4} & Q_{из72} &:= q_{п72} \cdot l_{72} \cdot \beta \cdot 10^{-6} = 2.917 \times 10^{-3} \\
 Q_{из24} &:= q_{п24} \cdot l_{24} \cdot \beta \cdot 10^{-6} = 3.608 \times 10^{-3} & Q_{из73} &:= q_{п73} \cdot l_{73} \cdot \beta \cdot 10^{-6} = 8.912 \times 10^{-5} \\
 Q_{из25} &:= q_{п25} \cdot l_{25} \cdot \beta \cdot 10^{-6} = 1.735 \times 10^{-4} & Q_{из74} &:= q_{п74} \cdot l_{74} \cdot \beta \cdot 10^{-6} = 1.021 \times 10^{-3} \\
 Q_{из26} &:= q_{п26} \cdot l_{26} \cdot \beta \cdot 10^{-6} = 3.137 \times 10^{-3} & Q_{из75} &:= q_{п75} \cdot l_{75} \cdot \beta \cdot 10^{-6} = 9.804 \times 10^{-4} \\
 Q_{из27} &:= q_{п27} \cdot l_{27} \cdot \beta \cdot 10^{-6} = 8.674 \times 10^{-5} & Q_{из76} &:= q_{п76} \cdot l_{76} \cdot \beta \cdot 10^{-6} = 1.214 \times 10^{-3} \\
 Q_{из28} &:= q_{п28} \cdot l_{28} \cdot \beta \cdot 10^{-6} = 8.674 \times 10^{-5} & Q_{из77} &:= q_{п77} \cdot l_{77} \cdot \beta \cdot 10^{-6} = 2.421 \times 10^{-3} \\
 Q_{из29} &:= q_{п29} \cdot l_{29} \cdot \beta \cdot 10^{-6} = 1.569 \times 10^{-3} & Q_{из78} &:= q_{п78} \cdot l_{78} \cdot \beta \cdot 10^{-6} = 1.276 \times 10^{-3} \\
 Q_{из30} &:= q_{п30} \cdot l_{30} \cdot \beta \cdot 10^{-6} = 1.355 \times 10^{-4} & Q_{из79} &:= q_{п79} \cdot l_{79} \cdot \beta \cdot 10^{-6} = 1.713 \times 10^{-3} \\
 Q_{из31} &:= q_{п31} \cdot l_{31} \cdot \beta \cdot 10^{-6} = 5.526 \times 10^{-3} & Q_{из80} &:= q_{п80} \cdot l_{80} \cdot \beta \cdot 10^{-6} = 1.735 \times 10^{-4} \\
 & & Q_{из81} &:= q_{п81} \cdot l_{81} \cdot \beta \cdot 10^{-6} = 1.198 \times 10^{-3}
 \end{aligned}$$

ПРОДОЛЖЕНИЕ ПРИЛОЖЕНИЯ А

$$\begin{aligned}
 Q_{из32} &:= q_{п32} \cdot l_{32} \cdot \beta \cdot 10^{-6} = 2.307 \times 10^{-3} & Q_{из82} &:= q_{п82} \cdot l_{82} \cdot \beta \cdot 10^{-6} = 2.075 \times 10^{-3} \\
 Q_{из33} &:= q_{п33} \cdot l_{33} \cdot \beta \cdot 10^{-6} = 8.912 \times 10^{-5} & Q_{из83} &:= q_{п83} \cdot l_{83} \cdot \beta \cdot 10^{-6} = 1.735 \times 10^{-4} \\
 Q_{из34} &:= q_{п34} \cdot l_{34} \cdot \beta \cdot 10^{-6} = 1.121 \times 10^{-3} & Q_{из84} &:= q_{п84} \cdot l_{84} \cdot \beta \cdot 10^{-6} = 8.674 \times 10^{-4} \\
 Q_{из35} &:= q_{п35} \cdot l_{35} \cdot \beta \cdot 10^{-6} = 1.735 \times 10^{-3} & Q_{из85} &:= q_{п85} \cdot l_{85} \cdot \beta \cdot 10^{-6} = 2.98 \times 10^{-3} \\
 Q_{из36} &:= q_{п36} \cdot l_{36} \cdot \beta \cdot 10^{-6} = 6.239 \times 10^{-4} & Q_{из86} &:= q_{п86} \cdot l_{86} \cdot \beta \cdot 10^{-6} = 8.674 \times 10^{-4} \\
 Q_{из37} &:= q_{п37} \cdot l_{37} \cdot \beta \cdot 10^{-6} = 1.735 \times 10^{-4} & Q_{из87} &:= q_{п87} \cdot l_{87} \cdot \beta \cdot 10^{-6} = 1.569 \times 10^{-3} \\
 Q_{из38} &:= q_{п38} \cdot l_{38} \cdot \beta \cdot 10^{-6} = 1.016 \times 10^{-3} & Q_{из88} &:= q_{п88} \cdot l_{88} \cdot \beta \cdot 10^{-6} = 0.014 \\
 Q_{из39} &:= q_{п39} \cdot l_{39} \cdot \beta \cdot 10^{-6} = 2.039 \times 10^{-3} & Q_{из89} &:= q_{п89} \cdot l_{89} \cdot \beta \cdot 10^{-6} = 1.961 \times 10^{-3} \\
 Q_{из40} &:= q_{п40} \cdot l_{40} \cdot \beta \cdot 10^{-6} = 4.337 \times 10^{-4} & Q_{из90} &:= q_{п90} \cdot l_{90} \cdot \beta \cdot 10^{-6} = 1.355 \times 10^{-4} \\
 Q_{из41} &:= q_{п41} \cdot l_{41} \cdot \beta \cdot 10^{-6} = 2.648 \times 10^{-3} & Q_{из91} &:= q_{п91} \cdot l_{91} \cdot \beta \cdot 10^{-6} = 3.654 \times 10^{-3} \\
 Q_{из42} &:= q_{п42} \cdot l_{42} \cdot \beta \cdot 10^{-6} = 4.741 \times 10^{-4} & Q_{из92} &:= q_{п92} \cdot l_{92} \cdot \beta \cdot 10^{-6} = 3.469 \times 10^{-4} \\
 Q_{из43} &:= q_{п43} \cdot l_{43} \cdot \beta \cdot 10^{-6} = 1.248 \times 10^{-3} & Q_{из93} &:= q_{п93} \cdot l_{93} \cdot \beta \cdot 10^{-6} = 1.919 \times 10^{-3} \\
 Q_{из44} &:= q_{п44} \cdot l_{44} \cdot \beta \cdot 10^{-6} = 8.806 \times 10^{-4} & Q_{из94} &:= q_{п94} \cdot l_{94} \cdot \beta \cdot 10^{-6} = 7.986 \times 10^{-4} \\
 Q_{из45} &:= q_{п45} \cdot l_{45} \cdot \beta \cdot 10^{-6} = 7.362 \times 10^{-3} & Q_{из95} &:= q_{п95} \cdot l_{95} \cdot \beta \cdot 10^{-6} = 1.996 \times 10^{-3} \\
 Q_{из46} &:= q_{п46} \cdot l_{46} \cdot \beta \cdot 10^{-6} = 6.239 \times 10^{-4} & Q_{из96} &:= q_{п96} \cdot l_{96} \cdot \beta \cdot 10^{-6} = 8.734 \times 10^{-4} \\
 Q_{из47} &:= q_{п47} \cdot l_{47} \cdot \beta \cdot 10^{-6} = 8.912 \times 10^{-5} & Q_{из97} &:= q_{п97} \cdot l_{97} \cdot \beta \cdot 10^{-6} = 2.781 \times 10^{-4} \\
 Q_{из48} &:= q_{п48} \cdot l_{48} \cdot \beta \cdot 10^{-6} = 1.711 \times 10^{-3} & Q_{из98} &:= q_{п98} \cdot l_{98} \cdot \beta \cdot 10^{-6} = 5.654 \times 10^{-3} \\
 Q_{из49} &:= q_{п49} \cdot l_{49} \cdot \beta \cdot 10^{-6} = 7.13 \times 10^{-4} & \Sigma Q_{из} &:= 0.174
 \end{aligned}$$

$$V_{зап1} := 1.5 \cdot V_{год1} = 1.193$$

$$V_{зап50} := 1.5 \cdot V_{год50} = 4.241$$

$$V_{зап2} := 1.5 \cdot V_{год2} = 0.149$$

$$V_{зап51} := 1.5 \cdot V_{год51} = 0.246$$

$$V_{зап3} := 1.5 \cdot V_{год3} = 4.406$$

$$V_{зап52} := 1.5 \cdot V_{год52} = 0.652$$

$$V_{зап4} := 1.5 \cdot V_{год4} = 0.454$$

$$V_{зап53} := 1.5 \cdot V_{год53} = 1.096$$

$$V_{зап5} := 1.5 \cdot V_{год5} = 2.567$$

$$V_{зап54} := 1.5 \cdot V_{год54} = 8.37$$

$$V_{зап6} := 1.5 \cdot V_{год6} = 0.013$$

$$V_{зап55} := 1.5 \cdot V_{год55} = 0.143$$

ПРОДОЛЖЕНИЕ ПРИЛОЖЕНИЯ А

$V_{\text{зап}7} := 1.5 \cdot V_{\text{год}7} = 2.232$	$V_{\text{зап}56} := 1.5 \cdot V_{\text{год}56} = 4.883$
$V_{\text{зап}8} := 1.5 \cdot V_{\text{год}8} = 0.197$	$V_{\text{зап}57} := 1.5 \cdot V_{\text{год}57} = 0.039$
$V_{\text{зап}9} := 1.5 \cdot V_{\text{год}9} = 2.344$	$V_{\text{зап}58} := 1.5 \cdot V_{\text{год}58} = 18.135$
$V_{\text{зап}10} := 1.5 \cdot V_{\text{год}10} = 18.749$	$V_{\text{зап}59} := 1.5 \cdot V_{\text{год}59} = 0.073$
$V_{\text{зап}11} := 1.5 \cdot V_{\text{год}11} = 0.372$	$V_{\text{зап}60} := 1.5 \cdot V_{\text{год}60} = 6.278$
$V_{\text{зап}12} := 1.5 \cdot V_{\text{год}12} = 0.948$	$V_{\text{зап}61} := 1.5 \cdot V_{\text{год}61} = 0.612$
$V_{\text{зап}13} := 1.5 \cdot V_{\text{год}13} = 3.823$	$V_{\text{зап}62} := 1.5 \cdot V_{\text{год}62} = 2.317$
$V_{\text{зап}14} := 1.5 \cdot V_{\text{год}14} = 0.036$	$V_{\text{зап}63} := 1.5 \cdot V_{\text{год}63} = 0.073$
$V_{\text{зап}15} := 1.5 \cdot V_{\text{год}15} = 1.004$	$V_{\text{зап}64} := 1.5 \cdot V_{\text{год}64} = 1.562$
$V_{\text{зап}16} := 1.5 \cdot V_{\text{год}16} = 0.744$	$V_{\text{зап}65} := 1.5 \cdot V_{\text{год}65} = 0.049$
$V_{\text{зап}17} := 1.5 \cdot V_{\text{год}17} = 5.524$	$V_{\text{зап}66} := 1.5 \cdot V_{\text{год}66} = 2.815$
$V_{\text{зап}18} := 1.5 \cdot V_{\text{год}18} = 0.099$	$V_{\text{зап}67} := 1.5 \cdot V_{\text{год}67} = 0.099$
$V_{\text{зап}19} := 1.5 \cdot V_{\text{год}19} = 9.096$	$V_{\text{зап}68} := 1.5 \cdot V_{\text{год}68} = 0.967$
$V_{\text{зап}20} := 1.5 \cdot V_{\text{год}20} = 0.299$	$V_{\text{зап}69} := 1.5 \cdot V_{\text{год}69} = 0.734$
$V_{\text{зап}21} := 1.5 \cdot V_{\text{год}21} = 7.59$	$V_{\text{зап}70} := 1.5 \cdot V_{\text{год}70} = 0.073$
$V_{\text{зап}22} := 1.5 \cdot V_{\text{год}22} = 3.233$	$V_{\text{зап}71} := 1.5 \cdot V_{\text{год}71} = 1.193$
$V_{\text{зап}23} := 1.5 \cdot V_{\text{год}23} = 0.104$	$V_{\text{зап}72} := 1.5 \cdot V_{\text{год}72} = 2.174$
$V_{\text{зап}24} := 1.5 \cdot V_{\text{год}24} = 7.273$	$V_{\text{зап}73} := 1.5 \cdot V_{\text{год}73} = 0.049$
$V_{\text{зап}25} := 1.5 \cdot V_{\text{год}25} = 0.073$	$V_{\text{зап}74} := 1.5 \cdot V_{\text{год}74} = 0.761$
$V_{\text{зап}26} := 1.5 \cdot V_{\text{год}26} = 6.324$	$V_{\text{зап}75} := 1.5 \cdot V_{\text{год}75} = 0.803$
$V_{\text{зап}27} := 1.5 \cdot V_{\text{год}27} = 0.036$	$V_{\text{зап}76} := 1.5 \cdot V_{\text{год}76} = 0.216$
$V_{\text{зап}28} := 1.5 \cdot V_{\text{год}28} = 0.036$	$V_{\text{зап}77} := 1.5 \cdot V_{\text{год}77} = 2.369$
$V_{\text{зап}29} := 1.5 \cdot V_{\text{год}29} = 3.162$	$V_{\text{зап}78} := 1.5 \cdot V_{\text{год}78} = 1.712$
$V_{\text{зап}30} := 1.5 \cdot V_{\text{год}30} = 0.026$	$V_{\text{зап}79} := 1.5 \cdot V_{\text{год}79} = 0.948$

ПРОДОЛЖЕНИЕ ПРИЛОЖЕНИЯ А

$$V_{\text{зап31}} := 1.5 \cdot V_{\text{год31}} = 8.845$$

$$V_{\text{зап32}} := 1.5 \cdot V_{\text{год32}} = 2.257$$

$$V_{\text{зап33}} := 1.5 \cdot V_{\text{год33}} = 0.049$$

$$V_{\text{зап34}} := 1.5 \cdot V_{\text{год34}} = 0.835$$

$$V_{\text{зап35}} := 1.5 \cdot V_{\text{год35}} = 0.725$$

$$V_{\text{зап36}} := 1.5 \cdot V_{\text{год36}} = 0.345$$

$$V_{\text{зап37}} := 1.5 \cdot V_{\text{год37}} = 0.073$$

$$V_{\text{зап38}} := 1.5 \cdot V_{\text{год38}} = 0.195$$

$$V_{\text{зап39}} := 1.5 \cdot V_{\text{год39}} = 3.264$$

$$V_{\text{зап40}} := 1.5 \cdot V_{\text{год40}} = 0.181$$

$$V_{\text{зап41}} := 1.5 \cdot V_{\text{год41}} = 3.553$$

$$V_{\text{зап42}} := 1.5 \cdot V_{\text{год42}} = 0.091$$

$$V_{\text{зап43}} := 1.5 \cdot V_{\text{год43}} = 1.674$$

$$V_{\text{зап44}} := 1.5 \cdot V_{\text{год44}} = 0.169$$

$$V_{\text{зап45}} := 1.5 \cdot V_{\text{год45}} = 9.877$$

$$V_{\text{зап46}} := 1.5 \cdot V_{\text{год46}} = 0.345$$

$$V_{\text{зап47}} := 1.5 \cdot V_{\text{год47}} = 0.049$$

$$V_{\text{зап48}} := 1.5 \cdot V_{\text{год48}} = 1.674$$

$$V_{\text{зап49}} := 1.5 \cdot V_{\text{год49}} = 0.394$$

$$V_{\text{зап80}} := 1.5 \cdot V_{\text{год80}} = 0.073$$

$$V_{\text{зап81}} := 1.5 \cdot V_{\text{год81}} = 0.893$$

$$V_{\text{зап82}} := 1.5 \cdot V_{\text{год82}} = 3.321$$

$$V_{\text{зап83}} := 1.5 \cdot V_{\text{год83}} = 0.073$$

$$V_{\text{зап84}} := 1.5 \cdot V_{\text{год84}} = 0.363$$

$$V_{\text{зап85}} := 1.5 \cdot V_{\text{год85}} = 4.771$$

$$V_{\text{зап86}} := 1.5 \cdot V_{\text{год86}} = 0.363$$

$$V_{\text{зап87}} := 1.5 \cdot V_{\text{год87}} = 3.162$$

$$V_{\text{зап88}} := 1.5 \cdot V_{\text{год88}} = 31.209$$

$$V_{\text{зап89}} := 1.5 \cdot V_{\text{год89}} = 1.084$$

$$V_{\text{зап90}} := 1.5 \cdot V_{\text{год90}} = 0.026$$

$$V_{\text{зап91}} := 1.5 \cdot V_{\text{год91}} = 2.021$$

$$V_{\text{зап92}} := 1.5 \cdot V_{\text{год92}} = 0.145$$

$$V_{\text{зап93}} := 1.5 \cdot V_{\text{год93}} = 1.43$$

$$V_{\text{зап94}} := 1.5 \cdot V_{\text{год94}} = 0.781$$

$$V_{\text{зап95}} := 1.5 \cdot V_{\text{год95}} = 2.678$$

$$V_{\text{зап96}} := 1.5 \cdot V_{\text{год96}} = 1.172$$

$$V_{\text{зап97}} := 1.5 \cdot V_{\text{год97}} = 1.897$$

$$V_{\text{зап98}} := 1.5 \cdot V_{\text{год98}} = 0.197$$

$$Q_{\text{котельнойпотери}} := Q_{\text{котельной}} + \Sigma Q_{\text{из}} = 12.814$$

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Расчет технологических потерь при передаче тепловой энергии по тепловым сетям

№ участка	Стандартный диаметр $d_{ст}$, мм	Длина участка, м	Удельные потери, ккал/м*ч $q_{п}$	Часовые тепловые потери $Q_{из.год}$, Гкал/ч	Годовые тепловые потери через изоляцию	Объем ТС, V, м ³			$G_{ТС}$, м ³	Тепловые потери		
						зимний	летний	среднегодовой		$Q_{ут}$	$Q_{зап}$	$Q_{из}+Q_{ут}$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	0,07	102	24,33	0,0028	15,187	0,398	0,398	0,796	10,788	1,128	0,041	10,788
2	0,1	6,2	28	0,00019	1,03	0,05	0,05	0,099	1,345	0,141	0,0051	1,345
3	0,1	183,6	28	0,0059	32,001	1,469	1,469	2,938	39,834	4,165	0,153	39,834
4	0,1	18,9	28	0,0006	3,254	0,151	0,151	0,302	4,101	0,429	0,016	4,101
5	0,125	71,3	32	0,0026	14,102	0,856	0,856	1,711	23,204	2,426	0,089	23,204
6	0,05	3,1	19	0,00006	0,325	0,0043	0,0043	0,0086	0,118	0,012	0,0004	0,118
7	0,125	62	32	0,002	10,848	0,744	0,744	1,488	20,177	2,11	0,078	20,177
8	0,08	12,4	25	0,0003	1,8964	0,066	0,066	0,131	1,782	0,186	0,006	1,782
9	0,15	43,4	35	0,0017	9,2208	0,781	0,781	1,562	21,186	2,215	0,081	21,186
10	0,125	55,8	32	0,002	10,848	6,25	6,25	12,499	169,489	17,722	0,651	169,489
11	0,1	15,5	28	0,00049	2,6577	0,124	0,124	0,248	3,363	0,352	0,013	3,363
12	0,08	59,6	25	0,0017	9,2208	0,316	0,316	0,632	8,567	0,896	0,033	8,567
13	0,175	47,2	44	0,0023	12,475	1,274	1,274	2,549	34,562	3,614	0,133	34,562
14	0,04	9,3	18	0,00019	1,0305	0,012	0,012	0,024	0,328	0,034	0,001	0,328
15	0,125	27,9	32	0,001	5,424	0,335	0,335	0,67	9,08	0,949	0,035	9,08
16	0,1	31	28	0,00099	5,3697	0,248	0,248	0,496	6,726	0,703	0,026	6,726
17	0,175	68,2	44	0,0034	18,4416	1,841	1,841	3,683	49,939	5,222	0,192	49,939
18	0,08	6,2	25	0,00017	0,99208	0,033	0,033	0,066	0,891	0,093	0,003	0,891
19	0,175	112,3	44	0,0056	30,3744	3,032	3,032	6,064	82,231	8,598	0,316	82,231
20	0,05	71,3	19	0,0015	8,136	0,1	0,1	0,2	2,707	0,283	0,01	2,707

ПРОДОЛЖЕНИЕ ПРИЛОЖЕНИЯ Б

21	0,175	93,7	44	0,0047	25,4928	2,53	2,53	5,06	68,611	7,174	0,264	68,611
22	0,2	31,7	44	0,0016	8,6784	1,078	1,078	2,156	29,23	3,056	0,112	29,23
23	0,05	24,8	19	0,00054	2,9289	0,035	0,035	0,069	0,942	0,098	0,003	0,942
24	0,2	71,3	44	0,0036	19,5264	2,424	2,424	4,848	65,744	6,874	0,253	65,744
25	0,07	6,2	24,33	0,00017	0,92208	0,024	0,024	0,048	0,656	0,069	0,002	0,656
26	0,2	62	44	0,0031	16,8144	2,108	2,108	4,216	57,169	5,978	0,22	57,169
27	0,07	3,1	24,33	0,00008	0,43392	0,012	0,012	0,024	0,328	0,034	0,001	0,328
28	0,07	3,1	24,33	0,00008	0,43392	0,012	0,012	0,24	0,328	0,034	0,001	0,328
29	0,2	31	44	0,0015	8,136	1,054	1,054	2,108	28,584	2,989	0,11	28,584
30	0,05	6,2	19	0,00013	0,70512	0,0086	0,0086	0,017	0,235	0,025	0,0009	0,235
31	0,175	109,2	44	0,0055	29,832	2,948	2,948	5,897	79,961	8,361	0,307	79,961
32	0,125	62,7	32	0,0023	12,4752	0,752	0,752	1,505	20,405	2,134	0,078	20,405
33	0,08	3,1	25	0,00009	0,4881	0,016	0,016	0,033	0,446	0,047	0,001	0,446
34	0,1	34,8	28	0,0011	5,9664	0,278	0,278	0,557	7,55	0,789	0,029	7,55
35	0,07	62	24,33	0,0017	9,2208	0,242	0,242	0,484	6,558	0,686	0,025	6,558
36	0,08	21,7	25	0,00062	3,36288	0,115	0,115	0,23	3,119	0,326	0,012	3,119
37	0,07	6,2	24,33	0,00017	0,92208	0,024	0,024	0,048	0,656	0,069	0,002	0,656
38	0,05	46,5	19	0,001	5,424	0,065	0,065	0,13	1,766	0,185	0,006	1,766
39	0,175	40,3	44	0,002	10,848	1,088	1,088	2,176	29,509	3,086	0,113	29,509
40	0,07	15,5	24,33	0,00043	2,332	0,06	0,06	0,121	1,639	0,171	0,006	1,639
41	0,15	65,8	35	0,0026	14,102	1,184	1,184	2,369	32,121	3,359	0,123	32,121
42	0,05	21,7	19	0,00047	2,549	0,03	0,03	0,061	0,824	0,086	0,003	0,824
43	0,15	31	35	0,0012	6,508	0,558	0,558	1,116	15,133	1,582	0,058	15,133
44	0,05	40,3	19	0,00088	4,773	0,056	0,056	0,113	1,53	0,16	0,005	1,53
45	0,15	182,9	35	0,0073	39,5952	3,292	3,292	6,584	89,284	9,336	0,343	89,28
46	0,08	21,7	25	0,00062	3,362	0,115	0,115	0,23	3,119	0,326	0,012	43,119
47	0,08	3,1	25	0,00008	0,433	0,016	0,016	0,033	0,446	0,047	0,001	0,446
48	0,125	46,5	32	0,0017	9,220	0,558	0,558	1,116	15,133	1,582	0,058	15,133
49	0,08	24,8	25	0,00071	3,851	0,131	0,131	0,263	3,565	0,373	0,014	3,565
50	0,125	117,8	32	0,00433	32,485	1,414	1,414	2,827	38,337	4,009	0,147	38,337

ПРОДОЛЖЕНИЯ ПРИЛОЖЕНИЯ Б

51	0,08	15,5	25	0,00044	2,386	0,082	0,082	0,164	5,532	0,233	0,008	5,532
52	0,08	41	25	0,00117	6,346	0,217	0,217	0,435	20,942	0,616	0,023	20,942
53	0,07	93,7	24,33	0,0026	14,1024	0,365	0,365	0,731	0,656	1,036	0,038	0,656
54	0,3	37,2	59	0,0025	13,56	2,79	2,79	5,58	14,124	7,912	0,291	14,124
55	0,05	34,1	19	0,00074	4,013	0,048	0,048	0,095	0,446	0,135	0,004	0,446
56	0,3	21,7	59	0,00147	7973	1,627	1,627	3,255	25,449	4,615	0,17	25,449
57	0,05	9,3	19	0,0002	1,0848	0,013	0,013	0,026	0,891	0,037	0,001	0,891
58	0,3	80,6	59	0,00546	29,615	6,045	6,045	12,09	8,743	17,742	0,63	8,743
59	0,07	6,2	24,33	0,00017	0,922	0,024	0,024	0,048	6,632	0,069	0,002	6,632
60	0,3	27,9	59	0,00189	10,251	2,093	2,093	4,185	56,749	5,934	0,218	56,749
61	0,125	25,5	32	0,00093	5,044	0,204	0,204	0,408	5,532	0,578	0,021	5,532
62	0,08	145,7	25	0,00418	22,672	0,772	0,772	1,544	20,942	2,19	0,08	20,942
63	0,07	6,2	24,33	0,00017	0,922	0,024	0,024	0,048	0,656	0,069	0,002	0,656
64	0,1	65,1	28	0,00209	11,336	0,521	0,521	1,042	14,124	1,477	0,054	14,124
65	0,08	3,1	25	0,00008	0,433	0,016	0,016	0,033	0,446	0,047	0,001	0,446
66	0,125	78,2	32	0,00287	15,566	0,938	0,938	1,877	25,449	2,661	0,098	24,449
67	0,08	6,2	25	0,00017	0,922	0,033	0,033	0,066	0,891	0,093	0,003	0,891
68	0,125	40,3	32	0,00017	0,992	0,322	0,322	0,645	8,743	0,914	0,034	8,743
69	0,07	62,7	24,33	0,00264	14,319	0,245	0,245	0,489	6,632	0,693	0,025	6,632
70	0,07	6,2	24,33	0,00291	15,783	0,024	0,024	0,048	0,656	0,069	0,002	0,656
71	0,07	94,4	24,33	0,00008	0,433	0,398	0,398	0,796	10,788	1,128	0,041	10,788
72	0,1	90,6	28	0,00102	5,532	0,725	0,725	1,45	19,657	2,055	0,076	19,657
73	,08	3,1	25	0,00098	5,315	0,016	0,016	0,033	0,446	0,047	0,001	0,446
74	0,1	31,7	28	0,0012	6,508	0,254	0,254	0,507	6,878	0,719	0,026	6,878
75	0,08	34,1	25	0,00242	13,126	0,181	0,181	0,535	7,261	0,759	0,028	7,261
76	0,07	43,4	24,33	0,00127	6,888	0,012	0,012	0,144	1,951	0,204	0,007	1,951
77	0,125	65,8	32	0,00173	9,383	0,79	0,79	1,579	21,414	2,239	0,082	21,414
78	0,15	31,7	35	0,00017	0,922	0,571	0,571	1,141	15,475	1,618	0,059	15,475
79	0,08	59,6	25	0,00119	6,4564	0,316	0,316	0,632	8,567	0,896	0,033	8,567
80	0,07	6,2	24,33	0,00207	11,257	0,024	0,024	0,048	0,656	0,069	0,002	0,656

ПРОДОЛЖЕНИЕ ПРИЛОЖЕНИЯ Б

81	0,1	37,2	28	0,00017	0,922	0,298	0,298	0,595	3,279	0,844	0,031	8,071
82	0,175	41	44	0,00086	4,664	1,107	1,107	2,214	43,129	3,139	0,115	30,022
83	0,07	6,2	24,33	0,00298	16,163	0,024	0,024	0,048	3,279	0,069	0,002	0,656
84	0,07	31	44	0,00086	4,664	0,121	0,121	0,242	28,584	0,343	0,013	3,279
85	0,175	58,9	24,33	0,00156	8,461	1,59	1,59	3,181	282,129	4,51	0,166	43,129
86	0,07	31	24,33	0,014	75,936	0,121	0,121	0,242	9,803	0,343	0,013	3,279
87	0,2	31	44	0,00196	10,63104	1,054	1,054	2,108	0,235	2,989	0,11	28,584
88	0,35	103	122	0,00013	0,70512	10,403	10,403	20,806	18,269	29,501	1,084	282,129
89	0,08	68,2	25	0,00365	19,7976	0,361	0,361	0,723	1,312	1,025	,038	9,803
90	0,05	6,2	19	0,00034	1,84416	0,0086	0,0086	0,017	12,931	0,025	0,0009	0,235
91	0,080,07	127,1	25	0,00191	10,359	0,674	0,674	1,347	7,062	1,91	0,07	18,269
92	0,1	12,4	24,33	0,00079	4,284	0,048	0,048	0,097	24,213	0,137	0,005	12,931
93	0,125	59,6	28	0,00199	10,793	0,477	0,477	0,954	10,593	1,352	0,05	7,062
94	0,15	21,7	32	0,0019	10,305	0,26	0,26	0,521	17,151	0,738	0,027	24,213
95	0,15	49,6	35	0,00087	4,718	0,893	0,893	1,786	24,213	2,532	0,093	10,593
96	0,15	21,7	35	0,00027	1,464	0,391	0,391	0,781	10,593	1,108	0,041	17,151
97	0,2	18,6	13	0,00027	1,464	0,632	0,632	1,265	17,151	1,793	0,066	1,782
98	0,4	40,3	122	0,00565	30,645	5,441	5,441	10,882	1,782	0,186	0,0068	0,193

ПРИЛОЖЕНИЕ В

$P_{KB.UD.3} := 1.36$	$P_{KB.UD.24} := 2.1$	$N_{KB.3} := 105$	$N_{KB.24} := 45$	$COS := 0.98$
$P_{KB.UD.5} := 2.1$	$P_{KB.UD.25} := 2.5$	$N_{KB.5} := 45$	$N_{KB.25} := 20$	$TG := 0.2$
$P_{KB.UD.6} := 2.1$	$P_{KB.UD.26} := 2.1$	$N_{KB.6} := 60$	$N_{KB.26} := 30$	
$P_{KB.UD.7} := 1.36$	$P_{KB.UD.28} := 1.3$	$N_{KB.7} := 115$	$N_{KB.28} := 190$	
$P_{KB.UD.9} := 2.1$	$P_{KB.UD.39} := 2.1$	$N_{KB.9} := 60$	$N_{KB.39} := 30$	
$P_{KB.UD.10} := 2.1$	$P_{KB.UD.42} := 1.6$	$N_{KB.10} := 60$	$N_{KB.42} := 75$	
$P_{KB.UD.12} := 1.85$	$P_{KB.UD.46} := 2.1$	$N_{KB.12} := 50$	$N_{KB.46} := 30$	
$P_{KB.UD.14} := 2.1$	$P_{KB.UD.47} := 2.1$	$N_{KB.14} := 60$	$N_{KB.47} := 30$	
$P_{KB.UD.15} := 2.1$	$P_{KB.UD.48} := 2.1$	$N_{KB.15} := 40$	$N_{KB.48} := 30$	
$P_{KB.UD.16} := 2.1$	$P_{KB.UD.50} := 2.1$	$N_{KB.16} := 45$	$N_{KB.50} := 30$	
$P_{KB.UD.17} := 2.1$	$P_{KB.UD.51} := 2.1$	$N_{KB.17} := 50$	$N_{KB.51} := 45$	
$P_{KB.UD.18} := 2.1$	$P_{KB.UD.52} := 2.1$	$N_{KB.18} := 40$	$N_{KB.52} := 45$	
$P_{KB.UD.19} := 2.1$	$P_{KB.UD.53} := 2.1$	$N_{KB.19} := 30$	$N_{KB.53} := 30$	
$P_{KB.UD.20} := 2.1$	$P_{KB.UD.54} := 2.1$	$N_{KB.20} := 50$	$N_{KB.54} := 40$	
$P_{KB.UD.21} := 2.1$	$P_{KB.UD.55} := 2.1$	$N_{KB.21} := 50$	$N_{KB.55} := 60$	
$P_{KB.UD.22} := 2.1$	$P_{KB.UD.56} := 2.1$	$N_{KB.22} := 30$	$N_{KB.56} := 30$	
$P_{KB.UD.23} := 2.1$		$N_{KB.23} := 40$		
$P_{P.Ж.3.3} := P_{KB.UD.3} \cdot N_{KB.3} = 142.8$		$P_{P.Ж.3.24} := P_{KB.UD.24} \cdot N_{KB.24} = 94.5$		
$P_{P.Ж.3.5} := P_{KB.UD.5} \cdot N_{KB.5} = 94.5$		$P_{P.Ж.3.25} := P_{KB.UD.25} \cdot N_{KB.25} = 50$		
$P_{P.Ж.3.6} := P_{KB.UD.6} \cdot N_{KB.6} = 126$		$P_{P.Ж.3.26} := P_{KB.UD.26} \cdot N_{KB.26} = 63$		
$P_{P.Ж.3.7} := P_{KB.UD.7} \cdot N_{KB.7} = 156.4$		$P_{P.Ж.3.28} := P_{KB.UD.28} \cdot N_{KB.28} = 247$		
$P_{P.Ж.3.9} := P_{KB.UD.9} \cdot N_{KB.9} = 126$		$P_{P.Ж.3.39} := P_{KB.UD.39} \cdot N_{KB.39} = 63$		
$P_{P.Ж.3.10} := P_{KB.UD.10} \cdot N_{KB.10} = 126$		$P_{P.Ж.3.42} := P_{KB.UD.42} \cdot N_{KB.42} = 120$		
$P_{P.Ж.3.12} := P_{KB.UD.12} \cdot N_{KB.12} = 92.5$		$P_{P.Ж.3.46} := P_{KB.UD.46} \cdot N_{KB.46} = 63$		
$P_{P.Ж.3.14} := P_{KB.UD.14} \cdot N_{KB.14} = 126$		$P_{P.Ж.3.47} := P_{KB.UD.47} \cdot N_{KB.47} = 63$		
$P_{P.Ж.3.15} := P_{KB.UD.15} \cdot N_{KB.15} = 84$		$P_{P.Ж.3.48} := P_{KB.UD.48} \cdot N_{KB.48} = 63$		
$P_{P.Ж.3.16} := P_{KB.UD.16} \cdot N_{KB.16} = 94.5$		$P_{P.Ж.3.50} := P_{KB.UD.50} \cdot N_{KB.50} = 63$		
$P_{P.Ж.3.17} := P_{KB.UD.17} \cdot N_{KB.17} = 105$		$P_{P.Ж.3.51} := P_{KB.UD.51} \cdot N_{KB.51} = 94.5$		
$P_{P.Ж.3.18} := P_{KB.UD.18} \cdot N_{KB.18} = 84$		$P_{P.Ж.3.52} := P_{KB.UD.52} \cdot N_{KB.52} = 94.5$		
$P_{P.Ж.3.19} := P_{KB.UD.19} \cdot N_{KB.19} = 63$		$P_{P.Ж.3.53} := P_{KB.UD.53} \cdot N_{KB.53} = 63$		
$P_{P.Ж.3.20} := P_{KB.UD.20} \cdot N_{KB.20} = 105$		$P_{P.Ж.3.54} := P_{KB.UD.54} \cdot N_{KB.54} = 84$		
$P_{P.Ж.3.21} := P_{KB.UD.21} \cdot N_{KB.21} = 105$		$P_{P.Ж.3.55} := P_{KB.UD.55} \cdot N_{KB.55} = 126$		

ПРОДОЛЖЕНИЕ ПРИЛОЖЕНИЯ В

$$P_{P.Ж.3.22} := P_{KB.УД.22} \cdot N_{KB.22} = 63$$

$$P_{P.Ж.3.23} := P_{KB.УД.23} \cdot N_{KB.23} = 84$$

$$P_{P.Ж.3.56} := P_{KB.УД.56} \cdot N_{KB.56} = 63$$

$$Q_{P.Ж.3.3} := P_{P.Ж.3.3} \cdot TG = 28.56$$

$$Q_{P.Ж.3.5} := P_{P.Ж.3.5} \cdot TG = 18.9$$

$$Q_{P.Ж.3.6} := P_{P.Ж.3.6} \cdot TG = 25.2$$

$$Q_{P.Ж.3.7} := P_{P.Ж.3.7} \cdot TG = 31.28$$

$$Q_{P.Ж.3.9} := P_{P.Ж.3.9} \cdot TG = 25.2$$

$$Q_{P.Ж.3.10} := P_{P.Ж.3.10} \cdot TG = 25.2$$

$$Q_{P.Ж.3.12} := P_{P.Ж.3.12} \cdot TG = 18.5$$

$$Q_{P.Ж.3.14} := P_{P.Ж.3.14} \cdot TG = 25.2$$

$$Q_{P.Ж.3.15} := P_{P.Ж.3.15} \cdot TG = 16.8$$

$$Q_{P.Ж.3.16} := P_{P.Ж.3.16} \cdot TG = 18.9$$

$$Q_{P.Ж.3.17} := P_{P.Ж.3.17} \cdot TG = 21$$

$$Q_{P.Ж.3.18} := P_{P.Ж.3.18} \cdot TG = 16.8$$

$$Q_{P.Ж.3.19} := P_{P.Ж.3.19} \cdot TG = 12.6$$

$$Q_{P.Ж.3.20} := P_{P.Ж.3.20} \cdot TG = 21$$

$$Q_{P.Ж.3.21} := P_{P.Ж.3.21} \cdot TG = 21$$

$$Q_{P.Ж.3.22} := P_{P.Ж.3.22} \cdot TG = 12.6$$

$$Q_{P.Ж.3.23} := P_{P.Ж.3.23} \cdot TG = 16.8$$

$$Q_{P.Ж.3.24} := P_{P.Ж.3.24} \cdot TG = 18.9$$

$$Q_{P.Ж.3.25} := P_{P.Ж.3.25} \cdot TG = 10$$

$$Q_{P.Ж.3.26} := P_{P.Ж.3.26} \cdot TG = 12.6$$

$$Q_{P.Ж.3.28} := P_{P.Ж.3.28} \cdot TG = 49.4$$

$$Q_{P.Ж.3.39} := P_{P.Ж.3.39} \cdot TG = 12.6$$

$$Q_{P.Ж.3.42} := P_{P.Ж.3.42} \cdot TG = 24$$

$$Q_{P.Ж.3.46} := P_{P.Ж.3.46} \cdot TG = 12.6$$

$$Q_{P.Ж.3.47} := P_{P.Ж.3.47} \cdot TG = 12.6$$

$$Q_{P.Ж.3.48} := P_{P.Ж.3.48} \cdot TG = 12.6$$

$$Q_{P.Ж.3.50} := P_{P.Ж.3.50} \cdot TG = 12.6$$

$$Q_{P.Ж.3.51} := P_{P.Ж.3.51} \cdot TG = 18.9$$

$$Q_{P.Ж.3.52} := P_{P.Ж.3.52} \cdot TG = 18.9$$

$$Q_{P.Ж.3.53} := P_{P.Ж.3.53} \cdot TG = 12.6$$

$$Q_{P.Ж.3.54} := P_{P.Ж.3.54} \cdot TG = 16.8$$

$$Q_{P.Ж.3.55} := P_{P.Ж.3.55} \cdot TG = 25.2$$

$$Q_{P.Ж.3.56} := P_{P.Ж.3.56} \cdot TG = 12.6$$

$$S_{P.Ж.3.3} := \sqrt{P_{P.Ж.3.3}^2 + Q_{P.Ж.3.3}^2} = 145.628$$

$$S_{P.Ж.3.5} := \sqrt{P_{P.Ж.3.5}^2 + Q_{P.Ж.3.5}^2} = 96.371$$

$$S_{P.Ж.3.6} := \sqrt{P_{P.Ж.3.6}^2 + Q_{P.Ж.3.6}^2} = 128.495$$

$$S_{P.Ж.3.7} := \sqrt{P_{P.Ж.3.7}^2 + Q_{P.Ж.3.7}^2} = 159.497$$

$$S_{P.Ж.3.9} := \sqrt{P_{P.Ж.3.9}^2 + Q_{P.Ж.3.9}^2} = 128.495$$

$$S_{P.Ж.3.10} := \sqrt{P_{P.Ж.3.10}^2 + Q_{P.Ж.3.10}^2} = 128.495$$

$$S_{P.Ж.3.12} := \sqrt{P_{P.Ж.3.12}^2 + Q_{P.Ж.3.12}^2} = 94.332$$

$$S_{P.Ж.3.14} := \sqrt{P_{P.Ж.3.14}^2 + Q_{P.Ж.3.14}^2} = 128.495$$

$$S_{P.Ж.3.15} := \sqrt{P_{P.Ж.3.15}^2 + Q_{P.Ж.3.15}^2} = 85.664$$

$$S_{P.Ж.3.24} := \sqrt{P_{P.Ж.3.24}^2 + Q_{P.Ж.3.24}^2} = 96.371$$

$$S_{P.Ж.3.25} := \sqrt{P_{P.Ж.3.25}^2 + Q_{P.Ж.3.25}^2} = 50.995$$

$$S_{P.Ж.3.26} := \sqrt{P_{P.Ж.3.26}^2 + Q_{P.Ж.3.26}^2} = 64.242$$

$$S_{P.Ж.3.28} := \sqrt{P_{P.Ж.3.28}^2 + Q_{P.Ж.3.28}^2} = 251.84$$

$$S_{P.Ж.3.39} := \sqrt{P_{P.Ж.3.39}^2 + Q_{P.Ж.3.39}^2} = 64.242$$

$$S_{P.Ж.3.42} := \sqrt{P_{P.Ж.3.42}^2 + Q_{P.Ж.3.42}^2} = 122.32$$

$$S_{P.Ж.3.46} := \sqrt{P_{P.Ж.3.46}^2 + Q_{P.Ж.3.46}^2} = 64.242$$

$$S_{P.Ж.3.47} := \sqrt{P_{P.Ж.3.47}^2 + Q_{P.Ж.3.47}^2} = 64.242$$

$$S_{P.Ж.3.48} := \sqrt{P_{P.Ж.3.48}^2 + Q_{P.Ж.3.48}^2} = 64.242$$

ПРОДОЛЖЕНИЕ ПРИЛОЖЕНИЯ В

$S_{P.Ж.3.16} := \sqrt{P_{P.Ж.3.16}^2 + Q_{P.Ж.3.16}^2} = 96.371$	$S_{P.Ж.3.50} := \sqrt{P_{P.Ж.3.50}^2 + Q_{P.Ж.3.50}^2} = 64.4$		
$S_{P.Ж.3.17} := \sqrt{P_{P.Ж.3.17}^2 + Q_{P.Ж.3.17}^2} = 107.079$	$S_{P.Ж.3.51} := \sqrt{P_{P.Ж.3.51}^2 + Q_{P.Ж.3.51}^2} = 96.4$		
$S_{P.Ж.3.18} := \sqrt{P_{P.Ж.3.18}^2 + Q_{P.Ж.3.18}^2} = 85.664$	$S_{P.Ж.3.52} := \sqrt{P_{P.Ж.3.52}^2 + Q_{P.Ж.3.52}^2} = 96.4$		
$S_{P.Ж.3.19} := \sqrt{P_{P.Ж.3.19}^2 + Q_{P.Ж.3.19}^2} = 64.248$	$S_{P.Ж.3.53} := \sqrt{P_{P.Ж.3.53}^2 + Q_{P.Ж.3.53}^2} = 64.4$		
$S_{P.Ж.3.20} := \sqrt{P_{P.Ж.3.20}^2 + Q_{P.Ж.3.20}^2} = 107.079$	$S_{P.Ж.3.54} := \sqrt{P_{P.Ж.3.54}^2 + Q_{P.Ж.3.54}^2} = 85.6$		
$S_{P.Ж.3.21} := \sqrt{P_{P.Ж.3.21}^2 + Q_{P.Ж.3.21}^2} = 107.079$	$S_{P.Ж.3.55} := \sqrt{P_{P.Ж.3.55}^2 + Q_{P.Ж.3.55}^2} = 128$		
$S_{P.Ж.3.22} := \sqrt{P_{P.Ж.3.22}^2 + Q_{P.Ж.3.22}^2} = 64.248$	$S_{P.Ж.3.56} := \sqrt{P_{P.Ж.3.56}^2 + Q_{P.Ж.3.56}^2} = 64.4$		
$S_{P.Ж.3.23} := \sqrt{P_{P.Ж.3.23}^2 + Q_{P.Ж.3.23}^2} = 85.664$			
$P_{уд.0.3.1} := 0.15$	$M_1 := 1156$	$tg_1 := 0.43$	$\Sigma P_{P.Ж.3.} := 3192$
$P_{уд.0.3.2} := 0.25$	$M_2 := 800$	$tg_2 := 0.38$	$\Sigma Q_{P.Ж.3.} := 638.44$
$P_{уд.0.3.4} := 0.16$	$M_4 := 420$	$tg_4 := 0.48$	$\Sigma S_{P.Ж.3.} := 3255$
$P_{уд.0.3.8} := 0.054$	$M_8 := 334$	$tg_8 := 0.57$	
$P_{уд.0.3.11} := 0.46$	$M_{11} := 100$	$tg_{11} := 0.25$	
$P_{уд.0.3.13} := 0.46$	$M_{13} := 80$	$tg_{13} := 0.25$	
$P_{уд.0.3.27} := 1.04$	$M_{27} := 250$	$tg_{27} := 0.2$	
$P_{уд.0.3.29} := 0.16$	$M_{29} := 250$	$tg_{29} := 0.48$	
$P_{уд.0.3.30} := 0.054$	$M_{30} := 333.5$	$tg_{30} := 0.57$	
$P_{уд.0.3.31} := 0.054$	$M_{31} := 960$	$tg_{31} := 0.57$	
$P_{уд.0.3.32} := 0.054$	$M_{32} := 500$	$tg_{32} := 0.57$	
$P_{уд.0.3.33} := 0.1$	$M_{33} := 960$	$tg_{33} := 0.88$	
$P_{уд.0.3.34} := 0.1$	$M_{34} := 960$	$tg_{34} := 0.88$	
$P_{уд.0.3.36} := 0.054$	$M_{36} := 107$	$tg_{36} := 0.57$	
$P_{уд.0.3.37} := 0.054$	$M_{37} := 1170$	$tg_{37} := 0.57$	
$P_{уд.0.3.38} := 0.054$	$M_{38} := 698$	$tg_{38} := 0.57$	
$P_{уд.0.3.40} := 0.25$	$M_{40} := 500$	$tg_{40} := 0.38$	
$P_{уд.0.3.41} := 0.25$	$M_{41} := 500$	$tg_{41} := 0.38$	
$P_{уд.0.3.43} := 0.054$	$M_{43} := 500$	$tg_{43} := 0.57$	
$P_{уд.0.3.44} := 0.054$	$M_{44} := 786$	$tg_{44} := 0.57$	
$P_{уд.0.3.45} := 0.054$	$M_{45} := 179$	$tg_{45} := 0.57$	
$P_{уд.0.3.49} := 0.054$	$M_{49} := 625$	$tg_{49} := 0.57$	

ПРОДОЛЖЕНИЕ ПРИЛОЖЕНИЯ В

$P_{P.O.3.1} := P_{уд.0.3.1} \cdot M_1 = 173.4$	$P_{P.O.3.33} := P_{уд.0.3.33} \cdot M_{33} = 96$
$P_{P.O.3.2} := P_{уд.0.3.2} \cdot M_2 = 200$	$P_{P.O.3.34} := P_{уд.0.3.34} \cdot M_{34} = 96$
$P_{P.O.3.4} := P_{уд.0.3.4} \cdot M_4 = 67.2$	$P_{P.O.3.36} := P_{уд.0.3.36} \cdot M_{36} = 5.778$
$P_{P.O.3.8} := P_{уд.0.3.8} \cdot M_8 = 18.036$	$P_{P.O.3.37} := P_{уд.0.3.37} \cdot M_{37} = 63.18$
$P_{P.O.3.11} := P_{уд.0.3.11} \cdot M_{11} = 46$	$P_{P.O.3.38} := P_{уд.0.3.38} \cdot M_{38} = 37.692$
$P_{P.O.3.13} := P_{уд.0.3.13} \cdot M_{13} = 36.8$	$P_{P.O.3.40} := P_{уд.0.3.40} \cdot M_{40} = 125$
$P_{P.O.3.27} := P_{уд.0.3.27} \cdot M_{27} = 260$	$P_{P.O.3.41} := P_{уд.0.3.41} \cdot M_{41} = 125$
$P_{P.O.3.29} := P_{уд.0.3.29} \cdot M_{29} = 40$	$P_{P.O.3.43} := P_{уд.0.3.43} \cdot M_{43} = 27$
$P_{P.O.3.30} := P_{уд.0.3.30} \cdot M_{30} = 18.009$	$P_{P.O.3.44} := P_{уд.0.3.44} \cdot M_{44} = 42.444$
$P_{P.O.3.31} := P_{уд.0.3.31} \cdot M_{31} = 51.84$	$P_{P.O.3.45} := P_{уд.0.3.45} \cdot M_{45} = 9.666$
$P_{P.O.3.32} := P_{уд.0.3.32} \cdot M_{32} = 27$	$P_{P.O.3.49} := P_{уд.0.3.49} \cdot M_{49} = 33.75$

$Q_{P.O.3.1} := P_{P.O.3.1} \cdot tg_1 = 74.562$	$Q_{P.O.3.33} := P_{P.O.3.33} \cdot tg_{33} = 84.48$
$Q_{P.O.3.2} := P_{P.O.3.2} \cdot tg_2 = 76$	$Q_{P.O.3.34} := P_{P.O.3.34} \cdot tg_{34} = 84.48$
$Q_{P.O.3.4} := P_{P.O.3.4} \cdot tg_4 = 32.256$	$Q_{P.O.3.36} := P_{P.O.3.36} \cdot tg_{36} = 3.293$
$Q_{P.O.3.8} := P_{P.O.3.8} \cdot tg_8 = 10.281$	$Q_{P.O.3.37} := P_{P.O.3.37} \cdot tg_{37} = 36.013$
$Q_{P.O.3.11} := P_{P.O.3.11} \cdot tg_{11} = 11.5$	$Q_{P.O.3.38} := P_{P.O.3.38} \cdot tg_{38} = 21.484$
$Q_{P.O.3.13} := P_{P.O.3.13} \cdot tg_{13} = 9.2$	$Q_{P.O.3.40} := P_{P.O.3.40} \cdot tg_{40} = 47.5$
$Q_{P.O.3.27} := P_{P.O.3.27} \cdot tg_{27} = 52$	$Q_{P.O.3.41} := P_{P.O.3.41} \cdot tg_{41} = 47.5$
$Q_{P.O.3.29} := P_{P.O.3.29} \cdot tg_{29} = 19.2$	$Q_{P.O.3.43} := P_{P.O.3.43} \cdot tg_{43} = 15.39$
$Q_{P.O.3.30} := P_{P.O.3.30} \cdot tg_{30} = 10.265$	$Q_{P.O.3.44} := P_{P.O.3.44} \cdot tg_{44} = 24.193$
$Q_{P.O.3.31} := P_{P.O.3.31} \cdot tg_{31} = 29.549$	$Q_{P.O.3.45} := P_{P.O.3.45} \cdot tg_{45} = 5.51$
$Q_{P.O.3.32} := P_{P.O.3.32} \cdot tg_{32} = 15.39$	$Q_{P.O.3.49} := P_{P.O.3.49} \cdot tg_{49} = 19.237$

$S_{P.O.3.1} := \sqrt{P_{P.O.3.1}^2 + Q_{P.O.3.1}^2} = 188.751$	$S_{P.O.3.33} := \sqrt{P_{P.O.3.33}^2 + Q_{P.O.3.33}^2} = 127.878$
$S_{P.O.3.2} := \sqrt{P_{P.O.3.2}^2 + Q_{P.O.3.2}^2} = 213.953$	$S_{P.O.3.34} := \sqrt{P_{P.O.3.34}^2 + Q_{P.O.3.34}^2} = 127.878$
$S_{P.O.3.4} := \sqrt{P_{P.O.3.4}^2 + Q_{P.O.3.4}^2} = 74.541$	$S_{P.O.3.36} := \sqrt{P_{P.O.3.36}^2 + Q_{P.O.3.36}^2} = 6.651$
$S_{P.O.3.8} := \sqrt{P_{P.O.3.8}^2 + Q_{P.O.3.8}^2} = 20.76$	$S_{P.O.3.37} := \sqrt{P_{P.O.3.37}^2 + Q_{P.O.3.37}^2} = 72.723$
$S_{P.O.3.11} := \sqrt{P_{P.O.3.11}^2 + Q_{P.O.3.11}^2} = 47.416$	$S_{P.O.3.38} := \sqrt{P_{P.O.3.38}^2 + Q_{P.O.3.38}^2} = 43.385$
$S_{P.O.3.13} := \sqrt{P_{P.O.3.13}^2 + Q_{P.O.3.13}^2} = 37.933$	$S_{P.O.3.40} := \sqrt{P_{P.O.3.40}^2 + Q_{P.O.3.40}^2} = 133.721$

ПРОДОЛЖЕНИЕ ПРИЛОЖЕНИЯ В

$$\begin{aligned}
 S_{P.O.3.27} &:= \sqrt{P_{P.O.3.27}^2 + Q_{P.O.3.27}^2} = 265.149 & S_{P.O.3.41} &:= \sqrt{P_{P.O.3.41}^2 + Q_{P.O.3.41}^2} = 133.721 \\
 S_{P.O.3.29} &:= \sqrt{P_{P.O.3.29}^2 + Q_{P.O.3.29}^2} = 44.369 & S_{P.O.3.43} &:= \sqrt{P_{P.O.3.43}^2 + Q_{P.O.3.43}^2} = 31.078 \\
 S_{P.O.3.30} &:= \sqrt{P_{P.O.3.30}^2 + Q_{P.O.3.30}^2} = 20.729 & S_{P.O.3.44} &:= \sqrt{P_{P.O.3.44}^2 + Q_{P.O.3.44}^2} = 48.855 \\
 S_{P.O.3.31} &:= \sqrt{P_{P.O.3.31}^2 + Q_{P.O.3.31}^2} = 59.67 & S_{P.O.3.45} &:= \sqrt{P_{P.O.3.45}^2 + Q_{P.O.3.45}^2} = 11.126 \\
 S_{P.O.3.32} &:= \sqrt{P_{P.O.3.32}^2 + Q_{P.O.3.32}^2} = 31.078 & S_{P.O.3.49} &:= \sqrt{P_{P.O.3.49}^2 + Q_{P.O.3.49}^2} = 38.848
 \end{aligned}$$

$$\Sigma P_{P.O.3.} := 1167 \quad \Sigma Q_{P.O.3.} := 761.539 \quad \Sigma S_{P.O.3.} := 1855$$

$$\begin{array}{llllll}
 P_{НОМ1} := 30 & n_1 := 3 & K_{и1} := 0.8 & \cos 1 := 0.85 & \operatorname{tg} 1 := 0.75 & P_{уд.ОСВ.} := 0.0026 \\
 P_{НОМ2} := 22 & n_2 := 3 & K_{и2} := 0.9 & \cos 2 := 0.8 & \operatorname{tg} 2 := 0.62 & \operatorname{COS}_{ОСВ} := 0.85 \\
 P_{НОМ3} := 103 & n_3 := 1 & K_{и3} := 0.9 & \cos 3 := 0.85 & \operatorname{tg} 3 := 0.62 & \operatorname{TG}_{ОСВ} := 0.62 \\
 P_{НОМ4} := 70.2 & n_4 := 1 & K_{и4} := 0.7 & \cos 4 := 0.85 & \operatorname{tg} 4 := 0.62 & F := 3748
 \end{array}$$

$$\Sigma P_{НОМ} := P_{НОМ1} + P_{НОМ2} + P_{НОМ3} + P_{НОМ4} = 225.2$$

$$P_{уст1} := P_{НОМ1} \cdot n_1 = 90 \quad P_{уст3} := P_{НОМ3} \cdot n_3 = 103$$

$$P_{уст2} := P_{НОМ2} \cdot n_2 = 66 \quad P_{уст4} := P_{НОМ4} \cdot n_4 = 70.2$$

$$\Sigma P_{уст} := P_{уст1} + P_{уст2} + P_{уст3} + P_{уст4} = 329.2$$

$$P_{ср1} := P_{уст1} \cdot K_{и1} = 72 \quad P_{ср3} := P_{уст3} \cdot K_{и3} = 92.7$$

$$P_{ср2} := P_{уст2} \cdot K_{и2} = 59.4 \quad P_{ср4} := P_{уст4} \cdot K_{и4} = 49.14$$

$$Q_{ср1} := P_{ср1} \cdot \operatorname{tg} 1 = 54 \quad Q_{ср3} := P_{ср3} \cdot \operatorname{tg} 3 = 57.474$$

$$Q_{ср2} := P_{ср2} \cdot \operatorname{tg} 2 = 36.828 \quad Q_{ср4} := P_{ср4} \cdot \operatorname{tg} 4 = 30.467$$

$$\Sigma P_{ср} := P_{ср1} + P_{ср2} + P_{ср3} + P_{ср4} = 273.24 \quad \Sigma Q_{ср} := Q_{ср1} + Q_{ср2} + Q_{ср3} + Q_{ср4} = 178.769$$

$$P_{уст1} + P_{уст2} + P_{уст3} + P_{уст4} = 329.2$$

$$n_{эфр} := \frac{2 \cdot (P_{уст1} + P_{уст2} + P_{уст3} + P_{уст4})}{P_{НОМ3}} = 6.392 \quad n_{эф} := 7$$

$$\frac{\Sigma Q_{ср}}{\Sigma P_{ср}} = 0.654$$

$$P_{ср1} + P_{ср2} + P_{ср3} + P_{ср4} = 273.24$$

ПРОДОЛЖЕНИЕ ПРИЛОЖЕНИЯ В

$$K_{\text{иср}} := \frac{P_{\text{ср1}} + P_{\text{ср2}} + P_{\text{ср3}} + P_{\text{ср4}}}{(P_{\text{уст1}} + P_{\text{уст2}} + P_{\text{уст3}} + P_{\text{уст4}})} = 0.83 \quad K_p := 0.91$$

$$P_{p1} := P_{\text{ср1}} \cdot K_p = 65.52 \quad P_{p3} := P_{\text{ср3}} \cdot K_p = 84.357$$

$$P_{p2} := P_{\text{ср2}} \cdot K_p = 54.054 \quad P_{p4} := P_{\text{ср4}} \cdot K_p = 44.717$$

$$Q_{p1} := Q_{\text{ср1}} \cdot K_p = 49.14 \quad Q_{p3} := Q_{\text{ср3}} \cdot K_p = 52.301$$

$$Q_{p2} := Q_{\text{ср2}} \cdot K_p = 33.513 \quad Q_{p4} := Q_{\text{ср4}} \cdot K_p = 27.725$$

$$\Sigma P_p := P_{p1} + P_{p2} + P_{p3} + P_{p4} = 333.005$$

$$\Sigma Q_p := Q_{p1} + Q_{p2} + Q_{p3} + Q_{p4} = 162.68$$

$$S_{p1} := \sqrt{P_{p1}^2 + Q_{p1}^2} = 81.9 \quad S_{p3} := \sqrt{P_{p3}^2 + Q_{p3}^2} = 99.255$$

$$S_{p2} := \sqrt{P_{p2}^2 + Q_{p2}^2} = 63.6 \quad S_{p4} := \sqrt{P_{p4}^2 + Q_{p4}^2} = 52.615$$

$$\Sigma S_p := S_{p1} + S_{p2} + S_{p3} + S_{p4} = 297.37$$

$$P_{\text{ОСВ}} := P_{\text{УД.ОСВ}} \cdot F = 9.745$$

$$Q_{\text{ОСВ}} := P_{\text{ОСВ}} \cdot TG_{\text{ОСВ}} = 6.042$$

$$S_{\text{ОСВ}} := \sqrt{P_{\text{ОСВ}}^2 + Q_{\text{ОСВ}}^2} = 11.466$$

$$\Sigma S_{\text{КОТЕЛЬНАЯ}} := \Sigma S_p + S_{\text{ОСВ}} = 308.836$$

$$\Sigma P_{\text{КОТЕЛЬНАЯ}} := \Sigma P_p + P_{\text{ОСВ}} = 342.75$$

$$\Sigma Q_{\text{КОТЕЛЬНАЯ}} := \Sigma Q_p + Q_{\text{ОСВ}} = 168.721$$

$$L_1 := 4.65 \times 10^{-3} \cdot 90 = 0.419 \quad L_4 := 70 \cdot 4.65 \times 10^{-3} = 0.325 \quad L_7 := 72 \cdot 4.65 \times 10^{-3} = 0.335$$

$$L_2 := 200 \cdot (4.65 \times 10^{-3}) = 0.93 \quad L_5 := 4.65 \times 10^{-3} \cdot 90 = 0.419 \quad L_8 := 135 \cdot 4.65 \times 10^{-3} = 0.628$$

$$L_3 := 200 \cdot (4.65 \times 10^{-3}) = 0.93 \quad L_6 := 25 \cdot 4.65 \times 10^{-3} = 0.116 \quad L_9 := 80 \cdot 4.65 \times 10^{-3} = 0.372$$

$$P_{\text{уд.осв.ул.}} := 3.9 \quad L_1 + L_2 + L_3 + L_4 + L_5 + L_6 + L_7 + L_8 + L_9 = 4.473$$

$$P_{\text{осв.ул.1}} := L_1 \cdot P_{\text{уд.осв.ул.}} = 1.632 \quad P_{\text{осв.ул.6}} := L_6 \cdot P_{\text{уд.осв.ул.}} = 0.453$$

$$P_{\text{осв.ул.2}} := L_2 \cdot P_{\text{уд.осв.ул.}} = 3.627 \quad P_{\text{осв.ул.7}} := L_7 \cdot P_{\text{уд.осв.ул.}} = 1.306$$

$$P_{\text{осв.ул.3}} := L_3 \cdot P_{\text{уд.осв.ул.}} = 3.627 \quad P_{\text{осв.ул.8}} := L_8 \cdot P_{\text{уд.осв.ул.}} = 2.448$$

$$P_{\text{осв.ул.4}} := L_4 \cdot P_{\text{уд.осв.ул.}} = 1.269 \quad P_{\text{осв.ул.9}} := L_9 \cdot P_{\text{уд.осв.ул.}} = 1.451$$

$$P_{\text{осв.ул.5}} := L_5 \cdot P_{\text{уд.осв.ул.}} = 1.632 \quad \Sigma P_{\text{осв.ул.}} := 17.446$$

ПРОДОЛЖЕНИЕ ПРИЛОЖЕНИЯ В

$$\cos := 0.88 \quad \operatorname{tg}_{\text{ОСВ.УЛ}} := 0.54$$

$$Q_{\text{ОСВ.УЛ.1}} := P_{\text{ОСВ.УЛ.1}} \cdot \operatorname{tg}_{\text{ОСВ.УЛ}} = 0.881 \quad Q_{\text{ОСВ.УЛ.6}} := P_{\text{ОСВ.УЛ.6}} \cdot \operatorname{tg}_{\text{ОСВ.УЛ}} = 0.245$$

$$Q_{\text{ОСВ.УЛ.2}} := P_{\text{ОСВ.УЛ.2}} \cdot \operatorname{tg}_{\text{ОСВ.УЛ}} = 1.959 \quad Q_{\text{ОСВ.УЛ.7}} := P_{\text{ОСВ.УЛ.7}} \cdot \operatorname{tg}_{\text{ОСВ.УЛ}} = 0.705$$

$$Q_{\text{ОСВ.УЛ.3}} := P_{\text{ОСВ.УЛ.3}} \cdot \operatorname{tg}_{\text{ОСВ.УЛ}} = 1.959 \quad Q_{\text{ОСВ.УЛ.8}} := P_{\text{ОСВ.УЛ.8}} \cdot \operatorname{tg}_{\text{ОСВ.УЛ}} = 1.322$$

$$Q_{\text{ОСВ.УЛ.4}} := P_{\text{ОСВ.УЛ.4}} \cdot \operatorname{tg}_{\text{ОСВ.УЛ}} = 0.686 \quad Q_{\text{ОСВ.УЛ.9}} := P_{\text{ОСВ.УЛ.9}} \cdot \operatorname{tg}_{\text{ОСВ.УЛ}} = 0.783$$

$$Q_{\text{ОСВ.УЛ.5}} := P_{\text{ОСВ.УЛ.5}} \cdot \operatorname{tg}_{\text{ОСВ.УЛ}} = 0.881 \quad \Sigma Q_{\text{ОСВ.УЛ.}} := 9.421$$

$$S_{\text{ОСВ.УЛ.1}} := \sqrt{P_{\text{ОСВ.УЛ.1}}^2 + Q_{\text{ОСВ.УЛ.1}}^2} = 1.855 \quad S_{\text{ОСВ.УЛ.6}} := \sqrt{P_{\text{ОСВ.УЛ.6}}^2 + Q_{\text{ОСВ.УЛ.6}}^2} = 0.515$$

$$S_{\text{ОСВ.УЛ.2}} := \sqrt{P_{\text{ОСВ.УЛ.2}}^2 + Q_{\text{ОСВ.УЛ.2}}^2} = 4.122 \quad S_{\text{ОСВ.УЛ.7}} := \sqrt{P_{\text{ОСВ.УЛ.7}}^2 + Q_{\text{ОСВ.УЛ.7}}^2} = 1.484$$

$$S_{\text{ОСВ.УЛ.3}} := \sqrt{P_{\text{ОСВ.УЛ.3}}^2 + Q_{\text{ОСВ.УЛ.3}}^2} = 4.122 \quad S_{\text{ОСВ.УЛ.8}} := \sqrt{P_{\text{ОСВ.УЛ.8}}^2 + Q_{\text{ОСВ.УЛ.8}}^2} = 2.782$$

$$S_{\text{ОСВ.УЛ.4}} := \sqrt{P_{\text{ОСВ.УЛ.4}}^2 + Q_{\text{ОСВ.УЛ.4}}^2} = 1.443 \quad S_{\text{ОСВ.УЛ.9}} := \sqrt{P_{\text{ОСВ.УЛ.9}}^2 + Q_{\text{ОСВ.УЛ.9}}^2} = 1.649$$

$$S_{\text{ОСВ.УЛ.5}} := \sqrt{P_{\text{ОСВ.УЛ.5}}^2 + Q_{\text{ОСВ.УЛ.5}}^2} = 1.855 \quad \Sigma S_{\text{ОСВ.УЛ.}} := 19.827$$

$$\Sigma P := \Sigma P_{\text{Р.Ж.3.}} + \Sigma P_{\text{Р.О.3.}} + \Sigma P_{\text{КОТЕЛЬНАЯ}} + \Sigma P_{\text{ОСВ.УЛ.}} = 4.719 \times 10^3$$

$$\Sigma Q := \Sigma Q_{\text{Р.Ж.3.}} + \Sigma Q_{\text{Р.О.3.}} + \Sigma Q_{\text{КОТЕЛЬНАЯ}} + \Sigma Q_{\text{ОСВ.УЛ.}} = 1.578 \times 10^3$$

$$\Sigma S := \Sigma S_{\text{Р.Ж.3.}} + \Sigma S_{\text{Р.О.3.}} + \Sigma S_{\text{КОТЕЛЬНАЯ}} + \Sigma S_{\text{ОСВ.УЛ.}} = 5.439 \times 10^3$$

$$U_{\text{НОМ}} := 0.38$$

$$N_{\text{КАБ1}} := 5 \quad I_1 := 77.5 \cdot 10^{-3}$$

$$I_{\text{p1}} := \frac{S_{\text{Р.О.3.1}}}{N_{\text{КАБ1}} \cdot \sqrt{3} \cdot U_{\text{НОМ}}} = 57.356$$

$$f_1 := 50 \quad r_{01} := 1.17 \quad x_{01} := 0.066 \quad I_{\text{доп1}} := 112 \quad \Delta U_{\text{ДОП1}} := 7.8\%$$

$$I_{\text{p1п.а.р}} := \frac{S_{\text{Р.О.3.1}}}{(N_{\text{КАБ1}} - 1) \cdot \sqrt{3} \cdot U_{\text{НОМ}}} = 71.694 \quad I_{\text{p1п.а.р}} < I_{\text{доп1}}$$

$$\Delta U_{\text{p1}} := \frac{(P_{\text{Р.О.3.1}} \cdot r_{01} + Q_{\text{Р.О.3.1}} \cdot x_{01}) \cdot I_1 \cdot 100\%}{U_{\text{НОМ}} \cdot 10^3} = 0.042 \quad (\Delta U_{\text{p1}} < \Delta U_{\text{ДОП1}})$$

$$\Delta P_{\text{Л1}} := \frac{(3 \cdot I_{\text{p1}}^2 \cdot r_{01} \cdot I_1) \cdot 10^{-3}}{4} = 0.224$$

ПРОДОЛЖЕНИЕ ПРИЛОЖЕНИЯ В

$$N_{\text{КАБ2}} := 2 \quad l_2 := 18.6 \cdot 10^{-3}$$

$$I_{p2} := \frac{S_{\text{P.O.3.2}}}{N_{\text{КАБ2}} \cdot \sqrt{3} \cdot U_{\text{НОМ}}} = 162.534$$

$$f_2 := 185 \quad r_{02} := 0.16 \quad x_{02} := 0.059 \quad I_{\text{доп2}} := 341 \quad \Delta U_{\text{ДОП2}} := 7.8\%$$

$$I_{p2\text{п.а.р}} := \frac{S_{\text{P.O.3.2}}}{(N_{\text{КАБ2}} - 1) \cdot \sqrt{3} \cdot U_{\text{НОМ}}} = 325.068 \quad I_{p2\text{п.а.р}} < I_{\text{доп2}}$$

$$\Delta U_{p2} := \frac{(P_{\text{P.O.3.2}} \cdot r_{02} + Q_{\text{P.O.3.2}} \cdot x_{02}) \cdot l_2 \cdot 100\%}{U_{\text{НОМ}} \cdot 10^3} = 1.786 \times 10^{-3} \quad (\Delta U_{p2} < \Delta U_{\text{ДОП2}})$$

$$\Delta P_{\text{Л2}} := \frac{(3 \cdot I_{p2}^2 \cdot r_{02} \cdot l_2) \cdot 10^{-3}}{2} = 0.118$$

$$N_{\text{КАБ3}} := 2 \quad l_3 := (68.2 \cdot 10^{-3}) = 0.068$$

$$I_{p3} := \frac{S_{\text{P.Ж.3.3}}}{N_{\text{КАБ3}} \cdot \sqrt{3} \cdot U_{\text{НОМ}}} = 110.629$$

$$f_3 := 95 \quad r_{03} := 0.31 \quad x_{03} := 0.06 \quad I_{\text{доп3}} := 233 \quad \Delta U_{\text{ДОП3}} := 7.8\%$$

$$I_{p3\text{п.а.р}} := \frac{S_{\text{P.Ж.3.3}}}{(N_{\text{КАБ3}} - 1) \cdot \sqrt{3} \cdot U_{\text{НОМ}}} = 221.259 \quad I_{p3\text{п.а.р}} < I_{\text{доп3}}$$

$$\Delta U_{p3} := \frac{(P_{\text{P.Ж.3.3}} \cdot r_{03} + Q_{\text{P.Ж.3.3}} \cdot x_{03}) \cdot l_3 \cdot 100\%}{U_{\text{НОМ}} \cdot 10^3} = 8.252 \times 10^{-3} \quad (\Delta U_{p3} < \Delta U_{\text{ДОП3}})$$

$$\Delta P_{\text{Л3}} := \frac{(3 \cdot I_{p3}^2 \cdot r_{03} \cdot l_3) \cdot 10^{-3}}{2} = 0.388$$

$$\Sigma P_{31} := P_{\text{P.O.3.1}} + P_{\text{P.O.3.2}} + P_{\text{P.Ж.3.3}} = 516.2 \quad \Sigma Q_{31} := Q_{\text{P.O.3.1}} + Q_{\text{P.O.3.2}} + Q_{\text{P.Ж.3.3}} = 179.12$$

$$\Sigma \Delta P_{\text{Л1Г}} := \Delta P_{\text{Л1}} + \Delta P_{\text{Л2}} + \Delta P_{\text{Л3}} = 0.73 \quad \Sigma S_1 := S_{\text{P.O.3.1}} + S_{\text{P.O.3.2}} + S_{\text{P.Ж.3.3}} = 548.333$$

$$P_{\text{ртр1}} := \Sigma P_{31} + \Sigma \Delta P_{\text{Л1Г}} + \Sigma P_{\text{осв.ул.}} = 534.376$$

$$\text{tg}_{\text{срвзв1}} := \frac{\Sigma Q_{31} + \Sigma Q_{\text{осв.ул.}}}{\Sigma P_{31} + \Sigma P_{\text{осв.ул.}}} = 0.353$$

ПРОДОЛЖЕНИЕ ПРИЛОЖЕНИЯ В

$$Q_{\text{ртр1}} := P_{\text{ртр1}} \cdot \text{tg}_{\text{срвзв1}} = 188.801$$

$$S_{\text{ртр1}} := \sqrt{P_{\text{ртр1}}^2 + Q_{\text{ртр1}}^2} = 566.748$$

$$n_{\text{T}} := 2 \quad K_{31\Gamma} := 0.8$$

$$S_{\text{НОМТР1}} := \frac{S_{\text{ртр1}}}{n_{\text{T}} \cdot K_{31\Gamma}} = 354.217$$

$$S_{\text{НОМТР1B}} := 630$$

$$\kappa_{\text{ПЕР1}} := \frac{S_{\text{ртр1}}}{S_{\text{НОМТР1B}}} = 0.9$$

$$\kappa_{\text{ПЕР1}} < 1.4$$

$$\Delta P_{\text{ТР1}} := S_{\text{НОМТР1B}} \cdot 0.02 = 12.6$$

$$\Delta Q_{\text{ТР1}} := S_{\text{НОМТР1B}} \cdot 0.1 = 63$$

$$\Delta S_{\text{ТР1}} := \sqrt{\Delta P_{\text{ТР1}}^2 + \Delta Q_{\text{ТР1}}^2} = 64.248$$

$$S_{\text{рВН1}} := S_{\text{НОМТР1B}} + \Delta S_{\text{ТР1}} = 694.248$$

$$N_{\text{КАБ4}} := 2 \quad l_4 := 65.1 \cdot 10^{-3}$$

$$I_{\text{p4}} := \frac{S_{\text{P.O.3.4}}}{N_{\text{КАБ4}} \cdot \sqrt{3} \cdot U_{\text{НОМ}}} = 56.626$$

$$N_{\text{КАБ5}} := 2 \quad l_5 := 58.9 \cdot 10^{-3}$$

$$I_{\text{p5}} := \frac{S_{\text{P.Ж.3.5}}}{N_{\text{КАБ5}} \cdot \sqrt{3} \cdot U_{\text{НОМ}}} = 73.211$$

$$I_{\text{ЭКВ45}} := \sqrt{\frac{I_{\text{p4}}^2 \cdot l_4 + I_{\text{p5}}^2 \cdot l_5}{l_4 + l_5}} = 65.033$$

$$r_{045} := 0.24 \quad x_{045} := 0.06 \quad I_{\text{доп45}} := 267 \quad \Delta U_{\text{ДОП45}} := 7.8\% \quad f_{45} := 120$$

$$I_{\text{ЭКВ56п.а.р}} := \frac{(S_{\text{P.O.3.4}} + S_{\text{P.Ж.3.5}})}{(N_{\text{КАБ5}} - 1) \cdot \sqrt{3} \cdot U_{\text{НОМ}}} = 259.674 \quad I_{\text{ЭКВ45п.а.р}} < I_{\text{доп45}}$$

ПРОДОЛЖЕНИЕ ПРИЛОЖЕНИЯ В

$$\Delta U_{p45} := \frac{[(P_{P.O.3.4} + P_{P.Ж.3.5}) \cdot r_{045} + (Q_{P.O.3.4} + Q_{P.Ж.3.5}) \cdot x_{045}] \cdot 100\% \cdot (l_4 + l_5)}{U_{НОМ} \cdot 10^3} = 0.014$$

$$(\Delta U_{p45} < \Delta U_{ДОП45})$$

$$\Delta P_{Л45} := \frac{3 \cdot [I_{ЭКВ45}^2 \cdot r_{045} \cdot (l_4 + l_5) \cdot 10^{-3}]}{2} = 0.189$$

$$N_{КАБ6} := 2 \quad l_6 := 15.5 \cdot 10^{-3}$$

$$I_{p6} := \frac{S_{P.Ж.3.6}}{N_{КАБ6} \cdot \sqrt{3} \cdot U_{НОМ}} = 97.614$$

$$f_6 := 95 \quad r_{06} := 0.31 \quad x_{06} := 0.06 \quad I_{доп6} := 233 \quad \Delta U_{ДОП6} := 7.8\%$$

$$I_{p6п.а.р} := \frac{S_{P.Ж.3.6}}{(N_{КАБ6} - 1) \cdot \sqrt{3} \cdot U_{НОМ}} = 195.228 \quad I_{p6п.а.р} < I_{доп6}$$

$$\Delta U_{p6} := \frac{(P_{P.Ж.3.6} \cdot r_{06} + Q_{P.Ж.3.6} \cdot x_{06}) \cdot l_6 \cdot 100\%}{U_{НОМ} \cdot 10^3} = 1.655 \times 10^{-3} \quad (\Delta U_{p6} < \Delta U_{ДОП6})$$

$$\Delta P_{Л6} := \frac{(3 \cdot I_{p6}^2 \cdot r_{06} \cdot l_6) \cdot 10^{-3}}{N_{КАБ6}} = 0.069$$

$$N_{КАБ7} := 2 \quad l_7 := 24.8 \cdot 10^{-3}$$

$$I_{p7} := \frac{S_{P.Ж.3.7}}{N_{КАБ7} \cdot \sqrt{3} \cdot U_{НОМ}} = 121.166$$

$$f_7 := 120 \quad r_{07} := 0.24 \quad x_{07} := 0.06 \quad I_{доп7} := 267 \quad \Delta U_{ДОП7} := 7.8\%$$

$$I_{p7п.а.р} := \frac{S_{P.Ж.3.7}}{(N_{КАБ7} - 1) \cdot \sqrt{3} \cdot U_{НОМ}} = 242.331 \quad I_{p7п.а.р} < I_{доп7}$$

$$\Delta U_{p7} := \frac{(P_{P.Ж.3.7} \cdot r_{07} + Q_{P.Ж.3.7} \cdot x_{07}) \cdot l_7 \cdot 100\%}{U_{НОМ} \cdot 10^3} = 2.572 \times 10^{-3} \quad (\Delta U_{p7} < \Delta U_{ДОП7})$$

ПРОДОЛЖЕНИЕ ПРИЛОЖЕНИЯ В

$$\Delta P_{Л7} := \frac{(3 \cdot I_{p7}^2 \cdot r_{07} \cdot l_7) \cdot 10^{-3}}{N_{КАБ7}} = 0.131$$

$$\Sigma P_{32} := P_{P.O.3.4} + P_{P.Ж.3.5} + P_{P.Ж.3.6} + P_{P.Ж.3.7} = 444.1$$

$$\Sigma \Delta P_{Л2Г} := \Delta P_{Л45} + \Delta P_{Л6} + \Delta P_{Л7} = 0.389$$

$$\Sigma Q_{32} := Q_{P.O.3.4} + Q_{P.Ж.3.5} + Q_{P.Ж.3.6} + Q_{P.Ж.3.7} = 107.636$$

$$\Sigma S_2 := S_{P.O.3.4} + S_{P.Ж.3.5} + S_{P.Ж.3.6} + S_{P.Ж.3.7} = 458.905$$

$$P_{ртр2} := \Sigma P_{32} + \Sigma \Delta P_{Л2Г} = 444.489$$

$$tg_{срвзв2} := \frac{\Sigma Q_{32}}{\Sigma P_{32}} = 0.242$$

$$Q_{ртр2} := P_{ртр2} \cdot tg_{срвзв2} = 107.73$$

$$S_{ртр2} := \sqrt{P_{ртр2}^2 + Q_{ртр2}^2} = 457.357$$

$$n_{\text{www}} := 2 \quad K_{32Г} := 0.8$$

$$S_{НОМТР2} := \frac{S_{ртр2}}{n_T \cdot K_{32Г}} = 285.848 \quad S_{НОМТР2В} := 400$$

$$\kappa_{ПЕР2} := \frac{S_{ртр2}}{S_{НОМТР2В}} = 1.143 \quad \kappa_{ПЕР1} < 1.4$$

$$\Delta P_{ТР2} := S_{НОМТР2В} \cdot 0.02 = 8$$

$$\Delta Q_{ТР2} := S_{НОМТР2В} \cdot 0.1 = 40$$

$$\Delta S_{ТР2} := \sqrt{\Delta P_{ТР2}^2 + \Delta Q_{ТР2}^2} = 40.792$$

$$S_{рвн2} := S_{НОМТР2В} + \Delta S_{ТР2} = 440.792$$

$$N_{КАБ8} := 2 \quad l_8 := 0.109$$

$$I_{p8} := \frac{S_{P.O.3.8}}{N_{КАБ8} \cdot \sqrt{3} \cdot U_{НОМ}} = 15.771$$

$$N_{КАБ9} := 2 \quad l_9 := 0.037$$

$$I_{p9} := \frac{S_{P.Ж.3.9}}{N_{КАБ9} \cdot \sqrt{3} \cdot U_{НОМ}} = 97.614$$

ПРОДОЛЖЕНИЕ ПРИЛОЖЕНИЯ В

$$I_{\text{ЭКВ89}} := \sqrt{\frac{I_{\text{p8}}^2 \cdot l_8 + I_{\text{p9}}^2 \cdot l_9}{l_8 + l_9}} = 50.995$$

$$r_{089} := 0.24 \quad x_{089} := 0.06 \quad I_{\text{доп89}} := 267 \quad \Delta U_{\text{ДОП89}} := 7.8\% \quad f_{89} := 120$$

$$I_{\text{ЭКВ89п.а.р}} := \frac{(S_{\text{Р.О.3.8}} + S_{\text{Р.Ж.3.9}})}{(N_{\text{КАБ8}} - 1) \cdot \sqrt{3} \cdot U_{\text{НОМ}}} = 226.77 \quad I_{\text{ЭКВ89п.а.р}} < I_{\text{доп89}}$$

$$\Delta U_{\text{p89}} := \frac{[(P_{\text{Р.О.3.8}} + P_{\text{Р.Ж.3.9}}) \cdot r_{089} + (Q_{\text{Р.О.3.8}} + Q_{\text{Р.Ж.3.9}}) \cdot x_{045}] \cdot 100\% \cdot (l_8 + l_9)}{U_{\text{НОМ}} \cdot 10^3} = 0.014$$

$$(\Delta U_{\text{p89}} < \Delta U_{\text{ДОП89}})$$

$$\Delta P_{\text{Л89}} := \frac{3 \cdot [I_{\text{ЭКВ89}}^2 \cdot r_{089} \cdot (l_8 + l_9) \cdot 10^{-3}]}{2} = 0.137$$

$$N_{\text{КАБ10}} := 2 \quad l_{10} := 0.093$$

$$I_{\text{p10}} := \frac{S_{\text{Р.Ж.3.10}}}{N_{\text{КАБ10}} \cdot \sqrt{3} \cdot U_{\text{НОМ}}} = 97.614$$

$$f_{10} := 95 \quad r_{010} := 0.31 \quad x_{010} := 0.06 \quad I_{\text{доп10}} := 233 \quad \Delta U_{\text{ДОП10}} := 7.8\%$$

$$I_{\text{p10п.а.р}} := \frac{S_{\text{Р.Ж.3.10}}}{(N_{\text{КАБ10}} - 1) \cdot \sqrt{3} \cdot U_{\text{НОМ}}} = 195.228 \quad I_{\text{p10п.а.р}} < I_{\text{доп10}}$$

$$\Delta U_{\text{p10}} := \frac{(P_{\text{Р.Ж.3.10}} \cdot r_{010} + Q_{\text{Р.Ж.3.10}} \cdot x_{010}) \cdot l_{10} \cdot 100\%}{U_{\text{НОМ}} \cdot 10^3} = 9.929 \times 10^{-3} \quad (\Delta U_{\text{p10}} < \Delta U_{\text{ДОП10}})$$

$$\Delta P_{\text{Л10}} := \frac{(3 \cdot I_{\text{p10}}^2 \cdot r_{010} \cdot l_{10}) \cdot 10^{-3}}{N_{\text{КАБ10}}} = 0.412$$

$$N_{\text{КАБ12}} := 2 \quad l_{12} := 0.037$$

$$I_{\text{p12}} := \frac{S_{\text{Р.Ж.3.12}}}{N_{\text{КАБ12}} \cdot \sqrt{3} \cdot U_{\text{НОМ}}} = 71.661$$

$$f_{12} := 50 \quad r_{012} := 0.59 \quad x_{012} := 0.063 \quad I_{\text{доп12}} := 157 \quad \Delta U_{\text{ДОП12}} := 7.8\%$$

ПРОДОЛЖЕНИЕ ПРИЛОЖЕНИЯ В

$$I_{p12п.а.р} := \frac{S_{P.Ж.3.12}}{(N_{КАБ12} - 1) \cdot \sqrt{3} \cdot U_{НОМ}} = 143.322 \quad I_{p12п.а.р} < I_{доп12}$$

$$\Delta U_{p12} := \frac{(P_{P.Ж.3.12} \cdot r_{012} + Q_{P.Ж.3.12} \cdot x_{012}) \cdot I_{12} \cdot 100\%}{U_{НОМ} \cdot 10^3} = 5.427 \times 10^{-3} \quad \Delta U_{p12} < \Delta U_{доп12}$$

$$\Delta P_{Л12} := \frac{(3 \cdot I_{p12}^2 \cdot r_{012} \cdot l_{12}) \cdot 10^{-3}}{N_{КАБ12}} = 0.168$$

$$\Sigma P_{33} := P_{P.O.3.8} + P_{P.Ж.3.9} + P_{P.Ж.3.10} + P_{P.Ж.3.12} = 362.536$$

$$\Sigma \Delta P_{Л3Г} := \Delta P_{Л89} + \Delta P_{Л10} + \Delta P_{Л12} = 0.717$$

$$\Sigma Q_{33} := Q_{P.O.3.8} + Q_{P.Ж.3.9} + Q_{P.Ж.3.10} + Q_{P.Ж.3.12} = 79.181$$

$$\Sigma S_3 := S_{P.O.3.8} + S_{P.Ж.3.9} + S_{P.Ж.3.10} + S_{P.Ж.3.12} = 372.083$$

$$P_{ртр3} := \Sigma P_{33} + \Sigma \Delta P_{Л3Г} = 363.253$$

$$tg_{срвзв3} := \frac{\Sigma Q_{33}}{\Sigma P_{33}} = 0.218$$

$$Q_{ртр3} := P_{ртр3} \cdot tg_{срвзв3} = 79.337$$

$$S_{ртр3} := \sqrt{P_{ртр3}^2 + Q_{ртр3}^2} = 371.816$$

$$K_{33Г} := 0.8 \quad \frac{n_{\text{www}}}{\text{www}} := 2$$

$$S_{НОМТР3} := \frac{S_{ртр3}}{n_1 \cdot K_{33Г}} = 232.385 \quad S_{НОМТР3В} := 400$$

$$\kappa_{ПЕР3} := \frac{S_{ртр3}}{S_{НОМТР3В}} = 0.93 \quad \kappa_{ПЕР3} < 1.4$$

$$\Delta P_{ТР3} := S_{НОМТР3В} \cdot 0.02 = 8$$

$$\Delta Q_{ТР3} := S_{НОМТР3В} \cdot 0.1 = 40$$

$$\Delta S_{ТР3} := \sqrt{\Delta P_{ТР3}^2 + \Delta Q_{ТР3}^2} = 40.792$$

$$S_{рвн3} := S_{НОМТР3В} + \Delta S_{ТР3} = 440.792$$

ПРОДОЛЖЕНИЕ ПРИЛОЖЕНИЯ В

$$N_{КАБ11} := 2 \quad l_{11} := (15 \cdot 3.1 \cdot 10^{-3}) = 0.047$$

$$I_{p11} := \frac{S_{P.O.3.11}}{N_{КАБ11} \cdot \sqrt{3} \cdot U_{НОМ}} = 36.02$$

$$f_{11} := 16 \quad r_{011} := 1.84 \quad x_{011} := 0.068 \quad I_{доп11} := 87 \quad \Delta U_{ДОП11} := 7.8\%$$

$$I_{p11п.а.р} := \frac{S_{P.O.3.11}}{(N_{КАБ11} - 1) \cdot \sqrt{3} \cdot U_{НОМ}} = 72.041 \quad I_{p11п.а.р} < I_{доп11}$$

$$\Delta U_{p11} := \frac{(P_{P.O.3.11} \cdot r_{011} + Q_{P.O.3.11} \cdot x_{011}) \cdot l_{11} \cdot 100\%}{U_{НОМ} \cdot 10^3} = 0.01 \quad (\Delta U_{p1} < \Delta U_{ДОП1})$$

$$\Delta P_{Л11} := \frac{(3 \cdot I_{p11}^2 \cdot r_{011} \cdot l_{11}) \cdot 10^{-3}}{2} = 0.167$$

$$N_{КАБ15} := 2 \quad l_{15} := 10 \cdot 3.1 \cdot 10^{-3} = 0.031$$

$$I_{p15} := \frac{S_{P.Ж.3.15}}{N_{КАБ15} \cdot \sqrt{3} \cdot U_{НОМ}} = 65.076$$

$$N_{КАБ14} := 2 \quad l_{14} := 0.031$$

$$I_{p14} := \frac{S_{P.Ж.3.14}}{N_{КАБ14} \cdot \sqrt{3} \cdot U_{НОМ}} = 97.614$$

$$I_{ЭКВ1514} := \sqrt{\frac{I_{p15}^2 \cdot l_{15} + I_{p14}^2 \cdot l_{14}}{l_{15} + l_{14}}} = 82.956$$

$$f_{1415} := 185 \quad r_{01415} := 0.16 \quad x_{01415} := 0.059 \quad I_{доп1415} := 341 \quad \Delta U_{ДОП1415} := 7.8\%$$

$$I_{ЭКВ1415п.а.р} := \frac{(S_{P.Ж.3.15} + S_{P.Ж.3.14})}{(N_{КАБ15} - 1) \cdot \sqrt{3} \cdot U_{НОМ}} = 325.381 \quad I_{ЭКВ1415п.а.р} < I_{доп1415}$$

$$\Delta U_{p1415} := \frac{[(P_{P.Ж.3.14} + P_{P.Ж.3.15}) \cdot r_{01415} + (Q_{P.Ж.3.14} + Q_{P.Ж.3.15}) \cdot x_{01415}] \cdot 100\% \cdot (l_{14} + l_{15})}{U_{НОМ} \cdot 10^3}$$

$$(\Delta U_{p1415} < \Delta U_{ДОП1415})$$

ПРОДОЛЖЕНИЕ ПРИЛОЖЕНИЯ В

$$\Delta P_{Л1415} := \frac{\left[3 \cdot \left[I_{ЭКВ1514}^2 \cdot r_{01415} \cdot (l_{14} + l_{15}) \cdot 10^{-3} \right] \right]}{2} = 0.102$$

$$N_{КАБ28} := 2 \quad l_{28} := (15 \cdot 3.1 \cdot 10^{-3}) = 0.047$$

$$I_{p28} := \frac{S_{P.Ж.3.28}}{N_{КАБ28} \cdot \sqrt{3} \cdot U_{НОМ}} = 191.355$$

$$f_{28} := 240 \quad r_{028} := 0.12 \quad x_{028} := 0.058 \quad I_{доп28} := 397 \quad \Delta U_{ДОП28} := 7.8\%$$

$$I_{p28п.а.р} := \frac{S_{P.Ж.3.28}}{(N_{КАБ28} - 1) \cdot \sqrt{3} \cdot U_{НОМ}} = 382.71 \quad I_{p28п.а.р} < I_{доп28}$$

$$\Delta U_{p28} := \frac{(P_{P.Ж.3.28} \cdot r_{028} + Q_{P.Ж.3.28} \cdot x_{028}) \cdot l_{28} \cdot 100\%}{U_{НОМ} \cdot 10^3} = 3.978 \times 10^{-3} \quad \Delta U_{p28} < \Delta U_{ДОП28}$$

$$\Delta P_{Л28} := \frac{\left(3 \cdot I_{p28}^2 \cdot r_{028} \cdot l_{28} \right) \cdot 10^{-3}}{2} = 0.306$$

$$\Sigma P_{34} := P_{P.O.3.11} + P_{P.Ж.3.14} + P_{P.Ж.3.15} + P_{P.Ж.3.28} = 503$$

$$\Sigma \Delta P_{Л4Г} := \Delta P_{Л11} + \Delta P_{Л1415} + \Delta P_{Л28} = 0.575$$

$$\Sigma Q_{34} := Q_{P.O.3.11} + Q_{P.Ж.3.14} + Q_{P.Ж.3.15} + Q_{P.Ж.3.28} = 102.9$$

$$\Sigma S_4 := S_{P.O.3.11} + S_{P.Ж.3.14} + S_{P.Ж.3.15} + S_{P.Ж.3.28} = 513.466$$

$$P_{pтр4} := \Sigma P_{34} + \Sigma \Delta P_{Л4Г} = 503.575$$

$$tg_{срвзв4} := \frac{\Sigma Q_{34}}{\Sigma P_{34}} = 0.205$$

$$Q_{pтр4} := P_{pтр4} \cdot tg_{срвзв4} = 103.018$$

$$S_{pтр4} := \sqrt{P_{pтр4}^2 + Q_{pтр4}^2} = 514.005$$

$$n_{\text{www}} := 2 \quad K_{34Г} := 0.8$$

$$S_{НОМТР4} := \frac{S_{pтр4}}{n_{\text{www}} \cdot K_{34Г}} = 321.253 \quad S_{НОМТР4Б} := 400$$

$$\kappa_{ПЕР4} := \frac{S_{pтр4}}{S_{НОМТР4Б}} = 1.285 \quad \kappa_{ПЕР4} < 1.4$$

ПРОДОЛЖЕНИЕ ПРИЛОЖЕНИЯ В

$$\Delta P_{TP4} := S_{НОМTP4B} \cdot 0.02 = 8$$

$$\Delta Q_{TP4} := S_{НОМTP4B} \cdot 0.1 = 40$$

$$\Delta S_{TP4} := \sqrt{\Delta P_{TP4}^2 + \Delta Q_{TP4}^2} = 40.792$$

$$S_{pBH4} := S_{НОМTP4B} + \Delta S_{TP4} = 440.792$$

$$N_{КАБ13} := 2 \quad l_{13} := 23 \cdot 3.1 \cdot 10^{-3} = 0.071$$

$$I_{p13} := \frac{S_{P.O.3.13}}{N_{КАБ13} \cdot \sqrt{3} \cdot U_{НОМ}} = 28.816$$

$$N_{КАБ18} := 2 \quad l_{18} := 15 \cdot 3.1 \cdot 10^{-3} = 0.047$$

$$I_{p18} := \frac{S_{P.Ж.3.18}}{N_{КАБ18} \cdot \sqrt{3} \cdot U_{НОМ}} = 65.076$$

$$I_{ЭКВ1318} := \sqrt{\frac{I_{p13}^2 \cdot l_{13} + I_{p18}^2 \cdot l_{18}}{l_{13} + l_{18}}} = 46.629$$

$$f_{1318} := 70 \quad r_{01318} := 0.42 \quad x_{01318} := 0.061 \quad I_{доп1318} := 195 \quad \Delta U_{ДОП1318} := 7.8\%$$

$$I_{ЭКВ1318п.а.р} := \frac{(S_{P.O.3.13} + S_{P.Ж.3.18})}{(N_{КАБ13} - 1) \cdot \sqrt{3} \cdot U_{НОМ}} = 187.785 \quad I_{ЭКВ1318п.а.р} < I_{доп1318}$$

$$\Delta U_{p1318} := \frac{[(P_{P.O.3.13} + P_{P.Ж.3.18}) \cdot r_{01318} + (Q_{P.O.3.13} + Q_{P.Ж.3.18}) \cdot x_{01318}] \cdot 100\% \cdot (l_{13} + l_{18})}{U_{НОМ} \cdot 10^3}$$

$$(\Delta U_{p1318} < \Delta U_{ДОП1318})$$

$$\Delta P_{Л1318} := \frac{3 \cdot [I_{ЭКВ1318}^2 \cdot r_{01318} \cdot (l_{13} + l_{18}) \cdot 10^{-3}]}{2} = 0.161$$

$$N_{КАБ16} := 2 \quad l_{16} := (17 \cdot 3.1 \cdot 10^{-3}) = 0.053$$

$$I_{p16} := \frac{S_{P.Ж.3.16}}{N_{КАБ16} \cdot \sqrt{3} \cdot U_{НОМ}} = 73.211$$

$$f_{16} := 50 \quad r_{016} := 0.59 \quad x_{016} := 0.063 \quad I_{доп16} := 157 \quad \Delta U_{ДОП16} := 7.8\%$$

$$I_{p16п.а.р} := \frac{S_{P.Ж.3.16}}{(N_{КАБ16} - 1) \cdot \sqrt{3} \cdot U_{НОМ}} = 146.421 \quad I_{p16п.а.р} < I_{доп16}$$

ПРОДОЛЖЕНИЕ ПРИЛОЖЕНИЯ В

$$\Delta U_{p16} := \frac{(P_{P.Ж.3.16} \cdot r_{016} + Q_{P.Ж.3.16} \cdot x_{016}) \cdot I_{16} \cdot 100\%}{U_{НОМ} \cdot 10^3} = 7.897 \times 10^{-3} \quad (\Delta U_{p16} < \Delta U_{ДОП16})$$

$$\Delta P_{Л16} := \frac{(3 \cdot I_{p16}^2 \cdot r_{016} \cdot I_{16}) \cdot 10^{-3}}{2} = 0.25$$

$$N_{КАБ17} := 2 \quad I_{17} := (3 \cdot 3.1 \cdot 10^{-3}) = 9.3 \times 10^{-3}$$

$$I_{p17} := \frac{S_{P.Ж.3.17}}{N_{КАБ17} \cdot \sqrt{3} \cdot U_{НОМ}} = 81.345$$

$$f_{17} := 70 \quad r_{017} := 0.42 \quad x_{017} := 0.061 \quad I_{доп17} := 195 \quad \Delta U_{ДОП17} := 7.8\%$$

$$I_{p17п.а.р} := \frac{S_{P.Ж.3.17}}{(N_{КАБ17} - 1) \cdot \sqrt{3} \cdot U_{НОМ}} = 162.69 \quad I_{p17п.а.р} < I_{доп17}$$

$$\Delta U_{p17} := \frac{(P_{P.Ж.3.17} \cdot r_{017} + Q_{P.Ж.3.17} \cdot x_{017}) \cdot I_{17} \cdot 100\%}{U_{НОМ} \cdot 10^3} = 1.111 \times 10^{-3} \quad (\Delta U_{p17} < \Delta U_{ДОП17})$$

$$\Delta P_{Л17} := \frac{(3 \cdot I_{p17}^2 \cdot r_{017} \cdot I_{17}) \cdot 10^{-3}}{2} = 0.039$$

$$\Sigma P_{35} := P_{P.O.3.13} + P_{P.Ж.3.16} + P_{P.Ж.3.17} + P_{P.Ж.3.18} = 320.3$$

$$\Sigma \Delta P_{Л5Г} := \Delta P_{Л1318} + \Delta P_{Л16} + \Delta P_{Л17} = 0.45$$

$$\Sigma Q_{35} := Q_{P.O.3.13} + Q_{P.Ж.3.16} + Q_{P.Ж.3.17} + Q_{P.Ж.3.18} = 65.9$$

$$\Sigma S_5 := S_{P.O.3.13} + S_{P.Ж.3.16} + S_{P.Ж.3.17} + S_{P.Ж.3.18} = 327.047$$

$$P_{гр5} := \Sigma P_{35} + \Sigma \Delta P_{Л5Г} = 320.75$$

$$tg_{срвзв5} := \frac{\Sigma Q_{35}}{\Sigma P_{35}} = 0.206$$

$$Q_{гр5} := P_{гр5} \cdot tg_{срвзв5} = 65.993$$

$$S_{гр5} := \sqrt{P_{гр5}^2 + Q_{гр5}^2} = 327.469$$

$$n_{\text{www}} := 2 \quad K_{35Г} := 0.8$$

$$S_{НОМТР5} := \frac{S_{гр5}}{n_1 \cdot K_{35Г}} = 204.668 \quad S_{НОМТР5В} := 250$$

ПРОДОЛЖЕНИЕ ПРИЛОЖЕНИЯ В

$$\kappa_{\text{ПЕР5}} := \frac{S_{\text{ГР5}}}{S_{\text{НОМТР5В}}} = 1.31 \quad \kappa_{\text{ПЕР5}} < 1.4$$

$$\Delta P_{\text{ТР5}} := S_{\text{НОМТР5В}} \cdot 0.02 = 5$$

$$\Delta Q_{\text{ТР5}} := S_{\text{НОМТР5В}} \cdot 0.1 = 25$$

$$\Delta S_{\text{ТР5}} := \sqrt{\Delta P_{\text{ТР5}}^2 + \Delta Q_{\text{ТР5}}^2} = 25.495$$

$$S_{\text{рВН5}} := S_{\text{НОМТР5В}} + \Delta S_{\text{ТР5}} = 275.495$$

$$N_{\text{КАБ19}} := 2 \quad l_{19} := 17 \cdot 3.1 \cdot 10^{-3} = 0.053$$

$$I_{\text{р19}} := \frac{S_{\text{р.Ж.3.19}}}{N_{\text{КАБ19}} \cdot \sqrt{3} \cdot U_{\text{НОМ}}} = 48.807$$

$$N_{\text{КАБ20}} := 2 \quad l_{20} := 8 \cdot 3.1 \cdot 10^{-3} = 0.025$$

$$I_{\text{р20}} := \frac{S_{\text{р.Ж.3.20}}}{N_{\text{КАБ20}} \cdot \sqrt{3} \cdot U_{\text{НОМ}}} = 81.345$$

$$I_{\text{ЭКВ1920}} := \sqrt{\frac{I_{\text{р19}}^2 \cdot l_{19} + I_{\text{р20}}^2 \cdot l_{20}}{l_{19} + l_{20}}} = 61.133$$

$$f_{1920} := 120 \quad r_{01920} := 0.24 \quad x_{01920} := 0.06 \quad I_{\text{доп1920}} := 267 \quad \Delta U_{\text{ДОП1920}} := 7.8\%$$

$$I_{\text{ЭКВ1920п.а.р}} := \frac{(S_{\text{р.Ж.3.19}} + S_{\text{р.Ж.3.20}})}{(N_{\text{КАБ19}} - 1) \cdot \sqrt{3} \cdot U_{\text{НОМ}}} = 260.305$$

$$I_{\text{ЭКВ1920п.а.р}} < I_{\text{доп1920}}$$

$$\Delta U_{\text{р1920}} := \frac{[(P_{\text{р.Ж.3.19}} + P_{\text{р.Ж.3.20}}) \cdot r_{01920} + (Q_{\text{р.Ж.3.19}} + Q_{\text{р.Ж.3.20}}) \cdot x_{01920}] \cdot 100\% \cdot (l_{19} + l_{20})}{U_{\text{НОМ}} \cdot 10^3}$$

$$(\Delta U_{\text{р1920}} < \Delta U_{\text{ДОП1920}})$$

$$\Delta P_{\text{Л1920}} := \frac{\left[3 \cdot \left[I_{\text{ЭКВ1920}}^2 \cdot r_{01920} \cdot (l_{19} + l_{20}) \cdot 10^{-3} \right] \right]}{2} = 0.104$$

ПРОДОЛЖЕНИЕ ПРИЛОЖЕНИЯ В

$$N_{\text{КАБ21}} := 2 \quad l_{21} := (7 \cdot 3.1 \cdot 10^{-3}) = 0.022$$

$$I_{\text{p21}} := \frac{S_{\text{Р.Ж.3.21}}}{N_{\text{КАБ21}} \cdot \sqrt{3} \cdot U_{\text{НОМ}}} = 81.345$$

$$f_{21} := 70 \quad r_{021} := 0.42 \quad x_{021} := 0.061 \quad I_{\text{доп21}} := 195 \quad \Delta U_{\text{ДОП21}} := 7.8\%$$

$$I_{\text{p21п.а.р}} := \frac{S_{\text{Р.Ж.3.21}}}{(N_{\text{КАБ21}} - 1) \cdot \sqrt{3} \cdot U_{\text{НОМ}}} = 162.69 \quad I_{\text{p21п.а.р}} < I_{\text{доп21}}$$

$$\Delta U_{\text{p21}} := \frac{(P_{\text{Р.Ж.3.21}} \cdot r_{021} + Q_{\text{Р.Ж.3.21}} \cdot x_{021}) \cdot l_{21} \cdot 100\%}{U_{\text{НОМ}} \cdot 10^3} = 2.591 \times 10^{-3} \quad (\Delta U_{\text{p21}} < \Delta U_{\text{ДОП21}})$$

$$\Delta P_{\text{Л21}} := \frac{(3 \cdot I_{\text{p21}}^2 \cdot r_{021} \cdot l_{21}) \cdot 10^{-3}}{2} = 0.09$$

$$N_{\text{КАБ23}} := 2 \quad l_{23} := 16 \cdot 3.1 \cdot 10^{-3} = 0.05$$

$$I_{\text{p23}} := \frac{S_{\text{Р.Ж.3.23}}}{N_{\text{КАБ23}} \cdot \sqrt{3} \cdot U_{\text{НОМ}}} = 65.076$$

$$N_{\text{КАБ22}} := 2 \quad l_{22} := 13 \cdot 3.1 \cdot 10^{-3} = 0.04$$

$$I_{\text{p22}} := \frac{S_{\text{Р.Ж.3.22}}}{N_{\text{КАБ22}} \cdot \sqrt{3} \cdot U_{\text{НОМ}}} = 48.807$$

$$I_{\text{ЭКВ2223}} := \sqrt{\frac{I_{\text{p22}}^2 \cdot l_{22} + I_{\text{p23}}^2 \cdot l_{23}}{l_{22} + l_{23}}} = 58.347$$

$$f_{2223} := 95 \quad r_{02223} := 0.31 \quad x_{02223} := 0.06 \quad I_{\text{доп2223}} := 233 \quad \Delta U_{\text{ДОП2223}} := 7.8\%$$

$$I_{\text{ЭКВ2223п.а.р}} := \frac{(S_{\text{Р.Ж.3.22}} + S_{\text{Р.Ж.3.23}})}{(N_{\text{КАБ22}} - 1) \cdot \sqrt{3} \cdot U_{\text{НОМ}}} = 227.766 \quad I_{\text{ЭКВ2223п.а.р}} < I_{\text{доп2223}}$$

$$\Delta U_{\text{p2223}} := \frac{[(P_{\text{Р.Ж.3.22}} + P_{\text{Р.Ж.3.23}}) \cdot r_{02223} + (Q_{\text{Р.Ж.3.22}} + Q_{\text{Р.Ж.3.23}}) \cdot x_{02223}] \cdot 100\% \cdot (l_{22} + l_{23})}{U_{\text{НОМ}} \cdot 10^3}$$

ПРОДОЛЖЕНИЕ ПРИЛОЖЕНИЯ В

$$(\Delta U_{p2223} < \Delta U_{доп2223})$$

$$\Delta P_{л2223} := \frac{3 \cdot [I_{ЭКВ2223}^2 \cdot r_{02223} \cdot (l_{22} + l_{23}) \cdot 10^{-3}]}{2} = 0.142$$

$$\Sigma P_{36} := P_{P.Ж.3.19} + P_{P.Ж.3.20} + P_{P.Ж.3.21} + P_{P.Ж.3.22} + P_{P.Ж.3.23} = 420$$

$$\Sigma \Delta P_{л6Г} := \Delta P_{л1920} + \Delta P_{л21} + \Delta P_{л2223} = 0.337$$

$$\Sigma Q_{36} := Q_{P.Ж.3.19} + Q_{P.Ж.3.20} + Q_{P.Ж.3.21} + Q_{P.Ж.3.22} + Q_{P.Ж.3.23} = 84$$

$$\Sigma S_6 := S_{P.Ж.3.19} + S_{P.Ж.3.20} + S_{P.Ж.3.21} + S_{P.Ж.3.22} + S_{P.Ж.3.23} = 428.318$$

$$P_{ртр6} := \Sigma P_{36} + \Sigma \Delta P_{л6Г} = 420.337$$

$$tg_{срвзв6} := \frac{\Sigma Q_{36}}{\Sigma P_{36}} = 0.2$$

$$Q_{ртр6} := P_{ртр6} \cdot tg_{срвзв6} = 84.067$$

$$S_{ртр6} := \sqrt{P_{ртр6}^2 + Q_{ртр6}^2} = 428.661$$

$$n_{\text{www}} := 2 \quad K_{36Г} := 0.8$$

$$S_{НОМТР6} := \frac{S_{ртр6}}{n_T \cdot K_{36Г}} = 267.913 \quad S_{НОМТР6В} := 400$$

$$\kappa_{ПЕР6} := \frac{S_{ртр6}}{S_{НОМТР6В}} = 1.072 \quad \kappa_{ПЕР6} < 1.4$$

$$\Delta P_{ТР6} := S_{НОМТР6В} \cdot 0.02 = 8$$

$$\Delta Q_{ТР6} := S_{НОМТР6В} \cdot 0.1 = 40$$

$$\Delta S_{ТР6} := \sqrt{\Delta P_{ТР6}^2 + \Delta Q_{ТР6}^2} = 40.792$$

$$S_{рвн6} := S_{НОМТР6В} + \Delta S_{ТР6} = 440.792$$

$$N_{КАБ24} := 2 \quad l_{24} := (20 \cdot 3.1 \cdot 10^{-3}) = 0.062$$

$$I_{p24} := \frac{S_{P.Ж.3.24}}{N_{КАБ24} \cdot \sqrt{3} \cdot U_{НОМ}} = 73.211$$

$$f_{24} := 50 \quad r_{024} := 0.59 \quad x_{024} := 0.063 \quad I_{доп24} := 157 \quad \Delta U_{доп24} := 7.8\%$$

ПРОДОЛЖЕНИЕ ПРИЛОЖЕНИЯ В

$$I_{p24п.а.р} := \frac{S_{P.Ж.3.24}}{(N_{КАБ24} - 1) \cdot \sqrt{3} \cdot U_{НОМ}} = 146.421 \quad I_{p24п.а.р} < I_{доп24}$$

$$\Delta U_{p24} := \frac{(P_{P.Ж.3.24} \cdot r_{024} + Q_{P.Ж.3.24} \cdot x_{024}) \cdot I_{24} \cdot 100\%}{U_{НОМ} \cdot 10^3} = 9.291 \times 10^{-3} \quad (\Delta U_{p24} < \Delta U_{доп24})$$

$$\Delta P_{Л24} := \frac{(3 \cdot I_{p24}^2 \cdot r_{024} \cdot I_{24}) \cdot 10^{-3}}{2} = 0.294$$

$$N_{КАБ26} := 2 \quad I_{26} := 7 \cdot 3.1 \cdot 10^{-3} = 0.022$$

$$I_{p26} := \frac{S_{P.Ж.3.26}}{N_{КАБ26} \cdot \sqrt{3} \cdot U_{НОМ}} = 48.807$$

$$N_{КАБ25} := 2 \quad I_{25} := 14 \cdot 3.1 \cdot 10^{-3} = 0.043$$

$$I_{p25} := \frac{S_{P.Ж.3.25}}{N_{КАБ25} \cdot \sqrt{3} \cdot U_{НОМ}} = 38.736$$

$$I_{ЭКВ2625} := \sqrt{\frac{I_{p26}^2 \cdot I_{26} + I_{p25}^2 \cdot I_{25}}{I_{26} + I_{25}}} = 42.36$$

$$f_{2625} := 70 \quad r_{02625} := 0.42 \quad x_{02625} := 0.061 \quad I_{доп2625} := 195 \quad \Delta U_{доп2625} := 7.8\%$$

$$I_{ЭКВ2625п.а.р} := \frac{(S_{P.Ж.3.26} + S_{P.Ж.3.25})}{(N_{КАБ26} - 1) \cdot \sqrt{3} \cdot U_{НОМ}} = 175.086 \quad I_{ЭКВ2625п.а.р} < I_{доп2625}$$

$$\Delta U_{p2625} := \frac{[(P_{P.Ж.3.26} + P_{P.Ж.3.25}) \cdot r_{02625} + (Q_{P.Ж.3.26} + Q_{P.Ж.3.25}) \cdot x_{02625}] \cdot 100\% \cdot (I_{26} + I_{25})}{U_{НОМ} \cdot 10^3}$$

$$(\Delta U_{p2625} < \Delta U_{доп2625})$$

$$\Delta P_{Л2625} := \frac{3 \cdot [I_{ЭКВ2625}^2 \cdot r_{02625} \cdot (I_{26} + I_{25}) \cdot 10^{-3}]}{2} = 0.074$$

$$N_{КАБ27} := 3 \quad I_{27} := (18 \cdot 3.1 \cdot 10^{-3}) = 0.056$$

$$I_{p27} := \frac{S_{P.О.3.27}}{N_{КАБ27} \cdot \sqrt{3} \cdot U_{НОМ}} = 134.284$$

ПРОДОЛЖЕНИЕ ПРИЛОЖЕНИЯ В

$$f_{27} := 95 \quad r_{027} := 0.31 \quad x_{027} := 0.06 \quad I_{\text{доп}27} := 233 \quad \Delta U_{\text{доп}27} := 7.8\%$$

$$I_{\text{p}27\text{п.а.р}} := \frac{S_{\text{P.O.3.27}}}{(N_{\text{КАБ}27} - 1) \cdot \sqrt{3} \cdot U_{\text{НОМ}}} = 201.426 \quad I_{\text{p}27\text{п.а.р}} < I_{\text{доп}27}$$

$$\Delta U_{\text{p}27} := \frac{(P_{\text{P.O.3.27}} \cdot r_{027} + Q_{\text{P.O.3.27}} \cdot x_{027}) \cdot l_{27} \cdot 100\%}{U_{\text{НОМ}} \cdot 10^3} = 0.012 \quad (\Delta U_{\text{p}27} < \Delta U_{\text{доп}27})$$

$$\Delta P_{\text{Л}27} := \frac{(3 \cdot I_{\text{p}27}^2 \cdot r_{027} \cdot l_{27}) \cdot 10^{-3}}{3} = 0.312$$

$$\Sigma P_{37} := P_{\text{P.Ж.3.24}} + P_{\text{P.Ж.3.25}} + P_{\text{P.Ж.3.26}} + P_{\text{P.O.3.27}} = 467.5$$

$$\Sigma \Delta P_{\text{Л}7\Gamma} := \Delta P_{\text{Л}24} + \Delta P_{\text{Л}2625} + \Delta P_{\text{Л}27} = 0.68$$

$$\Sigma Q_{37} := Q_{\text{P.Ж.3.24}} + Q_{\text{P.Ж.3.25}} + Q_{\text{P.Ж.3.26}} + Q_{\text{P.O.3.27}} = 93.5$$

$$\Sigma S_7 := S_{\text{P.Ж.3.24}} + S_{\text{P.Ж.3.25}} + S_{\text{P.Ж.3.26}} + S_{\text{P.O.3.27}} = 476.758$$

$$P_{\text{ртр}7} := \Sigma P_{37} + \Sigma \Delta P_{\text{Л}7\Gamma} = 468.18$$

$$\text{tg}_{\text{срвзв}7} := \frac{\Sigma Q_{37}}{\Sigma P_{37}} = 0.2$$

$$Q_{\text{ртр}7} := P_{\text{ртр}7} \cdot \text{tg}_{\text{срвзв}7} = 93.636$$

$$S_{\text{ртр}7} := \sqrt{P_{\text{ртр}7}^2 + Q_{\text{ртр}7}^2} = 477.451$$

$$K_{37\Gamma} := 0.8$$

$$S_{\text{НОМТР}7} := \frac{S_{\text{ртр}7}}{n_{\Gamma} \cdot K_{37\Gamma}} = 298.407 \quad S_{\text{НОМТР}7\text{В}} := 400$$

$$\kappa_{\text{ПЕР}7} := \frac{S_{\text{ртр}7}}{S_{\text{НОМТР}7\text{В}}} = 1.194 \quad \kappa_{\text{ПЕР}7} < 1.4$$

$$\Delta P_{\text{ТР}7} := S_{\text{НОМТР}7\text{В}} \cdot 0.02 = 8$$

$$\Delta Q_{\text{ТР}7} := S_{\text{НОМТР}7\text{В}} \cdot 0.1 = 40$$

$$\Delta S_{\text{ТР}7} := \sqrt{\Delta P_{\text{ТР}7}^2 + \Delta Q_{\text{ТР}7}^2} = 40.792$$

$$S_{\text{рВН}7} := S_{\text{НОМТР}7\text{В}} + \Delta S_{\text{ТР}7} = 440.792$$

ПРОДОЛЖЕНИЕ ПРИЛОЖЕНИЯ В

$$N_{\text{КАБ29}} := 2 \quad l_{29} := (20 \cdot 3.1 \cdot 10^{-3}) = 0.062$$

$$I_{p29} := \frac{S_{\text{P.O.3.29}}}{N_{\text{КАБ29}} \cdot \sqrt{3} \cdot U_{\text{НОМ}}} = 33.706$$

$$f_{29} := 16 \quad r_{029} := 1.84 \quad x_{029} := 0.068 \quad I_{\text{доп29}} := 87 \quad \Delta U_{\text{доп29}} := 7.8\%$$

$$I_{p29\text{п.а.р}} := \frac{S_{\text{P.O.3.29}}}{(N_{\text{КАБ29}} - 1) \cdot \sqrt{3} \cdot U_{\text{НОМ}}} = 67.412 \quad I_{p29\text{п.а.р}} < I_{\text{доп29}}$$

$$\Delta U_{p29} := \frac{(P_{\text{P.O.3.29}} \cdot r_{029} + Q_{\text{P.O.3.29}} \cdot x_{029}) \cdot l_{29} \cdot 100\%}{U_{\text{НОМ}} \cdot 10^3} = 0.012 \quad (\Delta U_{p29} < \Delta U_{\text{доп29}})$$

$$\Delta P_{\text{Л29}} := \frac{(3 \cdot I_{p29}^2 \cdot r_{029} \cdot l_{29}) \cdot 10^{-3}}{2} = 0.194$$

$$N_{\text{КАБ30}} := 2 \quad l_{30} := (5 \cdot 3.1 \cdot 10^{-3}) = 0.016$$

$$I_{p30} := \frac{S_{\text{P.O.3.30}}}{N_{\text{КАБ30}} \cdot \sqrt{3} \cdot U_{\text{НОМ}}} = 15.747$$

$$f_{30} := 10 \quad r_{030} := 2.94 \quad x_{030} := 0.073 \quad I_{\text{доп30}} := 67 \quad \Delta U_{\text{доп30}} := 7.8\%$$

$$I_{p30\text{п.а.р}} := \frac{S_{\text{P.O.3.30}}}{(N_{\text{КАБ30}} - 1) \cdot \sqrt{3} \cdot U_{\text{НОМ}}} = 31.495 \quad I_{p30\text{п.а.р}} < I_{\text{доп30}}$$

$$\Delta U_{p30} := \frac{(P_{\text{P.O.3.30}} \cdot r_{030} + Q_{\text{P.O.3.30}} \cdot x_{030}) \cdot l_{30} \cdot 100\%}{U_{\text{НОМ}} \cdot 10^3} = 2.19 \times 10^{-3} \quad (\Delta U_{p30} < \Delta U_{\text{доп30}})$$

$$\Delta P_{\text{Л30}} := \frac{(3 \cdot I_{p30}^2 \cdot r_{030} \cdot l_{30}) \cdot 10^{-3}}{2} = 0.017$$

$$N_{\text{КАБ36}} := 2 \quad l_{36} := (20 \cdot 3.1 \cdot 10^{-3}) = 0.062$$

$$I_{p36} := \frac{S_{\text{P.O.3.36}}}{N_{\text{КАБ36}} \cdot \sqrt{3} \cdot U_{\text{НОМ}}} = 5.052$$

$$f_{36} := 10 \quad r_{036} := 2.94 \quad x_{036} := 0.073 \quad I_{\text{доп36}} := 67 \quad \Delta U_{\text{доп36}} := 7.8\%$$

ПРОДОЛЖЕНИЕ ПРИЛОЖЕНИЯ В

$$I_{p36п.а.р} := \frac{Sp.O.3.36}{(N_{КАБ36} - 1) \cdot \sqrt{3} \cdot U_{НОМ}} = 10.105 \quad I_{p36п.а.р} < I_{доп36}$$

$$\Delta U_{p36} := \frac{(P_{P.O.3.36} \cdot r_{036} + Q_{P.O.3.36} \cdot x_{036}) \cdot I_{36} \cdot 100\%}{U_{НОМ} \cdot 10^3} = 2.811 \times 10^{-3} \quad \Delta U_{p36} < \Delta U_{доп36}$$

$$\Delta P_{Л36} := \frac{(3 \cdot I_{p36}^2 \cdot r_{036} \cdot I_{36}) \cdot 10^{-3}}{2} = 6.979 \times 10^{-3}$$

$$N_{КАБ31} := 2 \quad I_{31} := 16 \cdot 3.1 \cdot 10^{-3} = 0.05$$

$$I_{p31} := \frac{Sp.O.3.31}{N_{КАБ31} \cdot \sqrt{3} \cdot U_{НОМ}} = 45.33$$

$$N_{КАБ32} := 2 \quad I_{32} := 20 \cdot 3.1 \cdot 10^{-3} = 0.062$$

$$I_{p32} := \frac{Sp.O.3.32}{N_{КАБ32} \cdot \sqrt{3} \cdot U_{НОМ}} = 23.609$$

$$I_{ЭКВ3132} := \sqrt{\frac{I_{p31}^2 \cdot I_{31} + I_{p32}^2 \cdot I_{32}}{I_{31} + I_{32}}} = 34.97$$

$$f_{3132} := 50 \quad r_{03132} := 0.59 \quad x_{03132} := 0.063 \quad I_{доп3132} := 157 \quad \Delta U_{доп3132} := 7.8\%$$

$$I_{ЭКВ3132п.а.р} := \frac{(Sp.O.3.31 + Sp.O.3.32)}{(N_{КАБ31} - 1) \cdot \sqrt{3} \cdot U_{НОМ}} = 137.878 \quad I_{ЭКВ3132п.а.р} < I_{доп3132}$$

$$\Delta U_{p3132} := \frac{[(P_{P.O.3.31} + P_{P.O.3.32}) \cdot r_{03132} + (Q_{P.O.3.31} + Q_{P.O.3.32}) \cdot x_{03132}] \cdot 100\% \cdot (I_{31} + I_{32})}{U_{НОМ} \cdot 10^3}$$

$$(\Delta U_{p3132} < \Delta U_{доп3132})$$

$$\Delta P_{Л3132} := \frac{3 \cdot [I_{ЭКВ3132}^2 \cdot r_{03132} \cdot (I_{31} + I_{32}) \cdot 10^{-3}]}{2} = 0.121$$

$$N_{КАБ43} := 2 \quad I_{43} := 20 \cdot 3.1 \cdot 10^{-3} = 0.062$$

$$I_{p43} := \frac{Sp.O.3.43}{N_{КАБ43} \cdot \sqrt{3} \cdot U_{НОМ}} = 23.609$$

ПРОДОЛЖЕНИЕ ПРИЛОЖЕНИЯ В

$$N_{\text{КАБ42}} := 2 \quad l_{42} := 17 \cdot 3.1 \cdot 10^{-3} = 0.053$$

$$I_{p42} := \frac{S_{\text{Р.Ж.3.42}}}{N_{\text{КАБ42}} \cdot \sqrt{3} \cdot U_{\text{НОМ}}} = 92.966$$

$$I_{\text{ЭКВ4342}} := \sqrt{\frac{I_{p43}^2 \cdot l_{43} + I_{p42}^2 \cdot l_{42}}{l_{43} + l_{42}}} = 65.362$$

$$f_{4342} := 120 \quad r_{04342} := 0.24 \quad x_{04342} := 0.06 \quad I_{\text{доп4342}} := 267 \quad \Delta U_{\text{ДОП4342}} := 7.8\%$$

$$I_{\text{ЭКВ4342п.а.р}} := \frac{(S_{\text{Р.О.3.43}} + S_{\text{Р.Ж.3.42}})}{(N_{\text{КАБ43}} - 1) \cdot \sqrt{3} \cdot U_{\text{НОМ}}} = 233.15 \quad I_{\text{ЭКВ4342п.а.р}} < I_{\text{доп4342}}$$

$$\Delta U_{p4342} := \frac{[(P_{\text{Р.О.3.43}} + P_{\text{Р.Ж.3.42}}) \cdot r_{04342} + (Q_{\text{Р.О.3.43}} + Q_{\text{Р.Ж.3.42}}) \cdot x_{04342}] \cdot 100\% \cdot (l_{43} + l_{42})}{U_{\text{НОМ}} \cdot 10^3}$$

$$(\Delta U_{p4342} < \Delta U_{\text{ДОП4342}})$$

$$\Delta P_{\text{Л4342}} := \frac{3 \cdot [I_{\text{ЭКВ4342}}^2 \cdot r_{04342} \cdot (l_{43} + l_{42}) \cdot 10^{-3}]}{2} = 0.176$$

$$\Sigma P_{38} := P_{\text{Р.О.3.29}} + P_{\text{Р.О.3.30}} + (P_{\text{Р.О.3.31}} + P_{\text{Р.О.3.32}}) + P_{\text{Р.О.3.36}} + P_{\text{Р.Ж.3.42}} + P_{\text{Р.О.3.43}} = 289$$

$$\Sigma \Delta P_{\text{Л8Г}} := \Delta P_{\text{Л29}} + \Delta P_{\text{Л30}} + \Delta P_{\text{Л3132}} + \Delta P_{\text{Л36}} + \Delta P_{\text{Л4342}} = 0.516$$

$$\Sigma Q_{38} := Q_{\text{Р.О.3.29}} + Q_{\text{Р.О.3.30}} + (Q_{\text{Р.О.3.31}} + Q_{\text{Р.О.3.32}}) + Q_{\text{Р.О.3.36}} + Q_{\text{Р.Ж.3.42}} + Q_{\text{Р.О.3.43}} =$$

$$\Sigma S_8 := S_{\text{Р.О.3.29}} + S_{\text{Р.О.3.30}} + (S_{\text{Р.О.3.31}} + S_{\text{Р.О.3.32}}) + S_{\text{Р.О.3.36}} + S_{\text{Р.Ж.3.42}} + S_{\text{Р.О.3.43}} = 315.$$

$$P_{\text{ртр8}} := \Sigma P_{38} + \Sigma \Delta P_{\text{Л8Г}} = 290.143$$

$$\text{tg}_{\text{срвзв8}} := \frac{\Sigma Q_{38}}{\Sigma P_{38}} = 0.404$$

$$Q_{\text{ртр8}} := P_{\text{ртр8}} \cdot \text{tg}_{\text{срвзв8}} = 117.296$$

$$S_{\text{ртр8}} := \sqrt{P_{\text{ртр8}}^2 + Q_{\text{ртр8}}^2} = 312.955$$

$$K_{38Г} := 0.8$$

$$S_{\text{НОМТР8}} := \frac{S_{\text{ртр8}}}{n_1 \cdot K_{38Г}} = 195.597 \quad S_{\text{НОМТР8В}} := 250$$

$$\kappa_{\text{ПЕР8}} := \frac{S_{\text{ртр8}}}{S_{\text{НОМТР8В}}} = 1.252 \quad \kappa_{\text{ПЕР7}} < 1.4$$

ПРОДОЛЖЕНИЕ ПРИЛОЖЕНИЯ В

$$\Delta P_{TP8} := S_{НОМTP8B} \cdot 0.02 = 5$$

$$\Delta Q_{TP8} := S_{НОМTP8B} \cdot 0.1 = 25$$

$$\Delta S_{TP8} := \sqrt{\Delta P_{TP8}^2 + \Delta Q_{TP8}^2} = 25.495$$

$$S_{pBH8} := S_{НОМTP8B} + \Delta S_{TP8} = 275.495$$

$$N_{КАБ37} := 2 \quad l_{37} := (2 \cdot 3.1 \cdot 10^{-3}) = 6.2 \times 10^{-3}$$

$$I_{p37} := \frac{S_{P.O.3.37}}{N_{КАБ37} \cdot \sqrt{3} \cdot U_{НОМ}} = 55.246$$

$$f_{37} := 35 \quad r_{037} := 0.84 \quad x_{037} := 0.064 \quad I_{доп37} := 112 \quad \Delta U_{ДОП37} := 7.8\%$$

$$I_{p37п.а.р} := \frac{S_{P.O.3.37}}{(N_{КАБ37} - 1) \cdot \sqrt{3} \cdot U_{НОМ}} = 110.491 \quad I_{p37п.а.р} < I_{доп37}$$

$$\Delta U_{p37} := \frac{(P_{P.O.3.37} \cdot r_{037} + Q_{P.O.3.37} \cdot x_{037}) \cdot l_{37} \cdot 100\%}{U_{НОМ} \cdot 10^3} = 9.035 \times 10^{-4} \quad (\Delta U_{p37} < \Delta U_{ДОП37})$$

$$\Delta P_{Л37} := \frac{(3 \cdot I_{p37}^2 \cdot r_{037} \cdot l_{37}) \cdot 10^{-3}}{2} = 0.024$$

$$N_{КАБ38} := 2 \quad l_{38} := (12 \cdot 3.1 \cdot 10^{-3}) = 0.037$$

$$I_{p38} := \frac{S_{P.O.3.38}}{N_{КАБ38} \cdot \sqrt{3} \cdot U_{НОМ}} = 32.958$$

$$f_{38} := 10 \quad r_{038} := 2.94 \quad x_{038} := 0.073 \quad I_{доп38} := 67 \quad \Delta U_{ДОП38} := 7.8\%$$

$$I_{p38п.а.р} := \frac{S_{P.O.3.38}}{(N_{КАБ38} - 1) \cdot \sqrt{3} \cdot U_{НОМ}} = 65.917 \quad I_{p38п.а.р} < I_{доп38}$$

$$\Delta U_{p38} := \frac{(P_{P.O.3.38} \cdot r_{038} + Q_{P.O.3.38} \cdot x_{038}) \cdot l_{38} \cdot 100\%}{U_{НОМ} \cdot 10^3} = 0.011 \quad (\Delta U_{p38} < \Delta U_{ДОП38})$$

$$\Delta P_{Л38} := \frac{(3 \cdot I_{p38}^2 \cdot r_{038} \cdot l_{38}) \cdot 10^{-3}}{2} = 0.178$$

$$N_{КАБ39} := 2 \quad l_{39} := (24 \cdot 3.1 \cdot 10^{-3}) = 0.074$$

ПРОДОЛЖЕНИЕ ПРИЛОЖЕНИЯ В

$$I_{p39} := \frac{S_{P.Ж.3.39}}{N_{КАБ39} \cdot \sqrt{3} \cdot U_{НОМ}} = 48.807$$

$$N_{КАБ40} := 2 \quad I_{40} := (15 \cdot 3.1 \cdot 10^{-3}) = 0.047$$

$$I_{p40} := \frac{S_{P.О.3.40}}{N_{КАБ40} \cdot \sqrt{3} \cdot U_{НОМ}} = 101.584$$

$$N_{КАБ41} := 3 \quad I_{41} := (12 \cdot 3.1 \cdot 10^{-3}) = 0.037$$

$$I_{p41} := \frac{S_{P.О.3.41}}{N_{КАБ41} \cdot \sqrt{3} \cdot U_{НОМ}} = 67.723$$

$$I_{ЭКВ394041} := \sqrt{\frac{I_{p39}^2 \cdot I_{39} + I_{p40}^2 \cdot I_{40} + I_{p41}^2 \cdot I_{41}}{I_{39} + I_{40} + I_{41}}} = 72.355$$

$$f_{394041} := 120 \quad r_{0394041} := 0.24 \quad x_{0394041} := 0.06 \quad I_{доп394041} := 267 \quad \Delta U_{доп394041} := 7.8\%$$

$$I_{ЭКВ394041 п.а.р} := \frac{(S_{P.Ж.3.39} + S_{P.О.3.40} + S_{P.О.3.41})}{(N_{КАБ41} - 1) \cdot \sqrt{3} \cdot U_{НОМ}} = 251.975 \quad I_{ЭКВ394041 п.а.р} < I_{доп3940}$$

$$\Delta U_{p394041} := \frac{[(P_{P.Ж.3.39} + P_{P.О.3.40} + P_{P.О.3.41}) \cdot r_{0394041} + (Q_{P.Ж.3.39} + Q_{P.О.3.40} + Q_{P.О.3.41}) \cdot x_{0394041}]}{U_{НОМ} \cdot 10^3}$$

$$(\Delta U_{p394041} < \Delta U_{доп394041})$$

$$\Delta P_{Л394041} := \frac{3 \cdot [I_{ЭКВ394041}^2 \cdot r_{0394041} \cdot (I_{39} + I_{40} + I_{41}) \cdot 10^{-3}]}{2} = 0.298$$

$$\Sigma P_{39} := P_{P.О.3.37} + P_{P.О.3.38} + (P_{P.Ж.3.39} + P_{P.О.3.40} + P_{P.О.3.41}) = 413.872$$

$$\Sigma \Delta P_{Л9Г} := \Delta P_{Л37} + \Delta P_{Л38} + \Delta P_{Л394041} = 0.5$$

$$\Sigma Q_{39} := Q_{P.О.3.37} + Q_{P.О.3.38} + (Q_{P.Ж.3.39} + Q_{P.О.3.40} + Q_{P.О.3.41}) = 165.097$$

$$\Sigma S_9 := S_{P.О.3.37} + S_{P.О.3.38} + S_{P.Ж.3.39} + S_{P.О.3.40} + S_{P.О.3.41} = 447.797$$

$$P_{ртр9} := \Sigma P_{39} + \Sigma \Delta P_{Л9Г} = 414.372$$

$$tg_{срвзв9} := \frac{\Sigma Q_{39}}{\Sigma P_{39}} = 0.399$$

ПРОДОЛЖЕНИЕ ПРИЛОЖЕНИЯ В

$$Q_{\text{ртр9}} := P_{\text{ртр9}} \cdot \text{tg}_{\text{срвзв9}} = 165.296$$

$$S_{\text{ртр9}} := \sqrt{P_{\text{ртр9}}^2 + Q_{\text{ртр9}}^2} = 446.125$$

$$K_{39\Gamma} := 0.8$$

$$S_{\text{НОМТР9}} := \frac{S_{\text{ртр9}}}{n_{\text{T}} \cdot K_{39\Gamma}} = 278.828 \quad S_{\text{НОМТР9В}} := 400$$

$$\kappa_{\text{ПЕР9}} := \frac{S_{\text{ртр9}}}{S_{\text{НОМТР9В}}} = 1.115 \quad \kappa_{\text{ПЕР9}} < 1.4$$

$$\Delta P_{\text{ТР9}} := S_{\text{НОМТР9В}} \cdot 0.02 = 8$$

$$\Delta Q_{\text{ТР9}} := S_{\text{НОМТР9В}} \cdot 0.1 = 40$$

$$\Delta S_{\text{ТР9}} := \sqrt{\Delta P_{\text{ТР9}}^2 + \Delta Q_{\text{ТР9}}^2} = 40.792$$

$$S_{\text{рВН9}} := S_{\text{НОМТР9В}} + \Delta S_{\text{ТР9}} = 440.792$$

$$N_{\text{КАБ44}} := 2 \quad l_{44} := 18 \cdot 3.1 \cdot 10^{-3} = 0.056$$

$$I_{\text{р44}} := \frac{S_{\text{р.О.3.44}}}{N_{\text{КАБ44}} \cdot \sqrt{3} \cdot U_{\text{НОМ}}} = 37.114$$

$$N_{\text{КАБ45}} := 2 \quad l_{45} := 7 \cdot 3.1 \cdot 10^{-3} = 0.022$$

$$I_{\text{р45}} := \frac{S_{\text{р.О.3.45}}}{N_{\text{КАБ45}} \cdot \sqrt{3} \cdot U_{\text{НОМ}}} = 8.452$$

$$I_{\text{ЭКВ4445}} := \sqrt{\frac{I_{\text{р44}}^2 \cdot l_{44} + I_{\text{р45}}^2 \cdot l_{45}}{l_{44} + l_{45}}} = 31.808$$

$$f_{4445} := 25 \quad r_{04445} := 1.17 \quad x_{04445} := 0.066 \quad I_{\text{доп4445}} := 112 \quad \Delta U_{\text{ДОП4445}} := 7.8\%$$

$$I_{\text{ЭКВ4445п.а.р}} := \frac{(S_{\text{р.О.3.44}} + S_{\text{р.О.3.45}})}{(N_{\text{КАБ44}} - 1) \cdot \sqrt{3} \cdot U_{\text{НОМ}}} = 91.131 \quad I_{\text{ЭКВ4445п.а.р}} < I_{\text{доп4445}}$$

$$\Delta U_{\text{р4445}} := \frac{[(P_{\text{р.О.3.44}} + P_{\text{р.О.3.45}}) \cdot r_{04445} + (Q_{\text{р.О.3.44}} + Q_{\text{р.О.3.45}}) \cdot x_{04445}] \cdot 100\% \cdot (l_{44} + l_{45})}{U_{\text{НОМ}} \cdot 10^3}$$

$$(\Delta U_{\text{р4445}} < \Delta U_{\text{ДОП4445}})$$

ПРОДОЛЖЕНИЕ ПРИЛОЖЕНИЯ В

$$\Delta P_{Л4445} := \frac{\left[3 \cdot \left[I_{ЭКВ4445}^2 \cdot r_{04445} \cdot (l_{44} + l_{45}) \cdot 10^{-3} \right] \right]}{2} = 0.138$$

$$N_{КАБ46} := 2 \quad l_{46} := (5 \cdot 3.1 \cdot 10^{-3}) = 0.016$$

$$I_{p46} := \frac{S_{P.Ж.3.46}}{N_{КАБ46} \cdot \sqrt{3} \cdot U_{НОМ}} = 48.807$$

$$f_{46} := 25 \quad r_{046} := 1.17 \quad x_{046} := 0.066 \quad I_{доп46} := 112 \quad \Delta U_{ДОП46} := 7.8\%$$

$$I_{p46п.а.р} := \frac{S_{P.Ж.3.46}}{(N_{КАБ46} - 1) \cdot \sqrt{3} \cdot U_{НОМ}} = 97.614 \quad I_{p46п.а.р} < I_{доп46}$$

$$\Delta U_{p46} := \frac{(P_{P.Ж.3.46} \cdot r_{046} + Q_{P.Ж.3.46} \cdot x_{046}) \cdot l_{46} \cdot 100\%}{U_{НОМ} \cdot 10^3} = 3.041 \times 10^{-3} \quad (\Delta U_{p46} < \Delta U_{ДОП46})$$

$$\Delta P_{Л46} := \frac{\left(3 \cdot I_{p46}^2 \cdot r_{046} \cdot l_{46} \right) \cdot 10^{-3}}{2} = 0.065$$

$$N_{КАБ47} := 2 \quad l_{47} := (17 \cdot 3.1 \cdot 10^{-3}) = 0.053$$

$$I_{p47} := \frac{S_{P.Ж.3.47}}{N_{КАБ47} \cdot \sqrt{3} \cdot U_{НОМ}} = 48.807$$

$$f_{47} := 25 \quad r_{047} := 1.17 \quad x_{047} := 0.066 \quad I_{доп47} := 112 \quad \Delta U_{ДОП47} := 7.8\%$$

$$I_{p47п.а.р} := \frac{S_{P.Ж.3.47}}{(N_{КАБ47} - 1) \cdot \sqrt{3} \cdot U_{НОМ}} = 97.614 \quad I_{p47п.а.р} < I_{доп47}$$

$$\Delta U_{p47} := \frac{(P_{P.Ж.3.47} \cdot r_{047} + Q_{P.Ж.3.47} \cdot x_{047}) \cdot l_{47} \cdot 100\%}{U_{НОМ} \cdot 10^3} = 0.01 \quad (\Delta U_{p47} < \Delta U_{ДОП47})$$

$$\Delta P_{Л47} := \frac{\left(3 \cdot I_{p47}^2 \cdot r_{047} \cdot l_{47} \right) \cdot 10^{-3}}{2} = 0.22$$

$$N_{КАБ50} := 2 \quad l_{50} := (20 \cdot 3.1 \cdot 10^{-3}) = 0.062$$

$$I_{p50} := \frac{S_{P.Ж.3.50}}{N_{КАБ50} \cdot \sqrt{3} \cdot U_{НОМ}} = 48.807$$

ПРОДОЛЖЕНИЕ ПРИЛОЖЕНИЯ В

$$f_{50} := 25 \quad r_{050} := 1.17 \quad x_{050} := 0.066 \quad I_{\text{доп}50} := 112 \quad \Delta U_{\text{доп}50} := 7.8\%$$

$$I_{\text{p}50\text{п.а.р}} := \frac{S_{\text{P.Ж.3.50}}}{(N_{\text{КАБ}50} - 1) \cdot \sqrt{3} \cdot U_{\text{НОМ}}} = 97.614 \quad I_{\text{p}50\text{п.а.р}} < I_{\text{доп}50}$$

$$\Delta U_{\text{p}50} := \frac{(P_{\text{P.Ж.3.50}} \cdot r_{050} + Q_{\text{P.Ж.3.50}} \cdot x_{050}) \cdot 150 \cdot 100\%}{U_{\text{НОМ}} \cdot 10^3} = 0.012 \quad (\Delta U_{\text{p}50} < \Delta U_{\text{доп}50})$$

$$\Delta P_{\text{Л}50} := \frac{(3 \cdot I_{\text{p}50}^2 \cdot r_{050} \cdot 150) \cdot 10^{-3}}{2} = 0.259$$

$$\Sigma P_{310} := P_{\text{P.О.3.44}} + P_{\text{P.О.3.45}} + (P_{\text{P.Ж.3.46}} + P_{\text{P.Ж.3.47}} + P_{\text{P.Ж.3.50}}) = 241.11$$

$$\Sigma \Delta P_{\text{Л}10\Gamma} := \Delta P_{\text{Л}4445} + \Delta P_{\text{Л}46} + \Delta P_{\text{Л}47} + \Delta P_{\text{Л}50} = 0.682$$

$$\Sigma Q_{310} := Q_{\text{P.О.3.44}} + Q_{\text{P.О.3.45}} + (Q_{\text{P.Ж.3.46}} + Q_{\text{P.Ж.3.47}}) + Q_{\text{P.Ж.3.50}} = 67.503$$

$$\Sigma S_{10} := S_{\text{P.О.3.44}} + S_{\text{P.О.3.45}} + S_{\text{P.Ж.3.46}} + S_{\text{P.Ж.3.47}} + S_{\text{P.Ж.3.50}} = 252.724$$

$$P_{\text{ртр}10} := \Sigma P_{310} + \Sigma \Delta P_{\text{Л}10\Gamma} = 241.792$$

$$\text{tg}_{\text{срвзв}10} := \frac{\Sigma Q_{310}}{\Sigma P_{310}} = 0.28$$

$$Q_{\text{ртр}10} := P_{\text{ртр}10} \cdot \text{tg}_{\text{срвзв}10} = 67.694$$

$$S_{\text{ртр}10} := \sqrt{P_{\text{ртр}10}^2 + Q_{\text{ртр}10}^2} = 251.089$$

$$K_{310\Gamma} := 0.8$$

$$S_{\text{НОМТР}10} := \frac{S_{\text{ртр}10}}{n_{\Gamma} \cdot K_{310\Gamma}} = 156.931 \quad S_{\text{НОМТР}10\text{В}} := 250$$

$$\kappa_{\text{ПЕР}10} := \frac{S_{\text{ртр}10}}{S_{\text{НОМТР}10\text{В}}} = 1.004 \quad \kappa_{\text{ПЕР}10} < 1.4$$

$$\Delta P_{\text{ТР}10} := S_{\text{НОМТР}10\text{В}} \cdot 0.02 = 5$$

$$\Delta Q_{\text{ТР}10} := S_{\text{НОМТР}10\text{В}} \cdot 0.1 = 25$$

$$\Delta S_{\text{ТР}10} := \sqrt{\Delta P_{\text{ТР}10}^2 + \Delta Q_{\text{ТР}10}^2} = 25.495$$

$$S_{\text{рвн}10} := S_{\text{НОМТР}10\text{В}} + \Delta S_{\text{ТР}10} = 275.495$$

$$N_{\text{КАБ}48} := 2 \quad I_{48} := (5 \cdot 3.1 \cdot 10^{-3}) = 0.016$$

ПРОДОЛЖЕНИЕ ПРИЛОЖЕНИЯ В

$$I_{p48} := \frac{S_{P.Ж.3.48}}{N_{КАБ48} \cdot \sqrt{3} \cdot U_{НОМ}} = 48.807$$

$$f_{48} := 25 \quad r_{048} := 1.17 \quad x_{048} := 0.066 \quad I_{доп48} := 112 \quad \Delta U_{ДОП4} := 7.8\%$$

$$I_{p48п.а.р} := \frac{S_{P.Ж.3.48}}{(N_{КАБ48} - 1) \cdot \sqrt{3} \cdot U_{НОМ}} = 97.614 \quad I_{p48п.а.р} < I_{доп48}$$

$$\Delta U_{p48} := \frac{(P_{P.Ж.3.48} \cdot r_{048} + Q_{P.Ж.3.48} \cdot x_{048}) \cdot I_{48} \cdot 100\%}{U_{НОМ} \cdot 10^3} = 3.041 \times 10^{-3} \quad (\Delta U_{p48} < \Delta U_{ДОП48})$$

$$\Delta P_{Л48} := \frac{(3 \cdot I_{p48}^2 \cdot r_{048} \cdot I_{48}) \cdot 10^{-3}}{2} = 0.065$$

$$N_{КАБ49} := 2 \quad I_{49} := (5 \cdot 3.1 \cdot 10^{-3}) = 0.016$$

$$I_{p49} := \frac{S_{P.О.3.49}}{N_{КАБ49} \cdot \sqrt{3} \cdot U_{НОМ}} = 29.511$$

$$f_{49} := 10 \quad r_{049} := 2.94 \quad x_{049} := 0.073 \quad I_{доп49} := 67 \quad \Delta U_{ДОП49} := 7.8\%$$

$$I_{p49п.а.р} := \frac{S_{P.О.3.49}}{(N_{КАБ49} - 1) \cdot \sqrt{3} \cdot U_{НОМ}} = 59.023 \quad I_{p49п.а.р} < I_{доп49}$$

$$\Delta U_{p49} := \frac{(P_{P.О.3.49} \cdot r_{049} + Q_{P.О.3.49} \cdot x_{049}) \cdot I_{49} \cdot 100\%}{U_{НОМ} \cdot 10^3} = 4.105 \times 10^{-3} \quad (\Delta U_{p49} < \Delta U_{ДОП49})$$

$$\Delta P_{Л49} := \frac{(3 \cdot I_{p49}^2 \cdot r_{049} \cdot I_{49}) \cdot 10^{-3}}{2} = 0.06$$

$$\Sigma P_{311} := P_{P.О.3.49} + P_{P.Ж.3.48} = 96.75$$

$$\Sigma \Delta P_{Л11Г} := \Delta P_{Л48} + \Delta P_{Л49} = 0.124$$

$$\Sigma Q_{311} := Q_{P.Ж.3.48} + Q_{P.О.3.49} = 31.837$$

$$\Sigma S_{11} := S_{P.Ж.3.48} + S_{P.О.3.49} = 103.095$$

$$P_{грп11} := \Sigma P_{311} + \Sigma \Delta P_{Л11Г} = 96.874$$

$$tg_{срвзв11} := \frac{\Sigma Q_{311}}{\Sigma P_{311}} = 0.329$$

ПРОДОЛЖЕНИЕ ПРИЛОЖЕНИЯ В

$$Q_{\text{ртр11}} := P_{\text{ртр11}} \cdot \text{tg}_{\text{срвзв11}} = 31.878$$

$$S_{\text{ртр11}} := \sqrt{P_{\text{ртр11}}^2 + Q_{\text{ртр11}}^2} = 101.985$$

$$K_{311\Gamma} := 0.8$$

$$S_{\text{НОМТР11}} := \frac{S_{\text{ртр11}}}{n_{\Gamma} \cdot K_{311\Gamma}} = 63.74 \quad S_{\text{НОМТР11В}} := 250$$

$$\kappa_{\text{ПЕР11}} := \frac{S_{\text{ртр11}}}{S_{\text{НОМТР11В}}} = 0.408 \quad \kappa_{\text{ПЕР11}} < 1.4$$

$$\Delta P_{\text{ТР11}} := S_{\text{НОМТР11В}} \cdot 0.02 = 5$$

$$\Delta Q_{\text{ТР11}} := S_{\text{НОМТР11В}} \cdot 0.1 = 25$$

$$\Delta S_{\text{ТР11}} := \sqrt{\Delta P_{\text{ТР11}}^2 + \Delta Q_{\text{ТР11}}^2} = 25.495$$

$$S_{\text{рвн11}} := S_{\text{НОМТР11В}} + \Delta S_{\text{ТР11}} = 275.495$$

$$N_{\text{КАБ52}} := 2 \quad l_{52} := 5 \cdot 3.1 \cdot 10^{-3} = 0.016$$

$$I_{\text{р52}} := \frac{S_{\text{Р.Ж.3.52}}}{N_{\text{КАБ52}} \cdot \sqrt{3} \cdot U_{\text{НОМ}}} = 73.211$$

$$N_{\text{КАБ51}} := 2 \quad l_{51} := 11 \cdot 3.1 \cdot 10^{-3} = 0.034$$

$$I_{\text{р51}} := \frac{S_{\text{Р.Ж.3.51}}}{N_{\text{КАБ51}} \cdot \sqrt{3} \cdot U_{\text{НОМ}}} = 73.211$$

$$I_{\text{ЭКВ5251}} := \sqrt{\frac{I_{\text{р52}}^2 \cdot l_{52} + I_{\text{р51}}^2 \cdot l_{51}}{l_{52} + l_{51}}} = 73.211$$

$$f_{5251} := 150 \quad r_{05251} := 0.2 \quad x_{05251} := 0.059 \quad I_{\text{доп5251}} := 299 \quad \Delta U_{\text{ДОП5251}} := 7.8\%$$

$$I_{\text{ЭКВ5251п.а.р}} := \frac{(S_{\text{Р.Ж.3.52}} + S_{\text{Р.Ж.3.51}})}{(N_{\text{КАБ52}} - 1) \cdot \sqrt{3} \cdot U_{\text{НОМ}}} = 292.843 \quad I_{\text{ЭКВ5251п.а.р}} < I_{\text{доп5251}}$$

$$\Delta U_{\text{р5251}} := \frac{[(P_{\text{Р.Ж.3.52}} + P_{\text{Р.Ж.3.51}}) \cdot r_{05251} + (Q_{\text{Р.Ж.3.52}} + Q_{\text{Р.Ж.3.51}}) \cdot x_{05251}] \cdot 100\% \cdot (l_{52} + l_{51})}{U_{\text{НОМ}} \cdot 10^3}$$

$$(\Delta U_{\text{р5251}} < \Delta U_{\text{ДОП5251}})$$

ПРОДОЛЖЕНИЕ ПРИЛОЖЕНИЯ В

$$\Delta P_{Л5251} := \frac{\left[3 \cdot \left[I_{ЭКВ5251}^2 \cdot r_{05251} \cdot (l_{52} + l_{51}) \cdot 10^{-3} \right] \right]}{2} = 0.08$$

$$N_{КАБ53} := 2 \quad l_{53} := (8 \cdot 3.1 \cdot 10^{-3}) = 0.025$$

$$I_{p53} := \frac{S_{P.Ж.3.53}}{N_{КАБ53} \cdot \sqrt{3} \cdot U_{НОМ}} = 48.807$$

$$f_{53} := 25 \quad r_{053} := 1.84 \quad x_{053} := 0.068 \quad I_{доп53} := 112 \quad \Delta U_{ДОП53} := 7.8\%$$

$$I_{p53п.а.р} := \frac{S_{P.Ж.3.53}}{(N_{КАБ53} - 1) \cdot \sqrt{3} \cdot U_{НОМ}} = 97.614 \quad I_{p53п.а.р} < I_{доп53}$$

$$\Delta U_{p53} := \frac{(P_{P.Ж.3.53} \cdot r_{053} + Q_{P.Ж.3.53} \cdot x_{053}) \cdot l_{53} \cdot 100\%}{U_{НОМ} \cdot 10^3} = 7.621 \times 10^{-3} \quad (\Delta U_{p53} < \Delta U_{ДОП53})$$

$$\Delta P_{Л53} := \frac{\left(3 \cdot I_{p53}^2 \cdot r_{053} \cdot l_{53} \right) \cdot 10^{-3}}{2} = 0.163$$

$$N_{КАБ54} := 2 \quad l_{54} := (16 \cdot 3.1 \cdot 10^{-3}) = 0.05$$

$$I_{p54} := \frac{S_{P.Ж.3.54}}{N_{КАБ54} \cdot \sqrt{3} \cdot U_{НОМ}} = 65.076$$

$$f_{54} := 35 \quad r_{054} := 0.84 \quad x_{054} := 0.064 \quad I_{доп54} := 135 \quad \Delta U_{ДОП54} := 7.8\%$$

$$I_{p54п.а.р} := \frac{S_{P.Ж.3.54}}{(N_{КАБ54} - 1) \cdot \sqrt{3} \cdot U_{НОМ}} = 130.152 \quad I_{p54п.а.р} < I_{доп54}$$

$$\Delta U_{p54} := \frac{(P_{P.Ж.3.54} \cdot r_{054} + Q_{P.Ж.3.54} \cdot x_{054}) \cdot l_{54} \cdot 100\%}{U_{НОМ} \cdot 10^3} = 9.35 \times 10^{-3} \quad (\Delta U_{p54} < \Delta U_{ДОП54})$$

$$\Delta P_{Л54} := \frac{\left(3 \cdot I_{p54}^2 \cdot r_{054} \cdot l_{54} \right) \cdot 10^{-3}}{2} = 0.265$$

$$\Sigma P_{312} := P_{P.Ж.3.51} + P_{P.Ж.3.52} + (P_{P.Ж.3.53} + P_{P.Ж.3.54}) = 336$$

$$\Sigma \Delta P_{Л12Г} := \Delta P_{Л5251} + \Delta P_{Л53} + \Delta P_{Л54} = 0.507$$

ПРОДОЛЖЕНИЕ ПРИЛОЖЕНИЯ В

$$\Sigma Q_{312} := Q_{P.Ж.3.51} + Q_{P.Ж.3.52} + (Q_{P.Ж.3.53} + Q_{P.Ж.3.54}) = 67.2$$

$$\Sigma S_{12} := S_{P.Ж.3.51} + S_{P.Ж.3.52} + S_{P.Ж.3.53} + S_{P.Ж.3.54} = 342.654$$

$$P_{P.Ж.3.51} := \Sigma P_{312} + \Sigma \Delta P_{Л12Г} = 336.507$$

$$tg_{срвзв12} := \frac{\Sigma Q_{312}}{\Sigma P_{312}} = 0.2$$

$$Q_{P.Ж.3.51} := P_{P.Ж.3.51} \cdot tg_{срвзв12} = 67.301$$

$$S_{P.Ж.3.51} := \sqrt{P_{P.Ж.3.51}^2 + Q_{P.Ж.3.51}^2} = 343.172$$

$$K_{312Г} := 0.8$$

$$S_{НОМТР12} := \frac{S_{P.Ж.3.51}}{n_T \cdot K_{312Г}} = 214.482 \quad S_{НОМТР12В} := 250$$

$$\kappa_{ПЕР12} := \frac{S_{P.Ж.3.51}}{S_{НОМТР12В}} = 1.373 \quad \kappa_{ПЕР12} < 1.4$$

$$\Delta P_{ТР12} := S_{НОМТР12В} \cdot 0.02 = 5$$

$$\Delta Q_{ТР12} := S_{НОМТР12В} \cdot 0.1 = 25$$

$$\Delta S_{ТР12} := \sqrt{\Delta P_{ТР12}^2 + \Delta Q_{ТР12}^2} = 25.495$$

$$S_{рвн12} := S_{НОМТР12В} + \Delta S_{ТР12} = 275.495$$

$$N_{КАБ55} := 2 \quad l_{55} := \left(\frac{6}{4} \cdot 3 \cdot 3.1 \cdot 10^{-3} \right) = 0.014$$

$$I_{p55} := \frac{S_{P.Ж.3.55}}{N_{КАБ55} \cdot \sqrt{3} \cdot U_{НОМ}} = 97.614$$

$$f_{55} := 95 \quad r_{055} := 0.31 \quad x_{055} := 0.06 \quad I_{доп55} := 233 \quad \Delta U_{доп55} := 7.8\%$$

$$I_{p55п.а.р} := \frac{S_{P.Ж.3.55}}{(N_{КАБ55} - 1) \cdot \sqrt{3} \cdot U_{НОМ}} = 195.228 \quad I_{p55п.а.р} < I_{доп55}$$

$$\Delta U_{p55} := \frac{(P_{P.Ж.3.55} \cdot r_{055} + Q_{P.Ж.3.55} \cdot x_{055}) \cdot l_{55} \cdot 100\%}{U_{НОМ} \cdot 10^3} = 1.489 \times 10^{-3} \quad (\Delta U_{p55} < \Delta U_{доп55})$$

$$\Delta P_{Л155} := \frac{(3 \cdot I_{p55}^2 \cdot r_{053} \cdot l_{55}) \cdot 10^{-3}}{2} = 0.367$$

ПРОДОЛЖЕНИЕ ПРИЛОЖЕНИЯ В

$$N_{\text{КАБ56}} := 2 \quad I_{56} := \left(2 \cdot \frac{6}{4} \cdot 3.1 \cdot 10^{-3} \right) = 9.3 \times 10^{-3}$$

$$I_{p56} := \frac{S_{\text{P.Ж.3.56}}}{N_{\text{КАБ56}} \cdot \sqrt{3} \cdot U_{\text{НОМ}}} = 48.807$$

$$f_{56} := 25 \quad r_{056} := 1.17 \quad x_{056} := 0.066 \quad I_{\text{доп56}} := 112 \quad \Delta U_{\text{доп56}} := 7.8\%$$

$$I_{p56\text{п.а.р}} := \frac{S_{\text{P.Ж.3.56}}}{(N_{\text{КАБ56}} - 1) \cdot \sqrt{3} \cdot U_{\text{НОМ}}} = 97.614 \quad I_{p56\text{п.а.р}} < I_{\text{доп56}}$$

$$\Delta U_{p56} := \frac{(P_{\text{P.Ж.3.56}} \cdot r_{056} + Q_{\text{P.Ж.3.56}} \cdot x_{056}) \cdot I_{56} \cdot 100\%}{U_{\text{НОМ}} \cdot 10^3} = 1.824 \times 10^{-3} \quad (\Delta U_{p56} < \Delta U_{\text{доп56}})$$

$$\Delta P_{\text{Л56}} := \frac{(3 \cdot I_{p56}^2 \cdot r_{056} \cdot I_{56}) \cdot 10^{-3}}{2} = 0.039$$

$$\Sigma P_{313} := P_{\text{P.Ж.3.55}} + P_{\text{P.Ж.3.56}} = 189$$

$$\Sigma \Delta P_{\text{Л13Г}} := \Delta P_{\text{Л55}} + \Delta P_{\text{Л56}} = 0.406$$

$$\Sigma Q_{313} := Q_{\text{P.Ж.3.55}} + Q_{\text{P.Ж.3.56}} = 37.8$$

$$\Sigma S_{13} := S_{\text{P.Ж.3.55}} + S_{\text{P.Ж.3.56}} = 192.743$$

$$P_{\text{ртр13}} := \Sigma P_{313} + \Sigma \Delta P_{\text{Л13Г}} = 189.406$$

$$\text{tg}_{\text{срвзв13}} := \frac{\Sigma Q_{313}}{\Sigma P_{313}} = 0.2$$

$$Q_{\text{ртр13}} := P_{\text{ртр13}} \cdot \text{tg}_{\text{срвзв13}} = 37.881$$

$$S_{\text{ртр13}} := \sqrt{P_{\text{ртр13}}^2 + Q_{\text{ртр13}}^2} = 193.157$$

$$K_{313Г} := 0.8$$

$$S_{\text{НОМТР13}} := \frac{S_{\text{ртр13}}}{n_{\text{T}} \cdot K_{312Г}} = 120.723 \quad S_{\text{НОМТР13В}} := 250$$

$$\kappa_{\text{ПЕР13}} := \frac{S_{\text{ртр13}}}{S_{\text{НОМТР13В}}} = 0.773 \quad \kappa_{\text{ПЕР13}} < 1.4$$

ПРОДОЛЖЕНИЕ ПРИЛОЖЕНИЯ В

$$\Delta P_{TP13} := S_{НОМTP13B} \cdot 0.02 = 5$$

$$\Delta Q_{TP13} := S_{НОМTP13B} \cdot 0.1 = 25$$

$$\Delta S_{TP13} := \sqrt{\Delta P_{TP13}^2 + \Delta Q_{TP13}^2} = 25.495$$

$$S_{pBH13} := S_{НОМTP13B} + \Delta S_{TP13} = 275.495$$

$$N_{КАБКОТ} := 3 \quad I_{КОТ} := 6.2 \cdot 10^{-3}$$

$$I_{PKOT} := \frac{\Sigma S_{КОТЕЛЬНАЯ}}{N_{КАБКОТ} \cdot \sqrt{3} \cdot U_{НОМ}} = 156.409$$

$$f_{КОТ} := 240 \quad r_{КОТ} := 0.12 \quad x_{КОТ} := 0.058 \quad I_{ДОПКОТ} := 397 \quad \Delta U_{ДОПКОТ} := 7.8\%$$

$$I_{PKOTп.а.р} := \frac{\Sigma S_{КОТЕЛЬНАЯ}}{(N_{КАБКОТ} - 1) \cdot \sqrt{3} \cdot U_{НОМ}} = 234.614 \quad I_{PKOTп.а.р} < I_{ДОП1}$$

$$\Delta U_{PKOT} := \frac{(\Sigma P_{КОТЕЛЬНАЯ} \cdot r_{КОТ} + \Sigma Q_{КОТЕЛЬНАЯ} \cdot x_{КОТ}) \cdot I_{КОТ} \cdot 100\%}{U_{НОМ} \cdot 10^3} = 8.307 \times 10^{-4}$$

$$(\Delta U_{PKOT} < \Delta U_{ДОП1})$$

$$\Delta P_{ЛКОТ} := \frac{(3 \cdot I_{PKOT} \cdot 2 \cdot r_{КОТ} \cdot I_{КОТ}) \cdot 10^{-3}}{3} = 2.327 \times 10^{-4}$$

$$N_{КАБ33} := 2 \quad I_{33} := 18.6 \cdot 10^{-3}$$

$$I_{P33} := \frac{S_{P.O.3.33}}{N_{КАБ33} \cdot \sqrt{3} \cdot U_{НОМ}} = 97.146$$

$$f_{33} := 70 \quad r_{033} := 0.42 \quad x_{033} := 0.061 \quad I_{ДОП33} := 195$$

$$I_{P33п.а.р} := \frac{S_{P.O.3.33}}{(N_{КАБ33} - 1) \cdot \sqrt{3} \cdot U_{НОМ}} = 194.291 \quad I_{P33п.а.р} < I_{ДОП33}$$

$$\Delta U_{P33} := \frac{(P_{P.O.3.33} \cdot r_{033} + Q_{P.O.3.33} \cdot x_{033}) \cdot I_{33} \cdot 100\%}{U_{НОМ} \cdot 10^3} = 2.226 \times 10^{-3} \quad (\Delta U_{P33} < \Delta U_{ДОП33})$$

ПРОДОЛЖЕНИЕ ПРИЛОЖЕНИЯ В

$$\Delta P_{Л33} := \frac{(3 \cdot I_{p33}^2 \cdot r_{033} \cdot l_{33}) \cdot 10^{-3}}{2} = 0.111$$

$$N_{КАБ34} := 2 \quad l_{34} := (80.6 \cdot 10^{-3}) = 0.081$$

$$I_{p34} := \frac{S_{P.O.3.34}}{N_{КАБ34} \cdot \sqrt{3} \cdot U_{НОМ}} = 97.146$$

$$f_{34} := 70 \quad r_{034} := 0.42 \quad x_{034} := 0.061 \quad I_{доп34} := 195 \quad \Delta U_{ДОП34} := 7.8\%$$

$$I_{p34п.а.р} := \frac{S_{P.O.3.34}}{(N_{КАБ34} - 1) \cdot \sqrt{3} \cdot U_{НОМ}} = 194.291 \quad I_{p34п.а.р} < I_{доп34}$$

$$\Delta U_{p34} := \frac{(P_{P.O.3.34} \cdot r_{034} + Q_{P.O.3.34} \cdot x_{034}) \cdot l_{34} \cdot 100\%}{U_{НОМ} \cdot 10^3} = 9.645 \times 10^{-2} \quad (\Delta U_{p34} < \Delta U_{ДОП34})$$

$$\Delta P_{Л34} := \frac{(3 \cdot I_{p34}^2 \cdot r_{034} \cdot l_{34}) \cdot 10^{-3}}{2} = 0.479$$

$$\Sigma P_{314} := \Sigma P_{КОТЕЛЬНАЯ} + P_{P.O.3.33} + P_{P.O.3.34} = 534.75$$

$$\Sigma \Delta P_{Л14Г} := \Delta P_{ЛКОТ} + \Delta P_{Л33} + \Delta P_{Л34} = 0.59$$

$$\Sigma Q_{314} := \Sigma Q_{КОТЕЛЬНАЯ} + Q_{P.O.3.33} + Q_{P.O.3.34} = 337.681$$

$$\Sigma S_{14} := \Sigma S_{КОТЕЛЬНАЯ} + S_{P.O.3.33} + S_{P.O.3.34} = 564.592$$

$$P_{ртр14} := \Sigma P_{314} + \Sigma \Delta P_{Л14Г} + \Sigma P_{осв.ул.} = 552.786$$

$$tg_{срвзв14} := \frac{\Sigma Q_{314} + \Sigma Q_{осв.ул.}}{\Sigma P_{314} + \Sigma P_{осв.ул.}} = 0.629$$

$$Q_{ртр14} := P_{ртр14} \cdot tg_{срвзв14} = 347.473$$

$$S_{ртр14} := \sqrt{P_{ртр14}^2 + Q_{ртр14}^2} = 652.924$$

$$n_{\text{www}} := 2 \quad K_{314Г} := 0.8$$

$$S_{НОМТР14} := \frac{S_{ртр14}}{n_{\text{www}} \cdot K_{314Г}} = 408.078 \quad S_{НОМТР14В} := 630$$

$$\kappa_{ПЕР14} := \frac{S_{ртр14}}{S_{НОМТР14В}} = 1.036 \quad \kappa_{ПЕР1} < 1.4$$

ПРОДОЛЖЕНИЕ ПРИЛОЖЕНИЯ В

$$\Delta P_{TP14} := S_{HOMTP14B} \cdot 0.02 = 12.6$$

$$\Delta Q_{TP14} := S_{HOMTP14B} \cdot 0.1 = 63$$

$$\Delta S_{TP14} := \sqrt{\Delta P_{TP14}^2 + \Delta Q_{TP14}^2} = 64.248$$

$$S_{pBH14} := S_{HOMTP14B} + \Delta S_{TP14} = 694.248$$

$$L1 := 80 \cdot 4.23 \cdot 10^{-3} = 0.338$$

$$L6 := 85 \cdot 4.23 \cdot 10^{-3} = 0.36$$

$$L11 := 70 \cdot 4.23 \cdot 10^{-3} = 0.296$$

$$L2 := 30 \cdot 4.23 \cdot 10^{-3} = 0.127$$

$$L7 := 85 \cdot 4.23 \cdot 10^{-3} = 0.36$$

$$L12 := 45 \cdot 4.23 \cdot 10^{-3} = 0.19$$

$$L3 := 70 \cdot 4.23 \cdot 10^{-3} = 0.296$$

$$L8 := 50 \cdot 4.23 \cdot 10^{-3} = 0.212$$

$$L13 := 130 \cdot 4.23 \cdot 10^{-3} = 0.55$$

$$L4 := 45 \cdot 4.23 \cdot 10^{-3} = 0.19$$

$$L9 := 80 \cdot 4.23 \cdot 10^{-3} = 0.338$$

$$L14 := 220 \cdot 4.23 \cdot 10^{-3} = 0.931$$

$$L5 := 65 \cdot 4.23 \cdot 10^{-3} = 0.275$$

$$L10 := 35 \cdot 4.23 \cdot 10^{-3} = 0.148$$

$$U_{HOMB} := 6 \quad j := 1.1$$

$$N_{КАБ1В} := 2$$

$$N_{КАБ2В} := 2$$

$$I_{p1B} := \frac{S_{pBH1}}{N_{КАБ1В} \cdot \sqrt{3} \cdot U_{HOMB}} = 33.402$$

$$I_{p2B} := \frac{S_{pBH2}}{N_{КАБ2В} \cdot \sqrt{3} \cdot U_{HOMB}} = 21.208$$

$$N_{КАБ3В} := 2$$

$$N_{КАБ4В} := 2$$

$$I_{p3B} := \frac{S_{pBH3}}{N_{КАБ3В} \cdot \sqrt{3} \cdot U_{HOMB}} = 21.208$$

$$I_{p4B} := \frac{S_{pBH4}}{N_{КАБ4В} \cdot \sqrt{3} \cdot U_{HOMB}} = 21.208$$

$$N_{КАБ5В} := 2$$

$$\Sigma L1 := L1 + L2 + L3 + L4 + L5$$

$$I_{p5B} := \frac{S_{pBH5}}{N_{КАБ5В} \cdot \sqrt{3} \cdot U_{HOMB}} = 13.255$$

$$I_{\Theta KB1} := \sqrt{\frac{I_{p1B}^2 \cdot L1 + I_{p2B}^2 \cdot L2 + I_{p3B}^2 \cdot L3 + I_{p4B}^2 \cdot L4 + I_{p5B}^2 \cdot L5}{\Sigma L1}} = 35.24$$

$$F_1 := \frac{I_{\Theta KB1}}{j} = 32.037 \quad F_{np1} := 95$$

ПРОДОЛЖЕНИЕ ПРИЛОЖЕНИЯ В

$$r_{0B1} := 0.31 \quad x_{0B1} := 0.078 \quad I_{ДОП1} := 233$$

$$\Sigma S_{PBH1} := S_{PBH1} + S_{PBH2} + S_{PBH3} + S_{PBH4} + S_{PBH5} = 2.292 \times 10^3$$

$$I_{П.А.Р.1} := \frac{\Sigma S_{PBH1}}{(2-1) \cdot \sqrt{3} \cdot U_{НОМВ}} = 220.559 \quad I_{ДОП1} > I_{П.А.Р.1}$$

$$\Sigma P_{PTP1} := P_{PTP1} + P_{PTP2} + P_{PTP3} + P_{PTP4} + P_{PTP5} = 2.166 \times 10^3$$

$$\Sigma Q_{PTP1} := Q_{PTP1} + Q_{PTP2} + Q_{PTP3} + Q_{PTP4} + Q_{PTP5} = 544.878$$

$$\Sigma S_{PTP1} := S_{PTP1} + S_{PTP2} + S_{PTP3} + S_{PTP4} + S_{PTP5} = 2.237 \times 10^3$$

$$\sin 1 := \frac{\Sigma Q_{PTP1}}{\Sigma S_{PTP1}} = 0.244 \quad \cos 1 := \frac{\Sigma P_{PTP1}}{\Sigma S_{PTP1}}$$

$$\Delta U_1 := \frac{\sqrt{3} \cdot I_{ЭКВ1} \cdot \Sigma L1 \cdot (r_{0B1} \cdot \cos 1 + x_{0B1} \cdot \sin 1) \cdot 100\%}{U_{НОМВ} \cdot 10^3} = 3.983 \times 10^{-3}$$

$$N_{КАБ6B} := 2$$

$$N_{КАБ7B} := 2$$

$$I_{p6B} := \frac{S_{PBH6}}{N_{КАБ6B} \cdot \sqrt{3} \cdot U_{НОМВ}} = 21.208$$

$$I_{p7B} := \frac{S_{PBH7}}{N_{КАБ7B} \cdot \sqrt{3} \cdot U_{НОМВ}} = 21.208$$

$$N_{КАБ8B} := 2$$

$$N_{КАБ9B} := 2$$

$$I_{p8B} := \frac{S_{PBH8}}{N_{КАБ8B} \cdot \sqrt{3} \cdot U_{НОМВ}} = 13.255$$

$$I_{p9B} := \frac{S_{PBH9}}{N_{КАБ9B} \cdot \sqrt{3} \cdot U_{НОМВ}} = 21.208$$

$$\Sigma L2 := L6 + L7 + L8 + L9$$

$$I_{ЭКВ2} := \sqrt{\frac{I_{p6B}^2 \cdot L6 + I_{p7B}^2 \cdot L7 + I_{p8B}^2 \cdot L8 + I_{p9B}^2 \cdot L9}{\Sigma L2}} = 19.458$$

$$F_2 := \frac{I_{ЭКВ2}}{j} = 17.689 \quad F_{пр2} := 50$$

$$r_{0B2} := 0.59 \quad x_{0B2} := 0.083 \quad I_{ДОП2} := 157$$

ПРОДОЛЖЕНИЕ ПРИЛОЖЕНИЯ В

$$\Sigma S_{pBH2} := S_{pBH6} + S_{pBH7} + S_{pBH8} + S_{pBH9} = 1.598 \times 10^3$$

$$I_{П.А.Р.2} := \frac{\Sigma S_{pBH2}}{(2-1) \cdot \sqrt{3} \cdot U_{НОМВ}} = 153.755 \quad I_{ДОП2} > I_{П.А.Р.2}$$

$$\Sigma P_{pTP2} := P_{pTP6} + P_{pTP7} + P_{pTP8} + P_{pTP9} = 1.593 \times 10^3$$

$$\Sigma Q_{pTP2} := Q_{pTP6} + Q_{pTP7} + Q_{pTP8} + Q_{pTP9} = 460.296$$

$$\Sigma S_{pTP2} := S_{pTP6} + S_{pTP7} + S_{pTP8} + S_{pTP9} = 1.665 \times 10^3$$

$$\sin 2 := \frac{\Sigma Q_{pTP2}}{\Sigma S_{pTP2}} = 0.276 \quad \cos 2 := \frac{\Sigma P_{pTP2}}{\Sigma S_{pTP2}}$$

$$\Delta U_2 := \frac{\sqrt{3} \cdot I_{\Theta KB2} \cdot \Sigma L2 \cdot (r_{0B2} \cdot \cos 2 + x_{0B2} \cdot \sin 2) \cdot 100\%}{U_{НОМВ} \cdot 10^3} = 4.187 \times 10^{-3}$$

$$N_{КАБ10В} := 2$$

$$N_{КАБ11В} := 2$$

$$I_{p10В} := \frac{S_{pBH10}}{N_{КАБ10В} \cdot \sqrt{3} \cdot U_{НОМВ}} = 13.255 \quad I_{p11В} := \frac{S_{pBH11}}{N_{КАБ11В} \cdot \sqrt{3} \cdot U_{НОМВ}} = 13.255$$

$$N_{КАБ12В} := 2$$

$$N_{КАБ13В} := 2$$

$$I_{p12В} := \frac{S_{pBH12}}{N_{КАБ12В} \cdot \sqrt{3} \cdot U_{НОМВ}} = 13.255 \quad I_{p13В} := \frac{S_{pBH13}}{N_{КАБ13В} \cdot \sqrt{3} \cdot U_{НОМВ}} = 13.255$$

$$\Sigma L3 := L10 + L11 + L12 + L13$$

$$I_{\Theta KB3} := \sqrt{\frac{I_{p10В}^2 \cdot L10 + I_{p11В}^2 \cdot L11 + I_{p12В}^2 \cdot L12 + I_{p13В}^2 \cdot L13}{\Sigma L3}} = 13.255$$

$$F_3 := \frac{I_{\Theta KB3}}{j} = 12.05 \quad F_{пр3} := 25 \quad r_{0B3} := 1.17 \quad x_{0B3} := 0.091 \quad I_{ДОП3} := 112$$

$$\Sigma S_{pBH3} := S_{pBH10} + S_{pBH11} + S_{pBH12} + S_{pBH13} = 1.102 \times 10^3$$

$$I_{П.А.Р.3} := \frac{\Sigma S_{pBH3}}{(2-1) \cdot \sqrt{3} \cdot U_{НОМВ}} = 106.038 \quad I_{П.А.Р.3} > I_{ДОП3}$$

ПРОДОЛЖЕНИЕ ПРИЛОЖЕНИЯ В

$$\Sigma P_{\text{ртр}3} := P_{\text{ртр}10} + P_{\text{ртр}11} + P_{\text{ртр}12} + P_{\text{ртр}13} = 864.579$$

$$\Sigma Q_{\text{ртр}3} := Q_{\text{ртр}10} + Q_{\text{ртр}11} + Q_{\text{ртр}12} + Q_{\text{ртр}13} = 204.755$$

$$\Sigma S_{\text{ртр}3} := S_{\text{ртр}10} + S_{\text{ртр}11} + S_{\text{ртр}12} + S_{\text{ртр}13} = 889.402$$

$$\text{SIN}3 := \frac{\Sigma Q_{\text{ртр}3}}{\Sigma S_{\text{ртр}3}} = 0.23 \qquad \text{COS}3 := \frac{\Sigma P_{\text{ртр}3}}{\Sigma S_{\text{ртр}3}}$$

$$\Delta U_3 := \frac{\sqrt{3} \cdot I_{\text{ЭКВ}3} \cdot \Sigma L3 \cdot (r_{0\text{B}3} \cdot \text{COS}3 + x_{0\text{B}3} \cdot \text{SIN}3) \cdot 100\%}{U_{\text{НОМВ}} \cdot 10^3} = 5.249 \times 10^{-3}$$

$$N_{\text{КАБ}14\text{В}} := 2$$

$$I_{\text{P}14\text{В}} := \frac{S_{\text{pBH}14}}{N_{\text{КАБ}14\text{В}} \cdot \sqrt{3} \cdot U_{\text{НОМВ}}} = 33.402$$

$$F_{14} := \frac{I_{\text{P}14\text{В}}}{j} = 30.365 \qquad F_{\text{пр}14} := 35 \qquad r_{0\text{B}4} := 0.84 \qquad x_{0\text{B}4} := 0.087 \qquad I_{\text{ДОП}4} := 135$$

$$I_{\text{П.А.Р.}14} := \frac{S_{\text{pBH}14}}{(2 - 1) \cdot \sqrt{3} \cdot U_{\text{НОМВ}}} = 66.804$$

$$\text{SIN}4 := \frac{Q_{\text{ртр}14}}{S_{\text{ртр}14}} = 0.532 \qquad \text{COS}4 := \frac{P_{\text{ртр}14}}{S_{\text{ртр}14}}$$

$$\Delta U_4 := \frac{\sqrt{3} \cdot I_{\text{P}14\text{В}} \cdot L14 \cdot (r_{0\text{B}4} \cdot \text{COS}4 + x_{0\text{B}4} \cdot \text{SIN}4) \cdot 100\%}{U_{\text{НОМВ}} \cdot 10^3} = 6.797 \times 10^{-3}$$

$$I_{\text{P}1} := \frac{S_{\text{P}1}}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot U_{\text{НОМ}}} = 62.217 \qquad I_{\text{P}3} := \frac{S_{\text{P}3}}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot U_{\text{НОМ}}} = 75.401$$

$$I_{\text{P}2} := \frac{S_{\text{P}2}}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot U_{\text{НОМ}}} = 48.315 \qquad I_{\text{P}4} := \frac{S_{\text{P}4}}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot U_{\text{НОМ}}} = 39.97$$