

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Соловьев Дмитрий Александрович  
Должность: ректор ФГБОУ ВО Саратовский ГАУ  
Дата подписания: 20.10.2021 12:31:57  
Уникальный программный идентификатор:  
5b8335c1f3d6e7bd91a51b28834cdf2b81866538

Приложение 2  
(к Программе ГИА)



МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Саратовский государственный аграрный университет  
имени Н.И. Вавилова»

## МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

для выполнения выпускных квалификационных работ

Направление подготовки	<b>13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника</b>
Направленность (профиль)	<b>Энергообеспечение предприятий</b>
Квалификация выпускника	<b>Бакалавр</b>
Выпускающая кафедра	<b>Природообустройство, строительство и теплоэнергетика</b>

*Разработчики: зав. кафедрой, доцент Бакиров С.М.*

*доцент Михеева О.В.*

  
(подпись)

  
(подпись)

Саратов 2021

## СОДЕРЖАНИЕ

1.	Основные положения .....	3
2.	Организация выполнения выпускных квалификационных работ бакалавров .....	3
3.	Структура выпускных квалификационных работ бакалавров ....	5
4.	Тематика выпускных квалификационных работ .....	5
5.	Оформление выпускных квалификационных работ .....	8
6.	Защита выпускных квалификационных работ .....	31
7.	Критерии выставления оценок по защите выпускных квалификационных работ .....	32

## **1. ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ**

Методические указания для выполнения выпускных квалификационных работ (далее – ВКР) по направлению подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника направленность подготовки (профиль) Энергообеспечение предприятий разработаны на основании Положения о государственной итоговой аттестации обучающихся по основным профессиональным образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры, реализуемым в ФГБОУ ВО Саратовский ГАУ, утверждённого приказом ректора от 29 августа 2017 г. № 552-ОД, Порядка разработки (актуализации) программ государственной итоговой аттестации обучающихся по основным профессиональным образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета и программам магистратуры, реализуемым в ФГБОУ ВО Саратовский ГАУ, утверждённого приказом ректора от 29 августа 2017 г. № 552-ОД и Программы государственной итоговой аттестации, утверждённой деканом факультета «14» июня 2021 г.

## **2. ОРГАНИЗАЦИЯ ВЫПОЛНЕНИЯ ВЫПУСКНЫХ КВАЛИФИКАЦИОННЫХ РАБОТ БАКАЛАВРОВ**

Выпускающие кафедры, по согласованию с деканатом, предлагают обучающимся в начале четвертого курса темы ВКР. Обучающемуся предоставляется право выбора темы работы в соответствии с его интересами и наклонностями. К выполнению ВКР допускается обучающийся, освоивший основную образовательную программу, и прошедший все виды практик.

Обучающиеся, согласно договору о целевой подготовке, выполняют проекты по заявкам предприятий. Эти заявки деканат направляет на соответствующие кафедры, которые назначают руководителей ВКР. Темы с обоснованием целесообразности разработки могут предлагаться выпускниками-

бакалаврами. Темы и руководители ВКР в установленном порядке утверждаются приказом по ВУЗу до начала проектирования.

Руководитель выдает обучающемуся тему ВКР и задание в соответствии с видом, составом и направлением деятельности предприятия.

Обучающийся перед началом работы над ВКР оценивает в соответствии с заданием объект производства, технологии и технологическое оборудование, проводит анализ, выявляя достоинства и недостатки различных технологий производства. Оценку проводит с использованием полученных за время учебы теоретических и практических знаний, рекомендаций учебной и научно-технической литературы, а также консультаций руководителя, как от производства, так и от ВУЗа. Руководитель совместно с обучающимся составляет календарный график работы над проектом с указанием последовательности и сроков выполнения отдельных этапов.

Руководитель оказывает методическую помощь обучающемуся, консультирует, помогает в выборе конкретных путей решения задач и осуществляет проверку ВКР.

Законченная работа подписывается обучающимся, консультантами и руководителем. Руководитель составляет отзыв о проделанной работе обучающегося за время проектирования. В отзыве оценивается способность обучающегося к самостоятельной профессиональной деятельности, теоретическую и практическую подготовку, а также качество представленной работы и ее практическую значимость.

Заведующий кафедрой рассматривает и утверждает допуск работы к защите, подписывая титульный лист. Если работа не соответствует требованиям и не допущена к защите, то вопрос рассматривается на заседании кафедры с участием руководителя, протокол заседания кафедры представляется в деканат факультета для принятия соответствующего решения.

### **3. СТРУКТУРА ВЫПУСКНЫХ КВАЛИФИКАЦИОННЫХ РАБОТ БАКАЛАВРОВ**

ВКР состоит из расчетно-пояснительной записки (РПЗ) объемом 70-80 страниц машинописного текста и комплекта чертежей включающего 5-6 листов формата А1 (594×810 мм).

РПЗ ВКР включает 5 разделов, введение и заключение.

В первом разделе приводятся расчет тепловых нагрузок на отопление, вентиляцию, горячее водоснабжение и технологические нужды организации.

Во втором разделе осуществляется расчет тепловой сети.

В третьем разделе производят проектирование или модернизацию котельной установки.

В четвертом разделе осуществляется детальная разработка одной из технологической энергосистемы или энергетического оборудования (сушильная установка; вентиляция и калориферное отопление; тепловая завеса; газоснабжение; водоснабжение; электрооборудование и освещение; и так далее).

В пятом разделе приводятся перечень рекомендуемых мероприятий по энергосбережению или расчет одного из рекомендуемых мероприятий по энергосбережению.

Количество, порядок и содержание разделов могут корректироваться с учетом конкретной тематики ВКР.

#### **4. ТЕМАТИКА ВЫПУСКНЫХ КВАЛИФИКАЦИОННЫХ РАБОТ**

Объектами для написания ВКР являются организации, имеющие в своем составе энергетическое оборудование, а так же сети для транспорта энергоресурсов.

Стандартные, выполняемые ежегодно большим количеством обучающихся, темы ВКР, охватывают широкий круг вопросов.

Выпускные квалификационные работы оригинального характера имеют суженную тему, компенсируемую глубиной проработки.

## **Основные направления тематики выпускных квалификационных работ:**

1. Энергообеспечение молочно-товарного комплекса с разработкой или котельной, или тепловой сети, или отопительно-вентиляционной системы одного из структурных подразделений.
2. Энергообеспечение мясного откормочного комплекса с разработкой или котельной, или тепловой сети, или отопительно-вентиляционной системы одного из структурных подразделений.
3. Энергообеспечение свиноводческого комплекса с разработкой или котельной, или тепловой сети, или отопительно-вентиляционной системы одного из структурных подразделений.
4. Энергообеспечение птицефабрики с разработкой или котельной, или тепловой сети, или отопительно-вентиляционной системы одного из структурных подразделений.
5. Энергообеспечение мясоперерабатывающего предприятия с разработкой или котельной, или тепловой сети, или отопительно-вентиляционной системы одного из структурных подразделений.
6. Энергообеспечение птицеперерабатывающего предприятия с разработкой или котельной, или тепловой сети, или отопительно-вентиляционной системы одного из структурных подразделений.
7. Энергообеспечение рыбоперерабатывающего предприятия с разработкой или котельной, или тепловой сети, или отопительно-вентиляционной системы одного из структурных подразделений.
8. Энергообеспечение овощного консервного завода с разработкой или котельной, или тепловой сети, или отопительно-вентиляционной системы одного из структурных подразделений.
9. Энергообеспечение мясного консервного завода с разработкой или котельной, или тепловой сети, или отопительно-вентиляционной системы одного из структурных подразделений.

10. Энергообеспечение предприятия по хранению сельскохозяйственной продукции с разработкой или котельной, или тепловой сети, или отопительно-вентиляционной системы одного из структурных подразделений.
11. Энергообеспечение мукомольного предприятия с разработкой или котельной, или тепловой сети, или отопительно-вентиляционной системы одного из структурных подразделений.
12. Энергообеспечение жирового комбината с разработкой или котельной, или тепловой сети, или отопительно-вентиляционной системы одного из структурных подразделений.
13. Энергообеспечение клеевого завода с разработкой или котельной, или тепловой сети, или отопительно-вентиляционной системы одного из структурных подразделений.
14. Энергообеспечение завода по выпечке хлебобулочных изделий с разработкой или котельной, или тепловой сети, или отопительно-вентиляционной системы одного из структурных подразделений.
15. Проектирование энергообеспечения сельскохозяйственного предприятия с использованием возобновляемых источников энергии.
16. Проектирование энергообеспечения сельскохозяйственного предприятия с переработкой отходов производства в энергетический ресурс.
17. Проектирование энергообеспечения сельскохозяйственного предприятия с использованием местных энергетических ресурсов.
23. Проектирование энергообеспечения сельскохозяйственного предприятия с использованием солнечной энергии.
24. Проектирование энергообеспечения сельскохозяйственного предприятия с использованием ветровой энергии.
25. Проектирование энергообеспечения сельскохозяйственного предприятия с использованием топливных брикетов.
26. Проектирование энергообеспечения сельскохозяйственного предприятия с использованием солнечной и ветровой энергии.

27. Проектирование энергообеспечения сельскохозяйственного предприятия с использованием газотурбинных установок.
28. Проектирование энергообеспечения сельскохозяйственного предприятия с использованием газопоршневых установок.
29. Проектирование энергообеспечения сельскохозяйственного предприятия с использованием тепловых насосов.
30. Проектирование энергообеспечения сельскохозяйственного предприятия с использованием нетрадиционных источников энергии.

## **5. ОФОРМЛЕНИЕ ВЫПУСКНЫХ КВАЛИФИКАЦИОННЫХ РАБОТ БАКАЛАВРОВ**

### **5.1 Требования к содержанию расчетно-пояснительной записки**

Расчетно-пояснительная записка выполняется машинописным способом объемом 70...80 стр.

На всех листах, кроме титульного и задания, рекомендуется иметь рамку, ограничивающую поле листа и основную надпись формы № 2 или № 2а, заполняемые соответствующим образом.

В состав РПЗ должны входить: титульный лист с полным названием темы ВКР, задание на проектирование, аннотация, содержание, библиографический список, приложения.

Титульный лист и задание выполняются на специальных бланках, выдаваемых студенту, которые заполняются чертежным шрифтом или машинописным способом.

Аннотация (реферат) – это краткое содержание ВКР, где указывается число страниц РПЗ, число листов графической части, цель работы, новизна разработанных материалов, особенности детальной (специальной) части.

Содержание (оглавление) РПЗ следует за аннотацией и включает наименование всех разделов и подразделов с указанием страниц.



## **5.2 Структура пояснительной записки**

### **5.2.1 Введение**

Во введении, которое обычно занимает 1...2 стр., обучающийся должен показать необходимость и актуальность темы выполняемой квалификационной работы для предприятия или отрасли, дать оценку современного состояния разрабатываемых вопросов по данной теме и сформулировать цель работы.

### **5.2.2 Определение тепловых нагрузок на отопление, вентиляцию, горячее водоснабжение и технологические нужды**

Для правильного распределения тепловой энергии и теплоносителя между различными структурными подразделениями организации необходимо точно знать потребности в тепле каждого из них.

Поддержание требуемых параметров теплоносителя для нужд отопления, вентиляции горячего водоснабжения и технологических нужд является неотъемлемой частью любого производства, и позволяет не только создавать комфортные условия для рабочего персонала и различных групп животных, что благоприятно сказывается на производительности труда и продуктивности животных, но и позволяет выпускать продукцию высокого качества вне зависимости от природных условий.

### **5.2.3 Проектирование тепловой сети**

Транспорт теплоносителя к потребителям осуществляется при помощи тепловых сетей. При написании данного раздела ВКР выпускник-бакалавр решает вопросы оптимального выбора способа прокладки теплопроводов; выбора оптимального диаметра теплопроводов для обеспечения минимальных потерь давления теплоносителя; осуществляет тепловой расчет теплопроводов с целью обеспечения минимальных тепловых потерь, не превышающих нормируемых,

установленных требованиями СП 61.13330.2012 «Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов»; выбирает подвижные и неподвижные опоры теплопроводов, а так же рассчитывает компенсацию температурных удлинений. Результаты полученных расчетов отражаются в графической части.

#### **5.2.4 Проектирование или модернизация котельной установки**

Основным источником получения тепловой энергии в нашей стране являются котельные установки. Правильный выбор и расчет основного и вспомогательного оборудования позволяет обеспечить высокое качество энергообеспечения как по температуре теплоносителя, так и по бесперебойности теплоснабжения, обеспечить высокие эксплуатационные характеристики котельной установки. В ходе написания данного раздела ВКР выпускник-бакалавр решает вопросы о номенклатуре и характеристиках необходимого оборудования котельной установки для обеспечения тепловой энергией организации и соблюдения требуемых экологических параметров работы котельной установки.

#### **5.2.5 Детальная разработка**

Для повышения энергетической эффективности предприятия необходимо разрабатывать и внедрять новые технологические решения и новое энергоэффективное оборудование.

В данном разделе приводится расчет одной из технологической энергосистемы или энергетического оборудования (сушильная установка; вентиляция и калориферное отопление; тепловая завеса; газоснабжение; водоснабжение; электрооборудование и освещение; и так далее) которые позволят повысить энергетическую эффективность предприятия.

#### **5.2.6 Энергосбережение**

Энергосбережение и повышение энергетической эффективности как отдельных организаций, так и всей экономики России является неотъемлемой частью государственной политики. В ходе написания данного раздела ВКР проводится анализ состояния и структуры потребления энергоресурсов и предлагаются основные мероприятия, способные повысить эффективность использования энергии. По выбору обучающегося одно из мероприятий может приводиться с расчетом энергетического эффекта применительно к объекту проектирования.

### **5.2.7 Заключение**

В заключении (или выводах) излагают основные результаты, полученные в процессе разработки ВКР. Отмечают оригинальные решения, при этом показывают, за счет каких конструкторских, технологических или других решений достигнуто снижение потребления топливно-энергетических ресурсов, увеличение производительности, улучшения качества выпускаемой продукции или снижение материалоемкости и т.д. Показывают ожидаемый экономический эффект от представленных в работе решений.

### **5.2.8 Библиографический список**

Библиографический список должен содержать все использованные при выполнении работы источники, которые располагают или в алфавитном порядке авторов или в порядке использования в тексте документа.

В пояснительной записке указатель использованной литературы приводят после заключения. При ссылке в тексте на литературный источник указывают его порядковый номер в квадратных скобках. Например: [3], [27].

Библиографический список должен соответствовать требованиям ГОСТ «Библиографическая запись. Общие требования и правила составления».

## **5.2.9 Приложения**

Приложения располагают после библиографического списка в порядке появления ссылок в тексте. К приложениям относятся спецификации, схемы, таблицы результатов научных экспериментов, протоколы и акты испытаний результатов научно-исследовательских работ, машин.

Каждое приложение начинают с новой страницы с указанием в правом верхнем углу слова «Приложение» и номера, написанного арабскими цифрами (без знака №). В текстовой части РПЗ должны быть ссылки на представленные приложения.

## **5.3. Оформление расчетно-пояснительной записки**

### **5.3.1. Общие требования**

Оформление РПЗ должно соответствовать требованиям ГОСТ.

Страницы текста РПЗ и включенные в нее иллюстрации, таблицы и распечатки с ЭВМ должны соответствовать формату А4 (297×210 мм). Допускается представлять иллюстрации, таблицы и распечатки с ЭВМ на листах формата А3.

Текст РПЗ должен быть кратким, четким и не допускать различных толкований. При изложении обязательных требований в тексте должны применяться слова «должен», «следует», «необходимо», «требуется чтобы», «разрешается только», «не допускается», «запрещается», «не следует».

В РПЗ должны применяться научно-технические термины, обозначения и определения, установленные соответствующими стандартами, а при их отсутствии – общепринятые в научно-технической литературе.

Если в РПЗ принята специальная терминология, то в конце ее (перед списком литературы) должен быть перечень принятых терминов с соответствующими разъяснениями. Перечень включают в содержание РПЗ.

В тексте РПЗ не допускается:

- применять для одного и того же понятия различные научно-технические термины, близкие по смыслу (синонимы), а также иностранные слова и термины при наличии равнозначных слов и терминов в русском языке;
- сокращать обозначения единиц физических величин, если они употребляются без цифр, за исключением единиц физических величин в головках и боковиках таблиц и в расшифровках буквенных обозначений, входящих в формулы и рисунки;
- применять сокращения слов, кроме установленных правилами русской орфографии, пунктуации, а также соответствующими государственными стандартами;
- использовать в тексте математический знак минус (–) перед отрицательными значениями величин. Вместо математического знака (–) следует писать слово «минус»;
- применять без числовых значений математические знаки, например, > (больше), < (меньше), = (равно), ≥ (больше или равно), ≤ (меньше или равно), ≠ (не равно), а также знаки № (номер), % (процент);
- применять обороты разговорной речи, техницизмы, профессионализмы;
- применять производные словообразования;

В случае, когда в РПЗ принята особая система сокращения слов или наименований, то расшифровку дают непосредственно в тексте при первом упоминании. Например «...трансформаторная подстанция (ТП)», после чего в дальнейшем можно пользоваться сокращением ТП.

Условные буквенные обозначения величин, а также условные графические обозначения должны соответствовать установленным государственным стандартом. В тексте РПЗ перед обозначением параметра дают его пояснение, например: «Ток короткого замыкания  $I_{кз}$ ...».

Дробные числа необходимо приводить в виде десятичных дробей. Если невозможно выразить числовое значение в виде десятичной дроби, то допуска-

ется записывать его в виде простой дроби в одну строчку через косую черту, например, «5/7» .

Единица физической величины одного и того же параметра в пределах РПЗ должна быть постоянной и соответствовать требованиям ГОСТ 8.417-2002 – "Государственная система обеспечения единства измерений. Единицы величин". Если в тексте приводится ряд числовых значений, выраженных в одной и той же единице физической величины, то ее указывают только после последнего числового значения, например 4,5; 15,6; 32,2 Вт/м.

Если в тексте РПЗ приводят диапазон числовых значений физической величины, выраженной в одной и той же единице физической величины, то обозначение единицы физической величины указывается после последнего числового значения диапазона, например, от 1 до 5 мм; от 10 до 100 кг; от плюс 10 до минус 40 °С.

В тексте РПЗ числовые значения величин с обозначением единиц физических величин и единиц счета следует писать цифрами, а числа без обозначения единиц физических величин и единиц счета от единицы до девяти – словами. Например:

- выполнить четырех проводную электрическую сеть сечением 16 мм<sup>2</sup>;
- электрифицировать коровник на 100 голов.

Текст РПЗ разделяют на разделы, подразделы, которые, в свою очередь, могут состоять из пунктов и подпунктов.

Разделы должны иметь порядковые номера в пределах РПЗ, обозначенные арабскими цифрами без точки и записанные с абзацного отступа. Подразделы должны иметь нумерацию в пределах каждого раздела. Номер подраздела состоит из номеров раздела и подраздела, разделенных точкой. В конце номера подраздела точка не ставится. Разделы, как и подразделы, могут состоять из одного или несколько пунктов.

Если РПЗ не имеет подразделов, то нумерация пунктов должна быть в пределах каждого раздела и номер пункта должен состоять из номеров раздела

и пункта, разделенных точкой. В конце номера пункта точка не ставится, например:

1 Производственно-хозяйственная характеристика предприятия

1.1

1.2 Нумерация пунктов первого раздела РПЗ

1.3

2 Реконструкция электрооборудования ремонтной мастерской

2.1

2.2 Нумерация пунктов второго раздела документа

2.3

Если РПЗ имеет подразделы, то нумерация пунктов должна быть в пределах подраздела и номер пункта должен состоять из номеров раздела, подраздела и пункта, разделенных точками, например:

3 Проектирование электропривода для дробилки кормов

3.1 Расчет электропривода для дробилки

3.1.1

3.1.2 Нумерация пунктов первого подраздела третьего раздела РПЗ

3.1.3

Если раздел или подраздел состоит из одного пункта, он также нумеруется.

Если текст РПЗ подразделяется только на пункты, они нумеруются порядковыми номерами в пределах РПЗ.

Пункты, при необходимости, могут быть разбиты на подпункты, которые должны иметь порядковую нумерацию в пределах каждого пункта, например, 3.2.1.1, 3.2.1.2, 3.2.1.3 и т.д.

Внутри пунктов или подпунктов могут быть приведены перечисления.

Перед каждой позицией перечисления следует ставить дефис или, при необходимости, ссылки в тексте РПЗ на одно из перечислений, строчную букву, после которой ставится скобка. Для дальнейшей детализации перечислений не-

обходимо использовать арабские цифры, после которых ставится скобка, а запись производится с абзацного отступа, как показано в примере.

Пример

а) \_\_\_\_\_

б) \_\_\_\_\_

    1) \_\_\_\_\_

    2) \_\_\_\_\_

в) \_\_\_\_\_

Каждый пункт, подпункт и перечисление записывают с абзаца. Разделы, подразделы должны иметь заголовки. Пункты, как правило, заголовков не имеют.

Заголовки должны четко и кратко отражать содержание разделов, подразделов. Их следует печатать с прописной буквы без точки в конце, не подчеркивая. Переносы слов в заголовках не допускаются. Если заголовок состоит из двух предложений, их разделяют точкой.

Каждый раздел РПЗ следует начинать с нового листа с основной надписью, выполненной по форме 2.

Содержание включают в общее количество листов РПЗ. Слово «Содержание» записывают в виде заголовка (симметрично тексту) с прописной буквы. Наименования, включенные в содержание, записывают строчными буквами, начиная с прописной буквы. Введение и заключение не нумеруются как разделы.

Страницы РПЗ следует нумеровать арабскими цифрами, соблюдая сквозную нумерацию по всему тексту РПЗ. Титульный лист включают в общую нумерацию страниц РПЗ. Номер страницы на титульном листе не проставляют. Иллюстрации и таблицы, расположенные на отдельных листах, и распечатки с ЭВМ, содержание, введение, заключение включают в общую нумерацию страниц РПЗ.

Количество иллюстраций (чертежи, графики, схемы диаграммы) должно быть достаточным для пояснения излагаемого текста. Иллюстрации следует



располагать непосредственно после текста, в котором они упоминаются впервые, или на следующей странице.

Иллюстрации за исключением иллюстраций приложений, следует нумеровать арабскими цифрами сквозной нумерацией. Если рисунок один, то он обозначается «Рисунок 1».

Допускается нумеровать иллюстрации в пределах раздела. В этом случае номер иллюстрации состоит из номера раздела и порядкового номера иллюстрации, разделенных точкой, например, «Рисунок 1.1».

При ссылках на иллюстрации следует писать «...в соответствии с рисунком 2» при сквозной нумерации и «... в соответствии с рисунком 1.2» при нумерации в пределах раздела.

Иллюстрации, при необходимости, могут иметь наименование и пояснительные данные (подрисуночный текст). Слово «Рисунок» и наименование помещают после пояснительных данных и располагают следующим образом: Рисунок 1 – Эскиз молниеотвода.

Если в тексте РПЗ имеется иллюстрация, на которой изображены составные части изделия, то на этой иллюстрации должны быть указаны номера позиций этих составных частей в пределах данной иллюстрации, которые располагают в возрастающем порядке, за исключением повторяющихся позиций, а для электро- и радиоэлементов – позиционные обозначения, установленные в схемах данного изделия.

Исключение составляют электро- и радиоэлементы, являющиеся органами регулировки или настройки, для которых (кроме номера позиции) дополнительно указывают в подрисуночном тексте назначение каждой регулировки и настройки, позиционное обозначение и надписи на соответствующей планке или панели.

Допускается, при необходимости, номер, присвоенный составной части изделия на иллюстрации, сохранять в пределах РПЗ.

Для схем расположения элементов конструкций и архитектурно-строительных чертежей зданий (сооружений) указывают марки элементов.

На приводимых в РПЗ электрических схемах около каждого элемента указывают его позиционное обозначение, установленное соответствующими стандартами, и, при необходимости, номинальное значение.

Таблицы применяют для лучшей наглядности и удобства сравнения показателей. Название таблиц, при его наличии, должно отражать ее содержание, быть точным, кратким. Название следует помещать над таблицей.

При переносе части таблицы на ту или другие страницы название помещают только над первой частью таблицы.

Таблицы, за исключением таблиц приложений, следует нумеровать арабскими цифрами сквозной нумерацией. Если в РПЗ одна таблица, она должна быть обозначена «Таблица 1».

Допускается нумеровать таблицы в пределах раздела. В этом случае номер таблицы состоит из номера раздела и порядкового номера таблицы, разделенных точкой.

На все таблицы РПЗ должны быть приведены ссылки в тексте документа, при ссылке следует писать слово «таблица» с указанием ее номера.

Таблица  
(номер) - название таблицы (при необходимости)

						<i>Заголовки граф</i>
						<i>Подзаголовки граф</i>
						<i>Строки (горизонтальные ряды)</i>

*Головка*

*Боковик (графа для заголовков)*

*Графы (колонки)*

Рисунок 1

Заголовки граф и строк таблицы (рисунок 1) следует писать с прописной буквы, а подзаголовки граф – со строчной, если они составляют одно предложение с заголовком, или с прописной буквы, если они имеют самостоятельное

значение. В конце заголовков и подзаголовков таблиц точки не ставят. Заголовки и подзаголовки граф указывают в единственном числе.

Таблицы слева, справа и снизу, как правило, ограничивают линиями. Разделять заголовки и подзаголовки боковика и граф диагональными линиями не допускается.

Горизонтальные и вертикальные линии, разграничивающие строки таблицы, допускается не приводить, если их отсутствие не затрудняет пользование таблицей.

Заголовки граф, как правило, записывают параллельно строкам таблицы. При необходимости допускается перпендикулярное расположение заголовков граф. Головка таблицы должна быть отделена линией от остальной части таблицы.

Таблицу, в зависимости от ее размера, помещают под текстом, в котором впервые дана ссылка на нее, или на следующей странице, а при необходимости, в приложении к РПЗ. Допускается помещать таблицу вдоль длинной стороны листа РПЗ.

Если строки или графы таблицы выходят за формат страницы, ее делят на части, помещая одну часть под другой или рядом, при этом в каждой части таблицы повторяют ее головку и боковик. При делении таблицы на части допускается ее головку или боковик заменять соответственно номером граф и строк. При этом нумеруют арабскими цифрами графы и (или) строки первой части таблицы.

Слово «Таблица» указывают один раз слева над первой частью таблицы, над другими частями пишут слова «Продолжение таблицы» с указанием номера (обозначения) таблицы в соответствии с рисунком 2.

Таблица...

Тип установки	Лампа		Мощность, Вт	Напряжение, В
	тип	количество		
ОБУ1х30М	ДБ-30	1	37	220
ББП01х30М	ДБ-30	1	37	220
ББП01х30	ЛЭ-30	1	37	220

Продолжение таблицы...

Тип установки	Лампа		Мощность, Вт	Напряжение, В
	тип	количество		
ЭО-1х30М-001	ЛЭ-30	1	37	220
ОРК-2	ДРТ-400	1	450	220
УО-4М	ДРТ-400	4	2000	380/220

Рисунок 2

Если в конце страницы таблица прерывается и ее продолжение будет на следующей странице, в первой части таблицы нижнюю горизонтальную линию, ограничивающую таблицу, не проводят.

Таблицы с небольшим количеством граф допускается делить на части и помещать одну часть рядом с другой на одной странице, при этом повторяют головку таблицы. При этом рекомендуется разделять части таблицы двойной линией или линией толщиной 2s.

Графу «Номер по порядку» в таблицу включать не допускается. Нумерация граф таблиц арабскими цифрами допускается в тех случаях, когда в тексте РПЗ имеются ссылки на них, при делении таблицы на части, а также при переносе таблицы на следующую страницу.

При необходимости нумерации показателей, параметров или других данных порядковые номера следует указывать в первой графе (боковике) таблицы

непосредственно перед их наименованием. Перед числовыми значениями величин и обозначением типов, марок и т.п. порядковые номера не проставляют.

Если в большинстве граф таблицы приведены показатели, выраженные в одних и тех же единицах физических величин (например, в миллиметрах, вольтах), но имеются графы с показателями, выраженными в других единицах физических величин, то над таблицей следует писать наименование преобладающего показателя и обозначение его физической величины, например, «Размеры в миллиметрах», «Напряжение в вольтах», а в подзаголовках остальных граф приводить наименование показателей и (или) обозначения других единиц физических величин.

Для сокращения текста заголовков и подзаголовков граф отдельные понятия заменяют буквенными обозначениями, или другими обозначениями, если они пояснены в тексте или приведены на иллюстрациях, например,  $U$  – напряжение,  $R$  – сопротивление,  $E$  – освещенность.

Показатели с одним и тем же буквенным обозначением группируют последовательно в порядке возрастания индексов в соответствии.

Ограничительные слова «более», «не более», «менее», «не менее» и др. должны быть помещены в одной строке или графе таблицы с наименованием соответствующего показателя после обозначения его единицы физической величины, если они относятся ко всей строке или графе. При этом после наименования показателя перед ограничительными словами ставится запятая.

Если в графе таблицы помещены значения одной и той же физической величины, то обозначение единицы физической величины указывают в заголовке (подзаголовке) этой графы. Числовые значения величин, одинаковые для нескольких строк, допускается указывать один раз.

Если числовые значения величин в графах таблицы выражены в разных единицах физической величины, их обозначения указывают в подзаголовке каждой графы.

Обозначения, приведенные в заголовках граф таблицы, должны быть пояснены в тексте или графическом материале РПЗ.

Текст, повторяющийся в строках одной и той же графы и состоящий из одиночных слов, чередующихся с цифрами, заменяют кавычками «». Если повторяющийся текст состоит из двух и более слов, при первом повторении его заменяют словами «То же», а далее кавычками «». Если предыдущая фраза является частью последующей, то допускается заменить ее словами «То же» и добавить дополнительные сведения. При отсутствии отдельных данных в таблице следует ставить прочерк (тире).

При указании в таблицах последовательных интервалов чисел, охватывающих все числа, их следует записывать: «От . . . до . . . включ.».

В таблицах при необходимости применяют ступенчатые полужирные линии для выделения диапазона, отнесенного к определенному значению, объединения позиций в группы и указания предпочтительных числовых значений показателей, которые обычно расположены внутри ступенчатой линии, или для указания, к каким значениям граф и строк относятся определенные отклонения. При этом в тексте должно быть приведено пояснение этих линий.

Цифры в графах таблиц должны проставляться так, чтобы разряды чисел во всей графе были расположены один под другим, если они относятся к одному показателю. В одной графе должно быть соблюдено, как правило, одинаковое количество десятичных знаков для всех значений величин.

При наличии в документе небольшого по объему цифрового материала его нецелесообразно оформлять таблицей, а следует давать текстом, располагая цифровые данные в виде колонок.

Пример:

Техническая характеристика САУ-М2:

Номинальное напряжение питания.....	220 В, 50 Гц
Количество подключаемых датчиков.....	два 3-х электродных
Тип датчиков.....	кондуктометрический
Количество встроенных выходных реле.....	1
Тип корпуса .....	настенный
Габаритные размеры.....	130×105×65 мм

В формулах в качестве символов следует применять обозначения, установленные соответствующими государственными стандартами. Пояснения символов и числовых коэффициентов, входящих в формулу, если они не пояснены ранее в тексте, должны быть приведены непосредственно под формулой. Пояснения каждого символа следует давать с новой строки в той последовательности, в которой символы приведены в формуле. Первая строка пояснения должна начинаться со слова "где" без двоеточия после него.

Пример - Плотность каждого образца  $\rho$ , кг/м<sup>3</sup>, вычисляют по формуле

$$\rho = \frac{m}{V}, \quad (1)$$

где  $m$  - масса образца, кг;

$V$  - объем образца, м<sup>3</sup>.

Формулы, следующие одна за другой и не разделенные текстом, разделяют запятой.

Переносить формулы на следующую строку допускается только на знаках выполняемых операций, причем знак в начале следующей строки повторяют. При переносе формулы на знаке умножения применяют знак "×".

В документах, издаваемых нетипографским способом, формулы могут быть выполнены машинописным, машинным способами или чертежным шрифтом высотой не менее 2,5 мм. Применение машинописных и рукописных символов в одной формуле не допускается.

Формулы, за исключением формул, помещаемых в приложении, должны нумероваться сквозной нумерацией арабскими цифрами, которые записывают на уровне формулы справа в круглых скобках. Одну формулу обозначают (1).

Ссылки в тексте на порядковые номера формул дают в скобках, например, ... в формуле (1).

Формулы, помещаемые в приложениях, должны нумероваться отдельной нумерацией арабскими цифрами в пределах каждого приложения с добавлением перед каждой цифрой обозначения приложения, например формула (В.1).

#### 5.4 Требования к оформлению графической части

Графическая часть ВКР выполняется на листах формата А1. Это могут быть чертежи, таблицы, графики, расчеты, диаграммы.

Рекомендуются следующие виды чертежей.

Схемы тепловых сетей выполняют в горизонтальной плоскости (рисунок 3).

На схемах сетей указывают:

- трубопроводы и их обозначение, арматуру, компенсаторы, неподвижные опоры, углы поворотов, опуски труб, точки дренажа трубопроводов;
- маркировку элементов сетей и их нумерацию;
- направление уклона;
- линии секущих плоскостей поперечных разрезов и их нумерацию;
- расчетные нагрузки на неподвижные опоры (при необходимости).

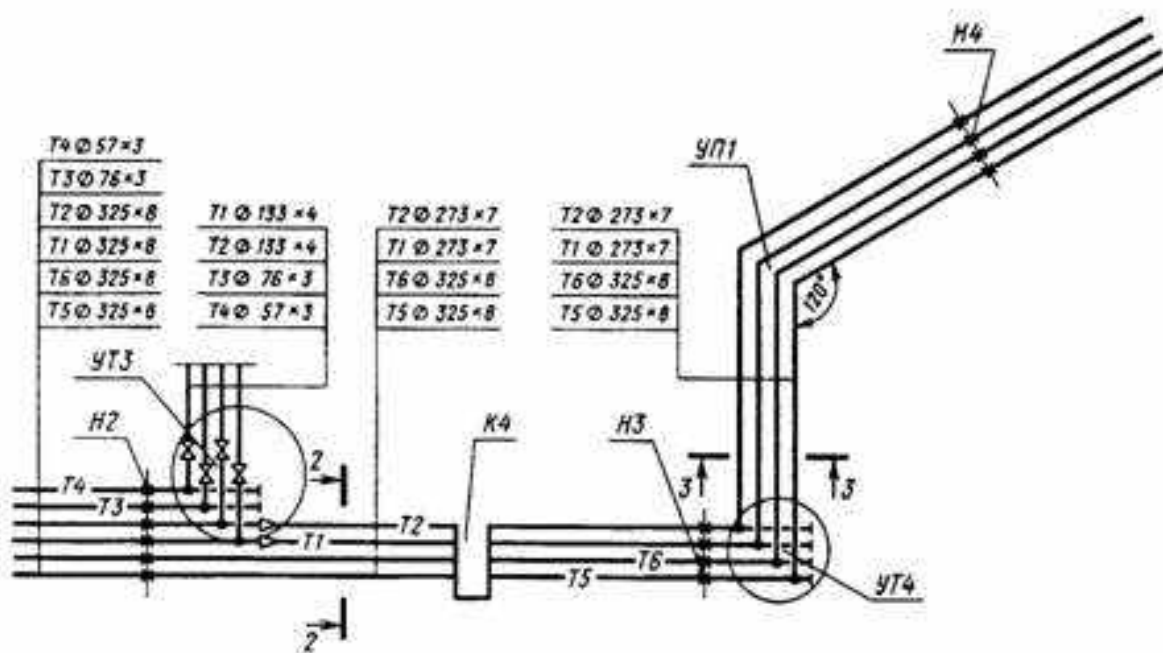




Рисунок 3

План расположения оборудования котельной установки (рисунок 4).

На планах и разрезах чертежей расположения оборудования наносят и указывают:

- координационные оси здания (сооружения) и расстояния между ними;
- строительные конструкции;
- отметки чистых полов этажей и основных площадок;
- размерные привязки оборудования, установок (блоков) к координационным осям или элементам конструкций здания (сооружения);
- позиционные обозначения (марки) оборудования, установок (блоков), воздухопроводов (газоходов) на полке линии-выноски.

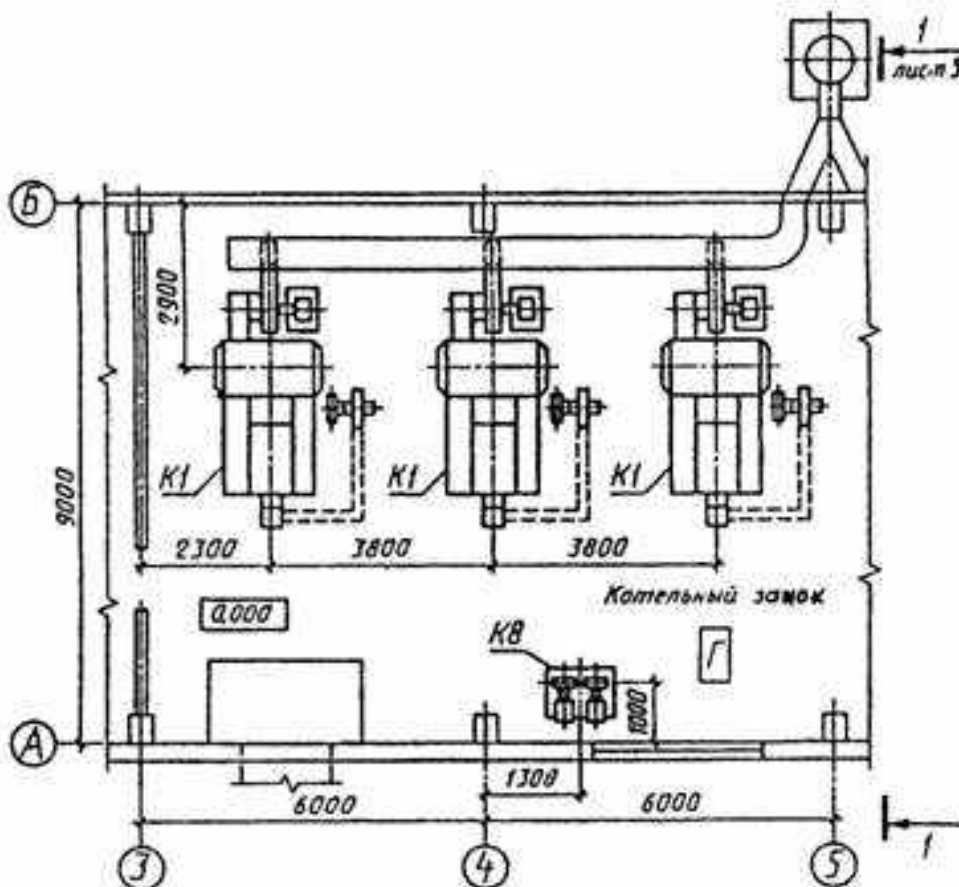


Рисунок 4

Тепловые схемы котельных установок (рисунок 5)

На схеме наносят и указывают:

- оборудование, трубопроводы, арматуру и другие устройства;
- буквенно-цифровые обозначения трубопроводов, как правило, в разрывах линий трубопроводов;
- диаметры трубопроводов;
- позиционные обозначения (марки) оборудования;
- диаметры и тип специальной арматуры, при необходимости (стальной, с электроприводом и др.);
- направление потока транспортируемой среды.

Допускается указывать на схеме границу проектирования (поставки).

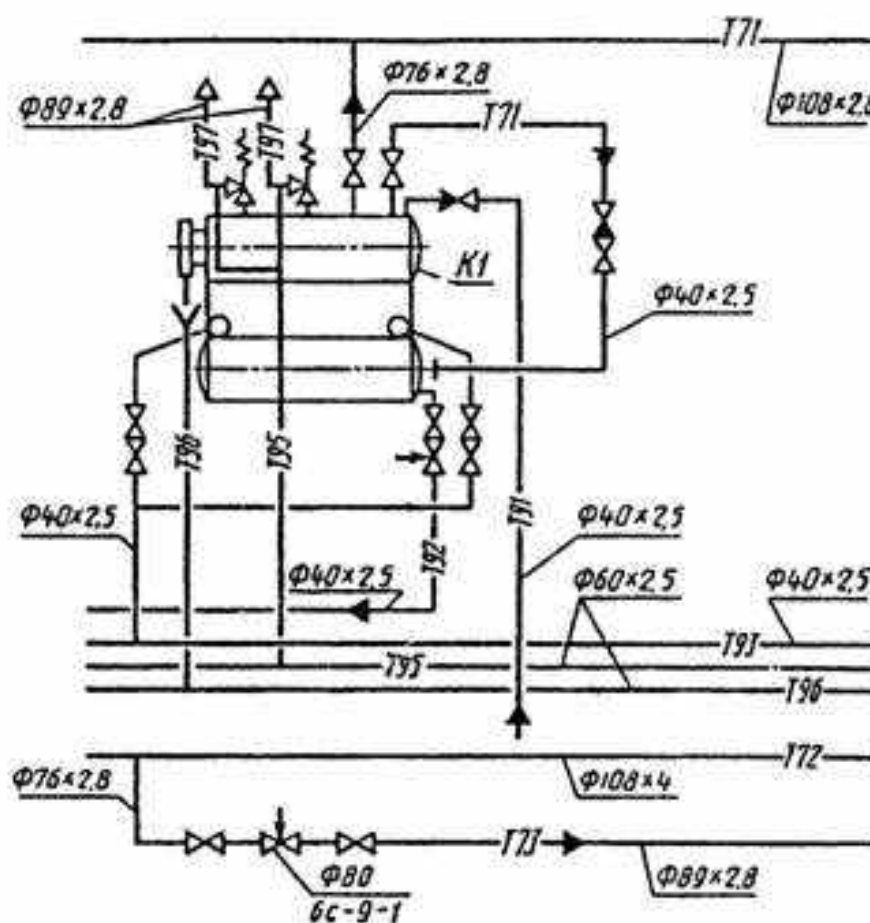


Рисунок 5

Схемы и чертежи систем отопления, вентиляции и кондиционирования.

Каждой системе присваивают обозначение, состоящее из марки и порядкового номера в пределах марки. Системы приточной вентиляции маркируются

буквой П, системы теплоснабжения маркируются буквой Т. Например П1 или Т1. При наличии нескольких одинаковых систем номер им присваивается по следующему принципу:

- порядковый номер системы вентиляции соответствует арабским цифрам, начиная с 1 в порядке увеличения, например П1, П2, П3 и т.д.
- для систем теплоснабжения, в том числе установок вентиляции, первая цифра в обозначении соответствует назначению трубопровода (1-прямой, 2-обратный), вторая – порядковому номеру системы. Таким образом полное обозначение систем теплоснабжения выглядит следующим образом: Т11, Т12, Т21, Т22 и т.д.

На аксонометрической схеме элементы системы вентиляции указывают условными графическими обозначениями.

Трубопроводы и воздуховоды выполняются условными графическими обозначениями в виде толстой основной линии, при этом трубопроводы расположенные друг над другом в одной плоскости изображают параллельными линиями.

Трубопроводам и воздуховодам присваивают обозначение, состоящее из марки и порядкового номера в пределах марки. Марка трубопровода или воздуховода должна соответствовать марке системы, в которую он входит

При изображении трубопроводов или воздуховодов на схеме буквенно-цифровые обозначения марки указывают на полках линий-выносок или в разрывах линий трубопроводов или воздуховодов (рисунок 6). Теплоснабжающие трубопроводы обозначаются буквой Т, воздуховоды приточной вентиляции П.



## Рисунок 6 Буквенно-цифровое обозначение трубопроводов или воздухопроводов

На схеме системы вентиляции так же указывают:

- теплоснабжающие трубопроводы и их диаметры;
- воздухопроводы, их диаметры для круглых и сечения для прямоугольных, и количество проходящего через них воздуха в м<sup>3</sup>/ч;
- отметки уровней осей трубопроводов и круглых воздухопроводов;
- отметки уровней низа прямоугольных воздухопроводов;
- лючки для замеров параметров воздуха и чистки воздухопроводов с указанием на полке линии-выноски марки лючка и под полкой – марка лючка;
- воздухораспределители с указанием на полке линии-выноски обозначения элемента системы. При этом для нетиповых изделий на полке линии-выноски указывают наименование и буквенно-цифровое обозначение изделия и под полкой - обозначение эскизного чертежа;
- неподвижные опоры и нетиповые крепления с указанием на полке линии-выноски обозначения элемента и под полкой – обозначение эскизного чертежа.

Для трубопроводов указывают диаметр условного прохода и толщину стенки. При указании размера диаметра перед размерным числом следует писать знак "Ø". Обозначение диаметра трубопровода или воздухопровода наносят на полке линии-выноски. В том случае, когда на полке линии-выноски наносят буквенно-цифровое обозначение трубопровода, диаметр трубопровода указывают под полкой линии-выноски (рисунок 7).

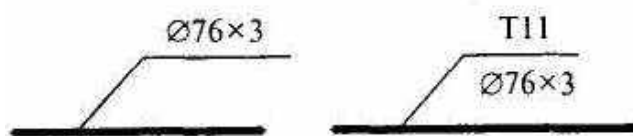


Рисунок 7 Структура условного обозначения трубопровода

В обозначении сечения прямоугольных воздуховодов, нанесенных на плане чертежей систем и расположенных в горизонтальной плоскости, на линии-выноске первой цифрой указывают его ширину, второй – высоту, под линией выноской - количество проходящего воздуха в м<sup>3</sup>/ч. Для воздуховодов круглого сечения на линии-выноске указывается диаметр воздуховода, под линией-выноской количество проходящего воздуха в м<sup>3</sup>/ч. При указании количества проходящего воздуха перед размерным числом следует писать букву “L” (рисунок 8).

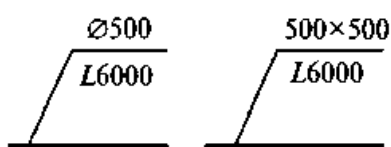


Рисунок 8 Структура условного обозначения воздуховодов

На схемах, выполняемых в аксонометрической проекции, отметки высот относительно нулевого уровня указывают на выносных линиях или линиях контура (рисунок 5).

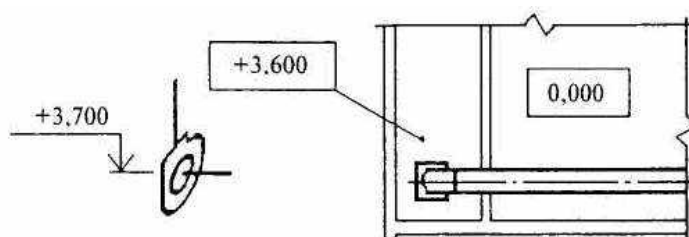
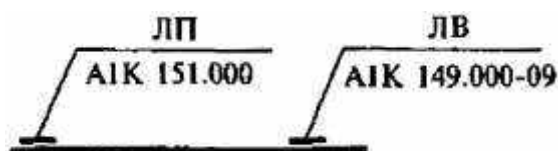


Рисунок 9 Условное обозначение отметки высот относительно нулевого уровня

Лючки для чистки воздуховодов обозначаются маркой "ЛВ", лючки для замеров параметров воздуха – маркой "ЛП" (рисунок 10).



## Рисунок 10 Условное обозначение лючков

Чертеж общего вида (ГОСТ 2.118-73) – это документ, определяющий конструкцию и поясняющий принцип работы изделия. Он включает в себя виды, разрезы, сечения, надписи и текстовую часть, необходимые для понимания принципа работы и устройства спроектированного объекта.

Обозначения составных частей (позиций) конструкции указывается на полках линий-выносов и вместе с наименованиями в таблице, размещаемой на чертеже.

Сборочные чертежи (ГОСТ 2.109-73) должны содержать следующие элементы:

- изображение сборочной единицы, дающее представление о составе и расположения частей, соединяемых по данному чертежу и обеспечивающих возможность сборки и контроля сборочной единицы;
- габаритные, установочные, монтажные, присоединительные размеры, предельные отклонения, справочные размеры деталей, определяющих характер соединения;
- номера позиций составных частей сборочной единицы;
- техническую характеристику.

На часть деталей (нестандартных), входящих в состав изделия, разрабатываются рабочие чертежи.

В соответствии с требованиями ЕСКД на чертеже детали должны быть:

- необходимые разрезы и сечения для понимания конструкции детали и ее изготовления;
- обозначения размеров;
- предельные отклонения размеров;
- обозначения предельных отклонений геометрической формы и расположения поверхностей;
- обозначения шероховатости поверхностей детали;

- обозначения покрытий и свойств материала готовой детали;
- технические требования к материалу, размерам и форме детали.

Листы формата А1 могут быть разделены на чертежи форматов А3 или А4. Конструкторская часть содержит чертеж детали и заготовки, маршрутную карту технологического процесса на изготовление и операционную карту.

Помимо перечисленных видов чертежей, в графическую часть дипломного проекта могут входить монтажные чертежи и различные виды схем. Согласно ГОСТ 2.701-84, схемы подразделяются на следующие виды: кинематические, гидравлические, пневматические, электрические и типы:

- 1 – структурная;
- 2 – функциональная;
- 3 – принципиальная;
- 4 – схема соединений;
- 5 – схема подключений;
- 6 – общая схема;
- 7 – схема расположений.

## **6. ЗАЩИТА ВЫПУСКНЫХ КВАЛИФИКАЦИОННЫХ РАБОТ**

К защите выпускной квалификационной работы допускается лицо, успешно завершившее в полном объеме освоение основной образовательной программы по направлению подготовки (специальности) 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника разработанной университетом в соответствии с требованиями ФГОС ВО.

Защита выпускной квалификационной работы проводится на открытом заседании экзаменационной комиссии в соответствии со следующим порядком:

- представление обучающегося членам комиссии секретарем ГАК;

- сообщение обучающегося с использованием наглядных материалов и компьютерной техники об основных результатах выпускной квалификационной работы (не более 15 минут);

- вопросы членов ГАК и присутствующих после доклада обучающегося;

- ответы обучающегося на заданные вопросы;

- зачитывание секретарем комиссии отзыва руководителя на ВКР.

Продолжительность защиты одной выпускной квалификационной работы, как правило, не должна превышать 30 минут.

Результаты защиты выпускной квалификационной работы объявляются в тот же день после оформления в установленном порядке протоколов заседаний экзаменационной комиссии.

Результаты защиты выпускной квалификационной работы определяются оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Оценка результатов защит выпускных квалификационных работ осуществляется в соответствии с критериями, представленными в следующем разделе.

## **7. КРИТЕРИИ ВЫСТАВЛЕНИЯ ОЦЕНОК ПО ЗАЩИТЕ ВЫПУСКНЫХ КВАЛИФИКАЦИОННЫХ РАБОТ**

При оценке ВКР учитываются: качество выполнения графической части и расчетно-пояснительной записки, доклад, ответы на вопросы членов комиссии, общая эрудиция и уровень грамотности. Рекомендуется учитывать наличие у обучающегося знаний и умений пользоваться научными методами познания, творческого подхода к решению инженерных задач.

Оценка «отлично» выставляется за выпускную квалификационную работу, в которой грамотно выполнена расчетная часть, логично, последовательно изложен материал с соответствующими выводами и обоснованными предложениями. При её защите обучающийся показывает глубокие знания вопросов темы, свободно оперирует данными расчета, владеет современными методиками расчета, во время доклада использует наглядный материал, легко отвечает на



поставленные вопросы. Выпускная квалификационная работа имеет положительный отзыв руководителя.

Оценка «хорошо» выставляется за выпускную квалификационную работу, в которой грамотно выполнена расчетная часть, последовательно изложен материал с соответствующими выводами, однако с не вполне обоснованными предложениями. При её защите обучающийся показывает знания вопросов темы, оперирует данными расчета, во время доклада использует наглядные пособия, без особых затруднений отвечает на поставленные вопросы. Выпускная квалификационная работа имеет положительный отзыв руководителя.

Оценка «удовлетворительно» выставляется за выпускную квалификационную работу, которая имеет расчетную часть. Базируется на практическом материале, но анализ и расчеты выполнены поверхностно, в ней просматривается непоследовательность изложения материала. Представлены необоснованные предложения. При её защите обучающийся проявляет неуверенность, показывает слабое знание вопросов темы, не дает полного аргументированного ответа на заданные вопросы. В отзывах руководителя имеются замечания по содержанию работы и методикам расчета.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется за выпускную квалификационную работу, которая не имеет полной расчетной части, не отвечает требованиям, изложенным в методических рекомендациях кафедры. В работе нет выводов, либо они носят декларативный характер. При защите работы обучающийся затрудняется отвечать на поставленные вопросы, при ответе допускает существенные ошибки. В отзывах руководителя имеются серьезные критические замечания.

*Методические указания рассмотрены и утверждены на заседании кафедры «Природообустройство, строительство и теплоэнергетика»  
«11» июня 2021 года (протокол №19).*