

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о заявителе:

ФИО: Матвеев Александр Сергеевич

Должность: И.о. механика учебно-методического управления

Дата подписания: 25.01.2024 14:57:46

Уникальный программный ключ:

49d49750726343fa86fcec25d926262c30745ce

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

**«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ –**

**МСХА имени К.А. ТИМИРЯЗЕВА»**

**(ФГБОУ ВО РГАУ - МСХА имени К.А. Тимирязева)**

Институт механики и энергетики имени В.П. Горячкина  
Кафедра Теплотехника, гидравлика и энергообеспечение предприятий

УТВЕРЖДАЮ:

И.о. директора института механики  
и энергетики имени В.П. Горячкина

\_\_\_\_\_ Е.П. Парлюк

\_\_\_\_\_ 2023 г.



**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К НАПИСАНИЮ  
КУРСОВОЙ РАБОТЫ ДИСЦИПЛИНЫ  
Б1.О.36 «ТЕПЛОМАССОБМЕН»**

Направление: 13.03.01 – Теплоэнергетика и теплотехника

Направленность: Энергообеспечение предприятий, тепловые и технические системы

Курс \_\_\_\_\_ 3 \_\_\_\_\_

Семестр \_\_\_\_\_ 5 \_\_\_\_\_

Форма обучения: очная

Год начала подготовки: 2023

Москва, 2023

Разработчик: Рудобашта С.П., д.т.н., профессор  
(ФИО, ученая степень, ученое звание)



«27» июня 2023 г.

Рецензент: Андреев С.А., к.т.н., доцент  
(ФИО, ученая степень, ученое звание)

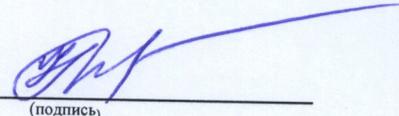


(подпись)

«27» июня 2023 г.

Методические указания обсуждены на заседании кафедры Теплотехника, гидравлика и энергообеспечение предприятий протокол № 13 от «27» июня 2023 г.

Зав. кафедрой Кожевникова Н. Г., к.т.н., доцент  
(ФИО, ученая степень, ученое звание)

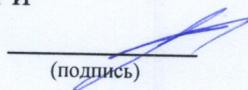


(подпись)

«27» июня 2023 г.

**Согласовано:**

/ И.о. директор Института механики и  
энергетики им. В.П. Горячкина

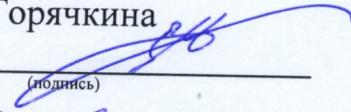


(подпись)

Парлюк Е.П.  
(ФИО декана)

«28» 06 2023 г.

/ Председатель учебно-методической  
комиссии института механики и энергетики имени В.П. Горячкина  
Дидманидзе О.Н., академик РАН, д.т.н., профессор  
(ФИО, ученая степень, ученое звание)



(подпись)

«27» 06 2023 г.

## Содержание

АННОТАЦИЯ.....	5
1. Цель и задачи курсовой работы.....	5
2. Перечень планируемых результатов выполнения курсовой работы по дисциплине «Тепломассообмен», соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.....	6
3. Структура курсовой работы.....	10
4. Порядок выполнения курсовой работы.....	11
4.1 Выбор темы.....	12
4.2 Получение индивидуального задания.....	14
4.3 Составление плана выполнения курсовой работы.....	14
4.4 Требования к разработке структурных элементов курсовой работы.....	15
4.4.1 Разработка введения.....	15
4.4.2 Разработка основной части курсовой работы.....	15
4.4.3 Разработка заключения.....	15
4.4.4 Оформление библиографического списка.....	16
4.4.5 Оформление Приложения (по необходимости).....	16
4.4.6 Методические рекомендации к выполнению курсовой работы.....	17
4.4.7 Перечень вопросов для защиты курсовой работы.....	20
5. Требования к оформлению курсовых работ.....	21
5.1 Оформление текстового материала (ГОСТ 7.0.11 – 2011).....	21
5.2 Оформление ссылок (ГОСТР 7.0.5).....	22
5.3 Оформление иллюстраций (ГОСТ 2.105-95).....	22
5.4 Общие правила представления формул (ГОСТ 2.105-95).....	23
5.5 Оформление таблиц (ГОСТ 2.105-95).....	25
5.6 Оформление библиографического списка (ГОСТ 7.1).....	26
5.7 Оформление графических материалов.....	27
5.8 Оформление приложений (ГОСТ 2.105-95).....	28
5.9 Требования к лингвистическому оформлению курсовой работы.....	28
6. Порядок защиты курсовой работы.....	30
7. Учебно-методическое и информационное обеспечение курсовой работы.....	32
7.1 Основная литература.....	32
7.2 Дополнительная литература.....	32
8. Методическое, программное обеспечение курсовой работы.....	33
8.1 Методические указания и методические материалы к курсовым работам.....	33
8.2 Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости) для выполнения курсовой работы.....	33
Приложение А.....	35
Приложение Б.....	36
Приложение В.....	37

Приложение Г .....	38
Приложение Д.....	39

## **АННОТАЦИЯ**

### **курсовой работы учебной дисциплины Б1.О.36 «Тепломассообмен» для подготовки бакалавров по направлению 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника», направленность «Энергообеспечение предприятий, тепловые и технические системы»**

Курсовая работа представляет собой самостоятельное исследование по выбранной теме. Курсовая работа должна отличаться критическим подходом к изучению литературных источников; материал, используемый из литературных источников, должен быть переработан, органически увязан с избранной студентом темой; изложение темы должно быть конкретным, насыщенным фактическими данными, сопоставлениями, расчетами, графиками, таблицами, чертежами и схемами. При написании курсовой работы должны быть обобщены теоретические материалы по избранной теме с использованием соответствующего аппарата обоснования в учебном процессе и подготовки бакалавра по направлению подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника», направленности «Энергообеспечение предприятий, тепловые и технические системы».

Курсовая работа имеет реферативный, практический или опытно-экспериментальный характер и предусматривается учебным планом и программой изучения дисциплины «Тепломассообмен». Требования к структуре и содержанию курсовых работ, выполняемых на разных этапах обучения по различным дисциплинам учебного плана, определяются соответствующими кафедрами.

При проектировании студент обучается: теоретической и расчетной части, посвященные, соответственно, описанию и раскрытию сущности энергосберегающих мероприятий при сушке зерна, оценке (на основе теплового расчета) энергетической эффективности зерносушилки, созданной путем реконструкции действующего промышленного образца.

Студент должен самостоятельно решить весь комплекс вопросов своей работы с необходимыми технико-экономическими расчетами.

### **1. Цель и задачи курсовой работы**

Выполнение курсовой работы по дисциплине «Тепломассообмен» требований ФГОС ВО, ОПОП ВО и Учебного плана по направлению 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника», направленность подготовки «Энергообеспечение предприятий, тепловые и технические системы» проводится с целью приобретения студентами знаний, умений и навыков решать инженерные задачи проектирования теплоэнергетических и теплотехнологических процессов производства для подготовки к выполнению следующих видов профессиональной деятельности: научно-исследовательской, проектной и производственно-технологической; использование основных законов и положений технической термодинамики; способность проводить исследования, осуществлять сбор и анализ исходных данных для расчета и проектирования теплоэнергетического и теплотехнологического оборудования.

Курсовая работа позволяет решить следующие задачи:

1. научиться самостоятельно отыскивать необходимую информацию, т.е. работать с библиографией, библиотечными каталогами, подбирать необходимый материал;

2. ознакомиться с содержанием научных исследований по данной тематике, исторической ретроспективой и прогнозами развития;

3. научиться самостоятельно излагать материал (а, в дальнейшем, и свои взгляды на проблему), выявлять проблемы;

4. овладеть научно-исследовательским стилем письма, для которого характерны отсутствие личных местоимений, неупотребление глаголов, выражающих чувства (эмоции), повествование от третьего лица, особая мера выдержанности оценок, недопустимость политизированного подхода, усвоить назначение «Введения» и «Заключения» в научной работе, выполнять формальные и редакционные требования, предъявляемые к оформлению работы.

## **2. Перечень планируемых результатов выполнения курсовой работы по дисциплине «Тепломассообмен», соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы**

Реализация в курсовой работе по дисциплине «Тепломассообмен» требований ФГОС ВО, ОПОП ВО и Учебного плана по направлению 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника», направленность подготовки «Энергообеспечение предприятий, тепловые и технические системы» должна формировать следующие компетенции, представленные в таблице 1.

Таблица 1 – Требования к результатам выполнения курсовой работы/проекта по учебной дисциплине

№ п/п	Код компетенции	Содержание компетенции (или её части)	Индикаторы компетенций	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны:		
				знать	уметь	владеть
1.	ОПК-3	Способен применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач	ОПК-3.3 Демонстрирует понимание химических процессов и применяет основные законы химии	химические процессы применительно к процессам теломассообмена с помощью современных программных продуктов (Mathcad, Matlab, MS Office: Word, Excel, PowerPoint); организацию его монтажа, наладки, технического обслуживания, в том числе с применением современных цифровых инструментов (Google Jamboard, Miro, Kahoot)	применять основные законы химии для анализа процессов теломассообмена, в том числе с использованием информационных технологий, в том числе с помощью современных программных продуктов (Mathcad, Matlab, MS Office: Word, Excel, PowerPoint); осуществлять организацию его монтажа, наладки, технического обслуживания, посредством электронных ресурсов, официальных сайтов	методами применения основных законов химии для анализа тепломассообменных процессов, в том числе с использованием информационных технологий, в том числе с помощью современных программных продуктов (Mathcad, Matlab); организации его монтажа, наладки, технического обслуживания, навыками обработки и интерпретации информации с помощью программных продуктов MS Office: Word, Excel, PowerPoint; Pictochart и др., осуществления коммуникации посредством Outlook, Miro, Zoom
2.	ОПК-4	Способен демонстрировать применение основных способов получения, преобразования, транспорта и использования теплоты в	ОПК-4.6 Демонстрирует понимание основных законов и способов переноса теплоты и массы	основные законы и способы переноса теплоты и массы в пространстве с помощью современных программных продуктов (Mathcad,	рассчитывать процессы переноса теплоты и массы в пространстве, в том числе с использованием информационных технологий, в том числе с помощью современных программных продуктов	методами расчета процессов переноса теплоты и массы в пространстве, в том числе с использованием информационных технологий, в том числе с помощью современных программных продуктов (Mathcad, Matlab);

		теплотехнических установках и системах		Matlab, MS Office: Word, Excel, PowerPoint); организацию его монтажа, наладки, технического обслуживания, в том числе с применением современных цифровых инструментов (Google Jamboard, Miro, Kahoot)	(Mathcad, Matlab, MS Office: Word, Excel, PowerPoint); осуществлять организацию его монтажа, наладки, технического обслуживания, посредством электронных ресурсов, официальных сайтов	организации его монтажа, наладки, технического обслуживания, навыками обработки и интерпретации информации с помощью программных продуктов MS Office: Word, Excel, PowerPoint; Pictochart и др., осуществления коммуникации посредством Outlook, Miro, Zoom.
		ОПК-4.7 Применяет знания основ тепломассообмена в теплотехнических установках	основы тепломассообмена в теплотехнических установках с использованием информационных технологий, в том числе с помощью современных программных продуктов (Mathcad, Matlab, MS Office: Word, Excel, PowerPoint); организацию его монтажа, наладки, технического обслуживания, в том числе с	анализировать и рассчитывать процессы тепломассообмена в теплотехнических установках с использованием информационных технологий, в том числе с помощью современных программных продуктов (Mathcad, Matlab, MS Office: Word, Excel, PowerPoint); осуществлять организацию его монтажа, наладки, технического обслуживания, посредством электронных ресурсов, официальных сайтов	расчета процессов тепломассообмена в теплотехнических установках, в том числе с использованием информационных технологий, в том числе с помощью современных программных продуктов (Mathcad, Matlab); организации его монтажа, наладки, технического обслуживания, навыками обработки и интерпретации информации с помощью программных продуктов MS Office: Word, Excel, PowerPoint; Pictochart и др., осуществления коммуникации посредством Outlook, Miro, Zoom.	

				применением современных цифровых инструментов (Google Jamboard, Miro, Kahoot)		
--	--	--	--	--	--	--

### 3. Структура курсовой работы

Курсовая работа помогает углубить и конкретизировать знания студентов по изучаемой дисциплине, полученные ими в ходе теоретических и практических занятий, привить им навыки самостоятельного подбора, осмысления и обобщения научной информации и литературы по подготовке бакалавров направления 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника», направленности подготовки «Энергообеспечение предприятий, тепловые и технические системы». Курсовая работа позволяет студентам расширить круг дополнительно привлекаемой информации по выбранной теме.

По объему курсовая работа должна быть **не менее 20 страниц** печатного текста.

По содержанию курсовая работа может носить реферативный, практический или опытно – экспериментальный характер. По объему курсовая работа должна быть не менее 20 – 25 страниц печатного текста. Примерная структура курсовой работы представлена в таблице 2. Все части курсовой работы должны быть изложены в строгой логической последовательности, вытекать одна из другой и быть взаимосвязанными.

Примерная структура курсовой работы:

Таблица 2 – Структура курсовой работы и объем отдельных разделов

№ п/п	Элемент структуры курсовой работы/проекта	Объем (примерный) страниц
1	Титульный лист ( <i>Приложение А</i> )	1
2	Задание	1
3	Аннотация	1
4	Содержание	1-2
5	Обозначения и сокращения (при наличии)	1
6	Введение	1-2
7	Основная часть	
7.1	Теоретическая часть (теоретические и методические основы исследуемого вопроса)	5-6
7.2	Практическая часть: - рассчитать и изобразить фрагмент $p-v$ , $T-s$ или $h-s$ диаграммы водяного пара; - построить $H-d$ диаграмму влажного газа на его общее давление; - построить $H-d$ диаграмму влажного газа на его общее давление; - рассчитать и изобразить в $p-v$ и $T-s$ координатах идеальный цикл ДВС со смешанным подводом теплоты	5-6 5-6 5-6 5-6
8	Заключение	1-2
9	Предложения и рекомендации по теме исследования с обоснованием их целесообразности и эффективности	по необходимости
10	Библиографический список	не менее 5 источников
11	Приложения (включают примеры входных и выходных данных)	по необходимости

Методические указания по выполнению курсовой работы дисциплины «Тепломассообмен» для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья разрабатывается индивидуально с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся.

Любая курсовая работа имеет свои отличительные особенности, вытекающие из своеобразия объекта исследования, наличия и полноты источников информации, глубины знаний студентов, их умений и навыков самостоятельной работы. Вместе с тем, каждая курсовая работа должна быть построена по общей схеме на основе данных методических указаний, отражающих современный уровень требований ФГОС ВО.

Требование единства относится к форме построения структуры курсовой работы, но не к ее содержанию.

#### 4. Порядок выполнения курсовой работы

Обучающийся самостоятельно выбирает тему курсовой работы из предлагаемого списка тем, или может предложить свою тему при условии обоснования им её целесообразности. Тема может быть уточнена по согласованию с руководителем курсовой работы.

Таблица 3 – Примерная тематика курсовых работ по дисциплине «Тепломассообмен»

№ п/п	Тема курсовой работы
1.	Рассчитать и спроектировать прямоточный кожухотрубный теплообменник для нагрева воздуха водой (по варианту)
2.	Рассчитать и спроектировать противоточный теплообменник типа «труба в трубе» для нагрева воды водой (по варианту)
3.	Рассчитать и спроектировать пластинчатый теплообменник для конденсации водяного пара водой (по варианту)
4.	Рассчитать и спроектировать горизонтальный кожухотрубный теплообменник для нагрева воздуха водяным паром (по варианту)
5.	Рассчитать и спроектировать кожухотрубный теплообменник для охлаждения воздуха воздухом (по варианту)
6.	Рассчитать и спроектировать пластинчатый теплообменник для нагрева воды водяным паром (по варианту)
7.	Рассчитать и спроектировать вертикальный кожухотрубный теплообменник для нагрева воды водяным паром (по варианту)
8.	Рассчитать и спроектировать кожухотрубный теплообменник для охлаждения воздуха водой (по варианту)
9.	Рассчитать и спроектировать кожухотрубный теплообменник (кипятильник) для выпаривания воды водяным паром (по варианту)
10.	Рассчитать и спроектировать пластинчатый теплообменник для охлаждения воды водой (по варианту)
11.	Рассчитать и спроектировать горизонтальный теплообменник типа «труба в трубе» для конденсации водяного пара водой (по варианту)
12.	Рассчитать и спроектировать кожухотрубный теплообменник для охлаждения воздуха водой (по варианту)
...	

Выбор темы курсовой работы регистрируется в журнале регистрации курсовых работ на кафедре.

Конкретная тематика курсовая работа должна отвечать следующим требованиям:

- соответствовать задачам подготовки бакалавров;
- учитывать направления и проблематику современных научных исследований;
- приобщать студентов к работе над проблемами, которые исследуют отдельные преподаватели и коллектив методической комиссии в целом;
- учитывать разнообразие интересов студентов в области теории и практики по избранной специальности.

***Темы курсовых работ могут определяться разными способами:***

1. Преподаватель определяет тему курсовой работы студента.
2. Студент сам выбирает тему, соответствующую его интересам. При этом тема должна быть согласована с руководителем курсовой работы. При выборе темы необходимо учитывать, в какой мере разрабатываемые вопросы актуальны для работодателя, обеспечены исходными данными, литературными источниками, соответствуют индивидуальным способностям и интересам студента. Не допускаются односложные формулировки тем, соответствующие названию дисциплины или темы дисциплины, констатирующего типа, носящие откровенно реферативный характер, дублирующие в какой-то степени темы курсовых работ по другим дисциплинам. После того как тема курсовой работы выбрана и согласована с руководителем (преподавателем), оформляется бланк задания (*Приложение Б*) и составляется календарный план, в котором определяются сроки выполнения этапов курсовой работы. План облегчает контроль за ходом выполнения исследования и помогает студенту самостоятельно и осознанно выполнять курсовую работу.

#### **4.1 Выбор темы**

Тематика курсовой работы должна отвечать учебным задачам дисциплины и наряду с этим соответствовать реальным задачам будущей профессиональной деятельности. Тематика должна основываться на фактическом материале организаций предпочтительнее АПК, на материале, собранном студентами в ходе производственных практик, на результатах научных исследований сотрудников кафедры, аспирантов, магистрантов и студентов и должна охватывать наиболее важные разделы дисциплины, соответствовать примерным темам, указанным в рабочей программе дисциплины.

Тема курсовой работы должна соответствовать содержанию дисциплины, быть комплексной, направленной на решение взаимосвязанных задач, объединенных общностью объекта. Вместе с тем один из частных вопросов темы должен быть разработан более подробно. Тема курсовой работы может быть предложена студентом при условии обоснования им её целесообразности.

Тематика курсовой работы обсуждается и утверждается на заседании соответствующей кафедры до начала выдачи студентам заданий на курсовую работу. В случае необходимости, тема может быть уточнена по согласованию с руководителем.

Выбор темы курсовой работы регистрируется в журнале регистрации курсовых работ на кафедре.

### ***Варианты задания курсовой работы (КР)***

Курсовая работа состоит из расчетно-пояснительной записки и графической части, которые должны быть оформлены в соответствии с требованиями ЕСКД.

Расчетно-пояснительная записка должна содержать:

Введение

1) Рассчитать основные параметры состояния в характерных точках цикла 1; 2; 3; 4; 5.

2) Рассчитать работу во всех процессах цикла.

3) Рассчитать алгебраическую сумму всех работ (работу за цикл).

4) Вычислить энтропию в точке 1 и изменение энтропии в процессах. Найти сумму изменений энтропии в процессах цикла (проверка).

5) Рассчитать изменение внутренней энергии в процессах цикла. Найти сумму изменений внутренней энергии в процессах цикла (проверка).

6) Вычислить степень повышения давления  $\lambda = p_3/p_2$ .

7) Вычислить степень предварительного расширения  $\rho = v_4/v_3$ .

8) Рассчитать термический КПД двумя способами.

9) Диаграмму построить в координатах «d-H», приняв угол между координатными осями  $135^\circ$ , где d – влагосодержание влажного газа, кг/(кг сухого газа); H – энтальпия влажного газа, кДж/(кг сухого газа). На оси абсцисс откладывать значение d.

10) На диаграмме нанести линии:  $d = \text{const}$ ;  $H = \text{const}$ ;  $t = \text{const}$ ;  $\phi = \text{const}$ , где t – температура газа,  $^\circ\text{C}$ ;  $\phi$  – относительная влажность газа, %.

11) Построить зависимость парциального давления пара в функции от влагосодержания  $p_p = f(d)$ .

12) Расчетные зависимости, связывающие между собой параметры d,  $\phi$ ,  $p_p$ .

13) Дать графическую интерпретацию первого закона термодинамики (см. стенд с образцом выполненного задания, вывешенный на кафедре).

14) Рассчитать коэффициент трансформации энергии:  $\alpha = \Delta u_i / q_i$ , где  $\Delta u_i$  – изменение внутренней энергии в i -том термодинамическом процессе цикла;  $q_i$  – теплота, подводимая в этом процессе.

15) Изобразить цикл p-v и T-s координатах.

16) При построении линий постоянной степени сухости, изотерм и изобар использовать формулы для вычисления параметров состояния воды, влажного и сухого пара.

В графической части КР следует изобразить на листе формата А1 Тепловой расчет зерносушилки (со своим титульным листом и разделами: конструктивно-проверочный расчет зерносушилки; оценка эффективности

реконструкции зерносушилки с указанием габаритных размеров на листе формата А1.

На графическом листе формата А1 представить расчетные зависимости, табличные и расчетные значения величин, по которым строились линии на графике, а также изобразить  $H - d$  диаграмму влажного газа.

#### 4.2 Получение индивидуального задания

Задание на выполнение курсовой работы (*Приложение Б*) выдаётся за подписью руководителя, датируется днём выдачи и регистрируется на кафедре в журнале. Факт получения задания удостоверяется подписью обучающегося в указанном журнале.

#### 4.3 Составление плана выполнения курсовой работы

Выбрав тему, определив цель, задачи, структуру и содержание курсовой работы необходимо совместно с руководителем составить план-график выполнения курсовой работы с учетом графика учебного процесса (табл. 4).

Таблица 4 – Примерный план-график выполнения курсовой работы

№	Наименование действий	Сроки, № недели семестра
1	Выбор темы	В течение 3-х недель с начала занятий в семестре
2	Получение задания по курсовой работе	В течение 3-х дней после процедуры выбора и согласования тем курсовых работ
3	Уточнение темы и содержания курсовой работы	В начале учебного года на заседании кафедры
4	Составление библиографического списка	1-2 недели после утверждения темы
5	Изучение научной и методической литературы	2-3 недели после утверждения темы
6	Сбор материалов, подготовка плана курсовой работы	2-3 недели после утверждения темы
7	Анализ собранного материала	2-3 недели после утверждения темы
8	Предварительное консультирование	1-2 недели после сдачи рабы научному руководителю
9	Написание теоретической части	3-4 недели после утверждения темы
10	Проведение исследования, получение материалов исследования, обработка данных исследования, обобщение полученных результатов	3-4 недели после утверждения темы
11	Представление руководителю первого варианта курсовой работы и обсуждение представленного материала и результатов	3-4 недели после утверждения темы
12	Составление окончательного варианта	3-4 недели после утверждения

	курсовой работы	темы
13	Заключительное консультирование	Не позднее, чем за неделю до объявленного срока защиты
14	Рецензирование курсовой работы	Не позднее 4-х недель до начала сессии
15	Защита курсовой работы	До начала экзаменационной сессии

#### **4.4 Требования к разработке структурных элементов курсовой работы**

##### ***4.4.1 Разработка введения***

Во введении на 1-2 страницах должна быть показана цель и актуальность курсовой работы, указаны задачи, которые ставит перед собой студент при её написании. Кратко следует коснуться содержания отдельных параграфов работы, отметить особенность использования в работе методики, охарактеризовать в общих чертах основные источники, которые нашли в ней свое отражение. Желательно также дать краткую характеристику объекта исследования материалов, по которым пишется курсовая работа. Первый параграф, как правило, носит теоретический характер. Все сказанное желательно иллюстрировать цифровыми данными и статистическими данными из статистических справочников, монографий, журнальных статей и других источников, не забывая при этом давать соответствующие ссылки на источники.

##### ***4.4.2 Разработка основной части курсовой работы***

В следующих параграфах рассматриваются дальнейшие вопросы курсовой работы и расчеты. Изложение должно быть последовательно и логично. Оно должно быть также конкретным, целиком оправданным и опираться на действующую практику.

Содержание курсовой работы должно быть конкретным и целиком опираться на расчеты. Следует обратить внимание на стилистику, язык работы, её оформление. Цифровой материал приводится в работе в виде аналитических таблиц, для наглядности рекомендуется строить схемы и графики. Все таблицы, схемы и графики следует пронумеровать. Ссылки на приложения целесообразно давать с указанием номера. Все разделы работы должны быть связаны между собой. Поэтому особое внимание нужно обращать на логические "переходы" от одного параграфа к другому и внутри параграфа от вопроса к вопросу.

##### ***4.4.3 Разработка заключения***

Все содержание курсовой работы от введения до заключения должны иметь как бы единый стержень. Все части курсовой работы должны быть связаны, между собой, должны дополнять и углублять одна другую.

В заключении следует сделать заключение по курсовой работе.

После заключения студент должен написать библиографический список и приложения по необходимости.

#### **4.4.4 Оформление библиографического списка**

1. Специальная литература в алфавитном порядке, по фамилиям авторов или названиям, если на титульном листе книги автор нет (монографии, статьи).

2. Периодические издания с указанием года и месяца журналов и газет (если статьи из них не приведены в предыдущем разделе списка литературы).

Дальнейший поиск необходимой информации предполагает знакомство с тремя группами источников.

*Официальные документы* – это Конституция Российской Федерации, законодательные акты, постановления Правительства Российской Федерации и т.п.

*Учебная литература* – это учебники, учебные пособия;

*Основная литература* – это монографии, коллективные работы, материалы периодической печати журнальные и газетные статьи, различные справочники, энциклопедии и т.п. Основная литература обязательно должна занимать главное место в списке (недопустимо написание работы только на основе учебной литературы). Именно в этой группе в основном содержатся новые сведения и факты, приводятся последние цифровые данные.

Целесообразно широко использовать *Интернет-ресурсы*. Желательно привлечь и статьи на иностранных языках. Важно привлечь более широкий круг основной литературы, в том числе и на иностранных языках, так как от использования различных источников будет зависеть качество курсовой работы.

Подбор необходимой литературы в библиотеке осуществляется с помощью библиографических каталогов и при обращении в библиотеку Вуза и т.д.

Подобранную литературу вначале необходимо детально просмотреть и составить предварительный план курсовой работы, который в дальнейшем по мере работы над литературой будет уточняться и дополняться. В книгах надо познакомиться с оглавлением, прочесть аннотацию, предисловие, оглавление. При первоначальном знакомстве с книгой полезно также пролистать ее, бегло просмотреть текст, рассмотреть иллюстрации, таблицы, диаграммы, приложения, научно-справочный аппарат.

#### **4.4.5 Оформление Приложения (по необходимости)**

Приложения являются самостоятельной частью работы. В приложениях курсовой работы помещают материал, дополняющий основной текст.

Приложениями могут быть:

- графики, диаграммы;
- таблицы большого формата,
- статистические данные;
- фотографии, технические (процессуальные) документы и/или их фрагменты, а также тексты, которые по разным причинам не могут быть помещены в основной работе и т.д.

- протоколы испытаний (экспериментов);
- заключения экспертизы, акты внедрения и т.д.

#### 4.4.6 Методические рекомендации к выполнению курсовой работы

Курсовая работа выполняется по теме 11 «Теплопередача в теплообменных аппаратах». Тема курсовой работы: «Расчет и проектирование рекуперативного теплообменного аппарата». Студенты выполняют курсовую работу в соответствии с индивидуальным заданием. Индивидуальные задания отличаются друг от друга: 1) назначением теплообменного аппарата (нагрев, охлаждение, конденсация пара, парообразование), типом рассчитываемого и проектируемого теплообменного аппарата (в заданиях используются три типа теплообменных аппаратов: «труба в трубе», кожухотрубный, пластинчатый), видом теплоносителя (вода, насыщенный водяной пар, воздух), схемой движения теплоносителей в аппарате (прямоток, противоток, многоходовое движение), в случае конденсации пара – расположением теплообменника в пространстве (горизонтальное или вертикальное).

При выполнении курсового проекта используют основные цифровые инструменты (Mathcad, Matlab, AUTOCAD, КОМПАС, MS Office: Word, Excel, PowerPoint).

Номер получаемого студентом задания соответствует его номеру в журнале преподавателя. Ниже представлены задания на курсовую работу.

1. Рассчитать и спроектировать прямоточный кожухотрубный теплообменник для нагрева воздуха водой.

**Исходные данные:** расход воздуха  $G_x = 3000$  кг/ч; температура воздуха  $t_{x.н} = 20^\circ\text{C}$ ;  $t_{x.к} = 80^\circ\text{C}$ ; температура воды  $t_{г.н} = 150^\circ\text{C}$ ;  $t_{г.к} = 100^\circ\text{C}$ .

2. Рассчитать и спроектировать противоточный теплообменник типа «труба в трубе» для нагрева воды водой.

**Исходные данные:** расход холодной воды  $G_x = 900$  кг/ч; температура холодной воды  $t_{x.н} = 20^\circ\text{C}$ ;  $t_{x.к} = 70^\circ\text{C}$ ; температура горячей воды  $t_{г.н} = 95^\circ\text{C}$ ;  $t_{г.к} = 50^\circ\text{C}$ .

3. Рассчитать и спроектировать пластинчатый теплообменник для конденсации водяного пара водой.

**Исходные данные:** расход пара  $G_r = 3000$  кг/ч; температура воды  $t_{x.н} = 20^\circ\text{C}$ ;  $t_{x.к} = 70^\circ\text{C}$ ; Давление пара  $p_r = 7$  ати.

4. Рассчитать и спроектировать горизонтальный кожухотрубный теплообменник для нагрева воздуха водяным паром.

**Исходные данные:** расход воздуха  $G_x = 5000$  кг/ч; температура воздуха  $t_{x.н} = 20^\circ\text{C}$ ;  $t_{x.к} = 100^\circ\text{C}$ ; давление греющего пара  $p_r = 11$  ати.

5. Рассчитать и спроектировать кожухотрубный теплообменник для охлаждения воздуха воздухом.

**Исходные данные:** расход охлаждаемого воздуха  $G_r = 4000$  кг/ч; температура горячего воздуха  $t_{г.н} = 90^\circ\text{C}$ ;  $t_{г.к} = 35^\circ\text{C}$ ; температура холодного воздуха  $t_{x.н} = 20^\circ\text{C}$ ;  $t_{x.к} = 50^\circ\text{C}$ .

6. Рассчитать и спроектировать пластинчатый теплообменник для нагрева воды водяным паром.

**Исходные данные:** расход воды  $G_x=6000$  кг/ч; температура холодной воды  $t_{x.н.}=70^\circ\text{C}$ ;  $t_{x.к.}=95^\circ\text{C}$ ; давление греющего пара  $p_r=9$  ати.

7. Рассчитать и спроектировать вертикальный кожухотрубный теплообменник для нагрева воды водяным паром.

**Исходные данные:** расход воды  $G_x=8000$  кг/ч; температура воды  $t_{x.н.}=70^\circ\text{C}$ ;  $t_{x.к.}=95^\circ\text{C}$ ; давление греющего пара  $p_r=12$  ати.

8. Рассчитать и спроектировать кожухотрубный теплообменник для охлаждения воздуха водой.

**Исходные данные:** расход холодного воздуха  $G_r=2000$  кг/ч; температура воздуха  $t_{r.н.}=110^\circ\text{C}$ ;  $t_{r.к.}=35^\circ\text{C}$ ; температура воды  $t_{x.н.}=15^\circ\text{C}$ ;  $t_{x.к.}=35^\circ\text{C}$ .

9. Рассчитать и спроектировать кожухотрубный теплообменник (кипятильник) для выпаривания воды водяным паром.

**Исходные данные:** расход выпариваемой воды  $G_x=4000$  кг/ч; начальная температура воды  $t_{x.н.}=100^\circ\text{C}$ ; давление выпариваемой воды – атмосферное; давление греющего пара  $p_r=8$  ати.

10. Рассчитать и спроектировать пластинчатый теплообменник для охлаждения воды водой.

**Исходные данные:** расход горячей воды  $G_r=5000$  кг/ч; температура горячей воды  $t_{r.н.}=130^\circ\text{C}$ ;  $t_{r.к.}=40^\circ\text{C}$ ; температура холодной воды  $t_{x.н.}=35^\circ\text{C}$ ;  $t_{x.к.}=60^\circ\text{C}$ .

11. Рассчитать и спроектировать горизонтальный теплообменник типа «труба в трубе» для конденсации водяного пара водой.

**Исходные данные:** расход пара  $G_r=1000$  кг/ч; давление греющего пара – атмосферное; температура воды  $t_{x.н.}=25^\circ\text{C}$ ,  $t_{x.к.}=40^\circ\text{C}$ .

12. Рассчитать и спроектировать кожухотрубный теплообменник для охлаждения воздуха водой.

**Исходные данные:** расход воздуха  $G_r=2000$  кг/ч; температура воздуха  $t_{r.н.}=130^\circ\text{C}$ ,  $t_{r.к.}=60^\circ\text{C}$ ; температура воды  $t_{x.н.}=15^\circ\text{C}$ ,  $t_{x.к.}=70^\circ\text{C}$ .

13. Рассчитать и спроектировать вертикальный кожухотрубный теплообменник для конденсации водяного пара воздухом.

**Исходные данные:** Расход пара  $G_r=2500$  кг/ч; давление пара  $p_r=3$  ати;  $t_{x.н.}=15^\circ\text{C}$ ,  $t_{x.к.}=90^\circ\text{C}$ .

14. Рассчитать и спроектировать теплообменник типа «труба в трубе» для нагрева воды водяным паром.

**Исходные данные:** расход воды  $G_x=1500$  кг/ч; температура холодной воды  $t_{x.н.}=10^\circ\text{C}$ ,  $t_{x.к.}=65^\circ\text{C}$ ; давление пара  $p_r=8$  ати.

15. Рассчитать и спроектировать пластинчатый теплообменник для нагрева воды водой.

**Исходные данные:** расход холодной воды  $G_x=5000$  кг/ч; температура холодной воды  $t_{x.н.}=15^\circ\text{C}$ ,  $t_{x.к.}=65^\circ\text{C}$ ; температура горячей воды  $t_{r.н.}=140^\circ\text{C}$ ,  $t_{r.к.}=90^\circ\text{C}$ .

16. Рассчитать и спроектировать вертикальный кожухотрубный теплообменник для конденсации водяного пара водой.

**Исходные данные:** расход пара  $G_r=1800$  кг/ч; давление пара  $p_r=5$  ати; температура холодной воды  $t_{x.н.}=20^\circ\text{C}$ ,  $t_{x.к.}=80^\circ\text{C}$ .

17. Рассчитать и спроектировать вертикальный кожухотрубный теплообменник для нагрева воздуха водяным паром.

**Исходные данные:** расход воздуха  $G_x = 2000$  кг/ч ; температура воздуха  $t_{x,н} = -20^\circ\text{C}$ ,  $t_{x,к} = 10^\circ\text{C}$ ; давление греющего пара  $p_r = 4$  ати.

18. Рассчитать и спроектировать кожухотрубный кипятильник воды водяным паром.

**Исходные данные:** расход выпариваемой воды  $G_x = 1500$  кг/ч; вода на входе в кипятильник нагрета до температуры кипения; давление выпариваемой воды  $p_x = 2$  ати; давление греющего пара  $p_r = 6$  ати.

19. Рассчитать и спроектировать кожухотрубный теплообменник для охлаждения воздуха водой.

**Исходные данные:** расход воздуха  $G_r = 3000$  кг/ч; температура воздуха  $t_{r,н} = 150^\circ\text{C}$ ,  $t_{r,к} = 40^\circ\text{C}$ ; температура воды  $t_{x,н} = 15^\circ\text{C}$ ,  $t_{x,к} = 70^\circ\text{C}$ .

20. Рассчитать и спроектировать горизонтальный кожухотрубный теплообменник для нагрева воздуха водяным паром.

**Исходные данные:** расход воздуха  $G_x = 2500$  кг/ч; температура воздуха  $t_{x,н} = -10^\circ\text{C}$ ,  $t_{x,к} = 50^\circ\text{C}$ ; давление греющего пара  $p_r = 9$  ати.

21. Рассчитать и спроектировать вертикальный кожухотрубный теплообменник для нагрева воздуха водяным паром.

**Исходные данные:** расход воздуха  $G_x = 1500$  кг/ч; температура воздуха  $t_{x,н} = 0^\circ\text{C}$ ,  $t_{x,к} = -10^\circ\text{C}$ ; давление пара  $p_r = 11$  ати.

22. Рассчитать и спроектировать пластинчатый конденсатор водяного пара водой.

**Исходные данные:** расход пара  $G_r = 2000$  кг/ч; давление пара  $p_r = 2$  ати; температура воды  $t_{x,н} = 20^\circ\text{C}$ ,  $t_{x,к} = 50^\circ\text{C}$ .

23. Рассчитать и спроектировать пластинчатый теплообменник для нагрева воды паром.

**Исходные данные:** расход воды  $G_x = 4000$  кг/ч; температура воды  $t_{x,н} = 35^\circ\text{C}$ ,  $t_{x,к} = 65^\circ\text{C}$ ; давление греющего пара  $p_r = 8$  ати.

24. Рассчитать и спроектировать вертикальный кожухотрубный теплообменник для выпаривания воды (кипятильник) водяным паром.

**Исходные данные:** расход воды  $G_x = 2500$  кг/ч; вода на входе в кипятильник нагрета до температуры кипения; давление выпариваемой воды  $p_x = 3$  ати; давление греющего пара  $p_r = 9$  ати.

25. Рассчитать и спроектировать пластинчатый теплообменник для нагрева воды водяным паром.

**Исходные данные:** расход воды  $G_x = 4000$  кг/ч; температура воды  $t_{x,н} = 50^\circ\text{C}$ ,  $t_{x,к} = 90^\circ\text{C}$ ; давление греющего пара  $p_r = 6$  ати.

26. Рассчитать и спроектировать теплообменник типа «труба в трубе» для нагрева воды водяным паром.

**Исходные данные:** расход воды  $G_x = 800$  кг/ч; температура воды  $t_{x,н} = 30^\circ\text{C}$ ,  $t_{x,к} = 80^\circ\text{C}$ ; давление греющего пара  $p_r = 8$  ати.

27. Рассчитать и спроектировать теплообменник типа «труба в трубе» для охлаждения воды водой.

**Исходные данные:** расход горячей воды  $G_g=500$  кг/ч; температура горячей воды  $t_{г.н.}=90^\circ\text{C}$ ,  $t_{г.к.}=50^\circ\text{C}$ ; температура холодной воды  $t_{х.н.}=15^\circ\text{C}$ ,  $t_{х.к.}=40^\circ\text{C}$ .

**28.** Рассчитать и спроектировать кожухотрубный теплообменник для охлаждения воды водой.

**Исходные данные:** расход горячей воды  $G_g=7000$  кг/ч; температура горячей воды  $t_{г.н.}=130^\circ\text{C}$ ,  $t_{г.к.}=80^\circ\text{C}$ ; температура холодной воды  $t_{х.н.}=30^\circ\text{C}$ ,  $t_{х.к.}=75^\circ\text{C}$ .

**29.** Рассчитать и спроектировать кожухотрубный теплообменник для нагрева воды водой.

**Исходные данные:** расход холодной воды  $G_x=4000$  кг/ч; температура холодной воды  $t_{х.н.}=30^\circ\text{C}$ ,  $t_{х.к.}=60^\circ\text{C}$ ; температура горячей воды  $t_{г.н.}=150^\circ\text{C}$ ,  $t_{г.к.}=70^\circ\text{C}$ .

**30.** Рассчитать и спроектировать кожухотрубный теплообменник для нагрева воды водой.

**Исходные данные:** расход холодной воды  $G_x=6000$  кг/ч; температура холодной воды  $t_{х.н.}=40^\circ\text{C}$ ,  $t_{х.к.}=80^\circ\text{C}$ ; температура горячей воды  $t_{г.н.}=120^\circ\text{C}$ ,  $t_{г.к.}=100^\circ\text{C}$ .

#### **4.4.7 Перечень вопросов для защиты курсовой работы**

1. Поясните, чем обусловлен выбор схемы движения теплоносителей (прямоточная или противоточная) в теплообменном аппарате. Каковы преимущества и недостатки той и другой схемы?

2. Какой вид критериальной зависимости применяется при расчете коэффициента теплоотдачи при вынужденном установившемся движении теплоносителя?

3. Какой вид критериальной зависимости применяется при расчете коэффициента теплоотдачи при естественной конвекции?

4. Что создает термическое сопротивление теплоотдаче при пленочной конденсации пара?

5. Какие режимы теплоотдачи наблюдаются при кипении жидкостей? Какой режим является рабочим и почему?

6. Какие существуют способы интенсификации теплоотдачи?

7. Напишите формулу для коэффициента теплопередачи для плоской многослойной стенки.

8. С какой стороны стенки при теплопередаче надо интенсифицировать теплообмен и почему?

9. Назовите преимущества и недостатки теплообменника типа «труба в трубе».

10. Назовите преимущества и недостатки кожухотрубного теплообменника.

11. Назовите преимущества и недостатки пластинчатого теплообменника.

12. По какой формуле рассчитывается средняя разность температур в теплообменном аппарате при прямотоке, противотоке и в многоходовом теплообменнике?

13. Почему при расчете коэффициента теплоотдачи со стороны конденсирующегося пара необходимо учитывать ориентацию теплообменника в пространстве (вертикальное или горизонтальное расположение)?

14. При прочих равных условиях у какого теплоносителя – жидкого или газообразного коэффициенты теплоотдачи больше и почему?

15. Почему в теплообменниках с теплоносителями «жидкость» и «газ» оребряют поверхность теплообмена, обращенную к газу?

16. В каком случае коэффициент теплоотдачи самый маленький и в каком самый большой: а) теплоноситель – газ, б) теплоноситель – жидкость, в) теплоноситель – конденсирующийся насыщенный пар?

17. Каким образом можно увеличить коэффициент теплоотдачи при движении жидкости или газа в теплообменнике?

18. В каком диапазоне должны быть скорости жидкости и газа в теплообменнике и почему?

## 5. Требования к оформлению курсовых работ

### 5.1 Оформление текстового материала (ГОСТ 7.0.11 – 2011)

1. Курсовая работа должна быть выполнена печатным способом с использованием компьютера и принтера на одной стороне белой бумаги формата А 4 (210x297 мм).

2. Поля: с левой стороны - 25 мм; с правой - 10 мм; в верхней части - 20 мм; в нижней - 20 мм.

3. Тип шрифта: *Times New Roman Cyr*. Шрифт основного текста: обычный, размер 14 пт. Шрифт заголовков разделов (глав): полужирный, размер 16 пт. Шрифт заголовков подразделов: полужирный, размер 14 пт. Цвет шрифта должен быть черным. Межсимвольный интервал – обычный. Межстрочный интервал – полуторный. Абзацный отступ – 1,25 см.

4. Страницы должны быть пронумерованы. Порядковый номер ставится в **середине верхнего поля**. Первой страницей считается титульный лист, но номер страницы на нем не проставляется. Рецензия - страница 2, затем 3 и т.д.

5. Главы имеют **сквозную нумерацию** в пределах работы и обозначаются арабскими цифрами. **В конце заголовка точка не ставится**. Если заголовок состоит из двух предложений, их разделяют точкой. **Переносы слов в заголовках не допускаются**.

6. Номер подраздела (параграфа) включает номер раздела (главы) и порядковый номер подраздела (параграфа), разделенные точкой. Пример – 1.1, 1.2 и т.д.

7. Главы работы по объему должны быть пропорциональными. Каждая глава начинается с новой страницы.

8. В работе необходимо чётко и логично излагать свои мысли, следует избегать повторений и отступлений от основной темы. Не следует загромождать текст длинными описательными материалами.

9. На последней странице курсовой работы/проекта ставятся дата окончания работы и подпись автора.

10. Законченную работу следует переплести в папку.

Написанную и оформленную в соответствии с требованиями курсовую работу/проект обучающийся регистрирует на кафедре. Срок рецензирования – не более 7 дней.

## **5.2 Оформление ссылок (ГОСТР 7.0.5)**

При написании курсовой работы/проекта необходимо давать краткие внутритекстовые библиографические ссылки. Если делается ссылка на источник в целом, то необходимо после упоминания автора или авторского коллектива, а также после приведенной цитаты работы, указать в квадратных скобках номер этого источника в библиографическом списке. Например: По мнению Ван Штраалена, существуют по крайней мере три случая, когда биоиндикация становится незаменимой [7].

Допускается внутритекстовую библиографическую ссылку заключать в круглые скобки, с указанием авторов и года издания объекта ссылки. Например, (Черников, Соколов 2018).

Если ссылку приводят на конкретный фрагмент текста документа, в ней указывают порядковый номер и страницы, на которых помещен объект ссылки. Сведения разделяют запятой, заключая в квадратные скобки. Например, [10, с. 81]. Допускается оправданное сокращение цитаты. В данном случае пропущенные слова заменяются многоточием.

## **5.3 Оформление иллюстраций (ГОСТ 2.105-95)**

На все рисунки в тексте должны быть даны ссылки. Рисунки должны располагаться непосредственно после текста, в котором они упоминаются впервые, или на следующей странице. Рисунки нумеруются арабскими цифрами, при этом нумерация сквозная, но допускается нумеровать и в пределах раздела (главы). В последнем случае, номер рисунка состоит из номера раздела и порядкового номера иллюстрации, разделенных точкой (например: Рисунок 1.1).

Подпись к рисунку располагается под ним посередине строки. Слово «Рисунок» пишется полностью. В этом случае подпись должна выглядеть так: Рисунок 2 - Жизненные формы растений

Точка в конце названия не ставится.

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

Независимо от того, какая представлена иллюстрация - в виде схемы, графика, диаграммы - подпись всегда должна быть «Рисунок». Подписи типа «Схема 1.2», «Диagr. 1.5» не допускаются.

Схемы, графики, диаграммы (если они не внесены в приложения) должны размещаться сразу после ссылки на них в тексте курсовой работы/проекта. Допускается размещение иллюстраций через определенный промежуток текста в том случае, если размещение иллюстрации непосредственно после ссылки на нее приведет к разрыву и переносу ее на следующую страницу.

Если в тексте документа 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 документа.

Для схем расположения элементов конструкций и архитектурно-строительных чертежей зданий (сооружений) указывают марки элементов. При ссылке в тексте на отдельные элементы деталей (отверстия, пазы, канавки, буртики и др.) их обозначают прописными буквами русского алфавита.

#### **5.4 Общие правила представления формул (ГОСТ 2.105-95)**

Формулы должны быть оформлены в редакторе формул *Equation Editor* и вставлены в документ как объект.

Большие, длинные и громоздкие формулы, которые имеют в составе знаки суммы, произведения, дифференцирования, интегрирования, размещают на отдельных строках. Это касается также и всех нумеруемых формул. Для экономии места несколько коротких однотипных формул, отделенных от текста, можно подать в одной строке, а не одну под одну. Небольшие и несложные формулы, которые не имеют самостоятельного значения, вписывают внутри строк текста.

Объяснение значений символов и числовых коэффициентов нужно подавать непосредственно под формулой в той последовательности, в которой они приведены в формуле. Значение каждого символа и числового коэффициента нужно подавать с новой строки. Первую строку объяснения начинают со слова «где» без двоеточия.

Уравнения и формулы нужно выделять из текста свободными строками. Выше и ниже каждой формулы нужно оставить не меньше одной

свободной строки. Если уравнение не вмещается в одну строку, его следует перенести после знака равенства (=), или после знаков плюс (+), минус (-), умножение.

Нумеровать следует лишь те формулы, на которые есть ссылка в следующем тексте.

Порядковые номера помечают арабскими цифрами в круглых скобках около правого поля страницы без точек от формулы к ее номеру. Формулы должны нумероваться сквозной нумерацией арабскими цифрами, которые записывают на уровне формулы справа в круглых скобках. Допускается нумерация формул в пределах раздела. В этом случае номер формулы состоит из номера раздела и порядкового номера формулы, разделенных точкой (Например, 4.2). Номер, который не вмещается в строке с формулой, переносят ниже формулы. Номер формулы при ее перенесении помещают на уровне последней строки. Если формула взята в рамку, то номер такой формулы записывают снаружи рамки с правой стороны напротив основной строки формулы. Номер формулы-дроби подают на уровне основной горизонтальной черточки формулы.

Номер группы формул, размещенных на отдельных строках и объединенных фигурной скобкой, помещается справа от острия парантеза, которое находится в середине группы формул и направлено в сторону номера.

Общее правило пунктуации в тексте с формулами такое: формула входит в предложение как его равноправный элемент. Поэтому в конце формул и в тексте перед ними знаки препинания ставят в соответствии с правилами пунктуации.

Двоеточие перед формулой ставят лишь в случаях, предусмотренных правилами пунктуации: а) в тексте перед формулой обобщающее слово; б) этого требует построение текста, который предшествует формуле.

Знаками препинания между формулами, которые идут одна под одной и не отделены текстом, могут быть запятая или точка с запятой непосредственно за формулой к ее номеру.

**Пример:** Влажность почвы  $W$  в % вычисляется по формуле:

$$W = \frac{(m_1 - m_0) \times 100}{(m_0 - m)}, \quad (4.2)$$

где

$m_1$ , - масса влажной почвы со стаканчиком, г;

$m_0$  - масса высушенной почвы со стаканчиком, г;

$m$  - масса стаканчика, г.

При ссылке на формулу в тексте ее номер ставят в круглых скобках.

*Например:* Из формулы (4.2) следует...

## 5.5 Оформление таблиц (ГОСТ 2.105-95)

На все таблицы в тексте должны быть ссылки. Таблица должна располагаться непосредственно после текста, в котором она упоминается впервые, или на следующей странице.

Все таблицы нумеруются (нумерация сквозная, либо в пределах раздела – в последнем случае номер таблицы состоит из номера раздела и порядкового номера внутри раздела, разделенных точкой (*например*: Таблица 1.2)). Таблицы каждого приложения обозначают отдельной нумерацией арабскими цифрами с добавлением обозначения приложения (*например*: Приложение 2, табл. 2).

Название таблицы следует помещать над таблицей слева, без абзацного отступа в одну строку с ее номером через тире (*например*: Таблица 3 – Аккумуляция углерода в продукции агроценозов за 1981-2015 гг.).

При переносе таблицы на следующую страницу название помещают только над первой частью. Над другими частями также слева пишут слово «Продолжение» или «Окончание» и указывают номер таблицы (*например*: Продолжение таблицы 3).

Таблицы, занимающие страницу и более, обычно помещают в приложение. Таблицу с большим количеством столбцов допускается размещать в альбомной ориентации. В таблице допускается применять размер шрифта 12, интервал 1,0.

Заголовки столбцов и строк таблицы следует писать с прописной буквы в единственном числе, а подзаголовки столбцов – со строчной буквы, если они составляют одно предложение с заголовком, или с прописной буквы, если они имеют самостоятельное значение. В конце заголовков и подзаголовков столбцов и строк точки не ставят.

Разделять заголовки и подзаголовки боковых столбцов диагональными линиями не допускается. Заголовки столбцов, как правило, записывают параллельно строкам таблицы, но при необходимости допускается их перпендикулярное расположение.

Горизонтальные и вертикальные линии, разграничивающие строки таблицы, допускается не проводить, если их отсутствие не затрудняет пользование таблицей. Но заголовок столбцов и строк таблицы должны быть отделены линией от остальной части таблицы.

При заимствовании таблиц из какого-либо источника, после нее оформляется сноска на источник в соответствии с требованиями к оформлению сносок.

*Пример:*

Таблица 3 – Аккумуляция углерода в продукции агроценозов за 1981-2019 гг., тыс. т С·год<sup>-1</sup>

Ландшафтно-климатическая зона	га	ANP	BNP	NPP
1	2	3	4	5
Лесостепь	42054	84,52	61,85	146,37

-----разрыв страницы-----

Продолжение таблицы 3

1	2	3	4	5
Сухостепь	52524	79,05	71,14	150,19
Итого	244779	385,27	379,71	764,98

## 5.6 Оформление библиографического списка (ГОСТ 7.1)

### Оформление книг

#### *с 1 автором*

1. Орлов, Д.С. Химия почв / Д.С. Орлов. – М.: Изд-во МГУ, 1985. – 376 с.

#### *с 2-3 авторами*

1. Жуланова, В.Н. Агрочувства Тувы: свойства и особенности функционирования / В.Н. Жуланова, В.В. Чупрова. – Красноярск: Изд-во КрасГАУ, 2010. – 155 с.

#### *с 4 и более авторами*

1. Коробкин, М.В. Современная экономика / М.В. Коробкин [и др.] – СПб.: Питер, 2014. – 325 с.

### Оформление учебников и учебных пособий

1. Наумов, В.Д. География почв. Почвы тропиков и субтропиков: учебник / В.Д. Наумов – М.: «ИНФРА-М», 2014. – 282 с.

### Оформление учебников и учебных пособий под редакцией

1. Использование дистанционных методов исследования при проектировании адаптивно-ландшафтных систем земледелия: уч. пособие / И.Ю. Савин, В.И. Савич, Е.Ю. Прудникова, А.А. Устюжанин; под ред. В.И. Кирюшина. – М.: Изд-во РГАУ-МСХА, 2014. – 180 с.

### Для многотомных книг

1. Боков, А.Н. Экономика Т.2. Микроэкономика / А.Н. Боков. – М.: Норма, 2014. – 532 с.

### Словари и энциклопедии

1. Ожегов, С.И. Толковый словарь русского языка / С.И. Ожегов, Н.Ю. Шведова. – М.: Азбуковник, 2000. – 940 с.

2. Экономическая энциклопедия / Е.И. Александрова [и др.]. – М.: Экономика, 1999. – 1055 с.

### Оформление статей из журналов и периодических сборников

1. Яковлев, П.А. Продуктивность яровых зерновых культур в условиях воздействия абиотических стрессовых факторов при обработке семян селеном, кремнием и цинком / П.А. Яковлев // Агротехнический вестник. – 2014. – № 4. – С. 38–40.

2. Krylova, V.V. Hypoxic stress and the transport systems of the peribacteroid membrane of bean root nodules / V.V. Krylova, S.F. Izmailov // Applied Biochemistry and Microbiology, 2011. – Vol. 47. – №1. – P.12-17.

3. Сергеев, В.С. Динамика минерального азота в черноземе выщелоченном под яровой пшеницей при различных приемах основной обработки почвы / В.С. Сергеев // Научное обеспечение устойчивого функционирования и развития АПК: материалы Всероссийской научно-практической конференции. – Уфа, 2009. – С. 58-62.

4. Shumakova, K.B. The development of rational drip irrigation schedule for growing nursery apple trees (*Malus domestica* Borkh.) in the Moscow region/ K.B. Shumakova, A.Yu. Burmistrova // European science and technology: materials of the IV international research and practice conference. Vol. 1. Publishing office Vela Verlag Waldkraiburg – Munich – Germany, 2013. – P. 452–458.

### **Диссертация**

1. Жуланова, В.Н. Гумусное состояние почв и продуктивность агроценозов Тувы // В.Н. Жуланова. – Дисс. ... канд.биол.наук. Красноярск, 2005. – 150 с.

### **Автореферат диссертации**

1. Козеичева, Е.С. Влияние агрохимических свойств почв центрального нечерноземья на эффективность азотных удобрений: Автореф. дис. канд. биол. наук: 06.01.04 – М.: 2011. – 23с.

### **Описание нормативно-технических и технических документов**

1. ГОСТ Р 7.0.5-2008 «Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Библиографическая ссылка. Общие требования и правила составления» – Введ. 2009-01-01. – М.: Стандартинформ, 2008. – 23 с.

2. Пат. 2187888 Российская Федерация, МПК7 Н 04 В 1/38, Н 04 J 13/00. Приемопередающее устройство / Чугаева В.И.; заявитель и патентообладатель Воронеж. науч.-исслед. ин-т связи. – № 2000131736/09; заявл. 18.12.00; опубл. 20.08.02, Бюл. № 23 (II ч.). – 3 с.

### **Описание официальных изданий**

1. Конституция Российской Федерации : принята всенародным голосованием 12 декабря 1993 года. – М.: Эксмо, 2013. – 63 с.

### **Депонированные научные работы**

1. Крылов, А.В. Гетерофазная кристаллизация бромида серебра / А.В. Крылов, В.В. Бабкин; Редкол. «Журн. прикладной химии». – Л., 1982. – 11 с. – Деп. в ВИНТИ 24.03.82; № 1286-82.

2. Кузнецов, Ю.С. Изменение скорости звука в холодильных расплавах / Ю.С. Кузнецов; Моск. хим.-технол. ун-т. – М., 1982. – 10 с. – Деп. в ВИНТИ 27.05.82; № 2641.

### **Электронные ресурсы**

1. Суров, В.В. Продуктивность звена полевого севооборота / В.В. Суров, О.В. Чухина // Молочно-хозяйственный вестник. – 2012. – №4(8) [Электронный журнал]. – С.18-23. – Режим доступа: URL [molochnoe.ru/journal](http://molochnoe.ru/journal).

2. Защита персональных данных пользователей и сотрудников библиотеки [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.nbrkomi.ru>. – Заглавие с экрана. – (Дата обращения: 14.04.2014).

## **5.7 Оформление графических материалов**

Графическая часть выполняется на одной стороне белой чертёжной бумаги в соответствии с требованиями ГОСТ 2.301-68 формата А1 (594x841).

В обоснованных случаях для отдельных листов допускается применение других форматов.

Требования к оформлению графической части изложены в стандартах ЕСКД: ГОСТ 2.302-68\* «Масштабы»; ГОСТ 2.303-68\* «Линии»; ГОСТ 2.304-81\* «Шрифты», ГОСТ 2.305-68\*\* «Изображения – виды, разрезы, сечения» и т. д. Основная надпись на чертежах выполняется по ГОСТ 2.104-68\*. Оформление основной надписи графической части выполняется в соответствии с ГОСТ Р 21.1101-2013 СПДС.

Чертежи должны быть оформлены в полном соответствии с государственными стандартами: «Единой системы конструкторской документации» (ЕСКД); «Системы проектной документации для строительства» (СПДС (ГОСТ 21)) и других нормативных документов. На каждом листе тонкими линиями отмечается внешняя рамка по размеру формата листа, причем вдоль короткой стороны слева оставляется поле шириной 25 мм для подшивки листа. В правом нижнем углу располагается основная подпись установленной формы, приложение Г.

### **5.8 Оформление приложений (ГОСТ 2.105-95)**

Каждое приложение следует начинать с новой страницы с указанием наверху посередине страницы слова "Приложение" и его обозначения. Приложение должно иметь заголовок, который записывают симметрично относительно текста с прописной буквы отдельной строкой.

Приложения обозначают заглавными буквами русского алфавита, начиная с А, за исключением букв Ё, З, Й, О, Ч, Ъ, Ы, Ь. Допускается использование для обозначения приложений арабских цифр. После слова "Приложение" следует буква (или цифра), обозначающая его последовательность.

Приложения, как правило, оформляют на листах формата А4. Допускается оформлять приложения на листах формата А3, А2, А1 по ГОСТ 2.301.

Приложения должны иметь общую с остальной частью документа сквозную нумерацию страниц.

### **5.9 Требования к лингвистическому оформлению курсовой работы**

Курсовая работа должна быть написана логически последовательно, литературным языком. Повторное употребление одного и того же слова, если это возможно, допустимо через 50 – 100 слов. Не должны употребляться как излишне пространные и сложно построенные предложения, так и чрезмерно краткие лаконичные фразы, слабо между собой связанные, допускающие двойные толкования и т. д.

При написании курсовой работы не рекомендуется вести изложение от первого лица единственного числа: «я наблюдал», «я считаю», «по моему мнению» и т.д. Корректнее использовать местоимение «мы». Допускаются обороты с сохранением первого лица множественного числа, в которых исключается местоимение «мы», то есть фразы строятся с употреблением

слов «наблюдаем», «устанавливаем», «имеем». Можно использовать выражения «на наш взгляд», «по нашему мнению», однако предпочтительнее выражать ту же мысль в безличной форме, например:

- *изучение педагогического опыта свидетельствует о том, что ...;*
- *на основе выполненного анализа можно утверждать ...;*
- *проведенные исследования подтвердили...;*
- *представляется целесообразным отметить;*
- *установлено, что;*
- *делается вывод о...;*
- *следует подчеркнуть, выделить;*
- *можно сделать вывод о том, что;*
- *необходимо рассмотреть, изучить, дополнить;*
- *в работе рассматриваются, анализируются...*

При написании курсовой работы необходимо пользоваться языком научного изложения. Здесь могут быть использованы следующие слова и выражения:

- для указания на последовательность развития мысли и временную соотнесенность:
  - *прежде всего, сначала, в первую очередь;*
  - *во – первых, во – вторых и т. д.;*
  - *затем, далее, в заключение, итак, наконец;*
  - *до сих пор, ранее, в предыдущих исследованиях, до настоящего времени;*
  - *в последние годы, десятилетия;*
- для сопоставления и противопоставления:
  - *однако, в то время как, тем не менее, но, вместе с тем;*
  - *как..., так и...;*
  - *с одной стороны..., с другой стороны, не только..., но и;*
  - *по сравнению, в отличие, в противоположность;*
- для указания на следствие, причинность:
  - *таким образом, следовательно, итак, в связи с этим;*
  - *отсюда следует, понятно, ясно;*
  - *это позволяет сделать вывод, заключение;*
  - *свидетельствует, говорит, дает возможность;*
  - *в результате;*
- для дополнения и уточнения:
  - *помимо этого, кроме того, также и, наряду с..., в частности;*
  - *главным образом, особенно, именно;*
- для иллюстрации сказанного:
  - *например, так;*
  - *проиллюстрируем сказанное следующим примером, приведем пример;*
  - *подтверждением выше сказанного является;*
- для ссылки на предыдущие высказывания, мнения, исследования и т.д.:

- *было установлено, рассмотрено, выявлено, проанализировано;*
- *как говорилось, отмечалось, подчеркивалось;*
- *аналогичный, подобный, идентичный анализ, результат;*
- *по мнению X, как отмечает X, согласно теории X;*
- для введения новой информации:
  - *рассмотрим следующие случаи, дополнительные примеры;*
  - *перейдем к рассмотрению, анализу, описанию;*
  - *остановимся более детально на...;*
  - *следующим вопросом является...;*
  - *еще одним важнейшим аспектом изучаемой проблемы является...;*
- для выражения логических связей между частями высказывания:
  - *как показал анализ, как было сказано выше;*
  - *на основании полученных данных;*
  - *проведенное исследование позволяет сделать вывод;*
  - *резюмируя сказанное;*
  - *дальнейшие перспективы исследования связаны с....*

Письменная речь требует использования в тексте большого числа развернутых предложений, включающих придаточные предложения, причастные и деепричастные обороты. В связи с этим часто употребляются составные подчинительные союзы и клише:

- *поскольку, благодаря тому что, в соответствии с...;*
- *в связи, в результате;*
- *при условии, что, несмотря на...;*
- *наряду с..., в течение, в ходе, по мере.*

Необходимо определить основные понятия по теме исследования, чтобы использование их в тексте курсовой работы было однозначным. Это означает: то или иное понятие, которое разными учеными может трактоваться по-разному, должно во всем тексте данной работы от начала до конца иметь лишь одно, четко определенное автором курсовой работы значение.

В курсовой работе должно быть соблюдено единство стиля изложения, обеспечена орфографическая, синтаксическая и стилистическая грамотность в соответствии с нормами современного русского языка.

## **6. Порядок защиты курсовой работы**

Ответственность за организацию и проведение защиты курсовой работы возлагается на заведующего кафедрой и руководителя выполнения курсовой работы/проекта. Заведующий кафедрой формирует состав комиссии по защите курсовых работ, утвержденный протоколом заседания кафедры. Руководитель информирует обучающихся о дне и месте проведения защиты курсовых работ, обеспечивает работу комиссии необходимым оборудованием, проверяет соответствие тем представленных курсовых работ/проектов примерной тематике, готовит к заседанию комиссии экзаменационную ведомость с включением в нее тем курсовых работ

обучающихся, дает краткую информацию о порядке проведения защиты курсовых работ, обобщает информацию об итогах проведения защиты курсовых работ на заседание кафедры.

К защите могут быть представлены только работы, которые получили положительную рецензию. Не зачтенная работа должна быть доработана в соответствии с замечаниями руководителя в установленные сроки и сдана на проверку повторно.

Защита курсовых работ проводится начала экзаменационной сессии. Защита курсовой работы включает:

- краткое сообщение автора продолжительностью 5-7 минут об актуальности работы, целях, объекте исследования, результатах и рекомендациях по совершенствованию деятельности анализируемой организации в рамках темы исследования;

– вопросы к автору работы и ответы на них;

– отзыв руководителя.

Защита курсовой работы/проекта производится публично (в присутствии обучающихся, защищающих работы/проекты в этот день) членам комиссии.

Если при проверке курсовой работы или защите выяснится, что обучающийся не является ее автором, то защита прекращается. Обучающийся будет обязан написать курсовую работу по другой теме.

При оценке курсовой работы учитывается:

– степень самостоятельности выполнения работы;

– актуальность и новизна работы;

– сложность и глубина разработки темы;

– знание современных подходов на исследуемую проблему;

– использование периодических изданий по теме;

– качество оформления;

– четкость изложения доклада на защите;

– правильность ответов на вопросы.

В соответствии с установленными правилами курсовая работа оценивается по следующей шкале:

– на "**отлично**" оценивается работа, в которой высшая оценка ставится за всестороннюю глубокую разработку темы на основе широкого круга источников информации; если проявлено критическое отношение к использованному материалу, самостоятельность суждений, правильны расчеты и выводы и нет существенных недостатков в стиле изложения;

– на "**хорошо**" оценивается работа, в которой нарушении одного из вышеизложенных требований, например, в случае ошибок в расчетах и выводах, но при условии достаточно полной, глубокой и самостоятельной проработки темы, а также соблюдении всех других требований (глубина, широта информации и т.д.);

– на **"удовлетворительно"** оценивается работа, в которой текст и цифровые данные которой свидетельствуют о том, что студент добросовестно ознакомился и проработал основные источники, без привлечения которых работа вообще не могла бы быть выполнена, и содержание темы, хотя и ни ограниченным источником, раскрыл в основном правильно;

– на **"неудовлетворительно"** оценивается работа, преподаватель признал **«неудовлетворительной»**, возвращается для переработки с учетом высказанных в отзыве замечаний. Несвоевременное представление курсовой работы на кафедру приравнивается к неявке на экзамен, поэтому студент, не сдавший без уважительных причин в срок курсовую работу, получает **неудовлетворительную оценку**, считается имеющим академическую задолженность и не допускается к сдаче экзамена по данной дисциплине.

Курсовая работа должны быть написаны в сроки, устанавливаемые кафедрой.

Курсовые работы подписываются комиссией из трех человек и заведующим кафедрой и регистрируются в журнале и хранятся три года на кафедре, а потом уничтожаются по акту.

По итогам защиты за курсовую работу выставляется оценка на титульный лист работы, в экзаменационную ведомость и зачетную книжку обучающегося.

## **7. Учебно-методическое и информационное обеспечение курсовой работы**

### **7.1 Основная литература**

1. Рудобашта С.П. Теплотехника. Изд. 2-е, доп. Допущено Минсельхозом РФ в качестве учебника для агроинженерных вузов (базовый учебник) [текст] М.: Перо. 2015. – 672 с.

2. Сборник задач по технической термодинамике : [Книга] : Учебное пособие / Т. Н. Андрианова [и др.]. - 4-е изд., доп. и перераб. - М. : Издательство МЭИ, 2000. - 356 с. : ил. - ISBN 5-7046-0436-6.

### **7.2 Дополнительная литература**

1. Кузнецов, А.В. Основы теплотехники, топливо и смазочные материалы : [Книга] : Учебник для техникумов / А. В. Кузнецов, С. П. Рудобашта, А. В. Симоненко. - М. : Колос, 2001. - 247 с. : ил. - (Учебники и учеб. пособия для средн. спец. учеб. заведений). - 621.1 + 662 + 621.89. - ISBN 5-10-003531-5.

2. Круглов, Г.А. Теплотехника: учебное пособие / Г.А. Круглов, Р.И. Булгакова, Е.С. Круглова. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2012. — 208 с. — ISBN 978-5-8114-1017-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/3900>

3. Логинов, В.С. Практикум по основам теплотехники : учебное пособие / В.С. Логинов, В.Е. Юхнов. — 2-е изд., испр. и доп. — Санкт-Петербург : Лань, 2019. — 128 с. — ISBN 978-5-8114-3377-3. — Текст :

электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/112679>

4. Теплотехника. Практический курс: учебное пособие / Г.А. Круглов, Р.И. Булгакова, Е.С. Круглова, М.В. Андреева. — Санкт-Петербург : Лань, 2017. — 192 с. — ISBN 978-5-8114-2575-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/96253>

5. Рудобашта, С.П. Теплотехника. Задания для контрольной работы: практикум / С. П. Рудобашта, Е. Л. Бабичева, Ю. А. Канатников; Российский государственный аграрный университет - МСХА имени К. А. Тимирязева (Москва). — Электрон. текстовые дан. — Москва: РГАУ-МСХА им. К. А. Тимирязева, 2018 — 114 с.: рис., табл. — Коллекция: Учебная и учебно-методическая литература. — Режим доступа : <http://elib.timacad.ru/dl/local/umo313.pdf>.

6. Осмонов, О.М. Общая энергетика: учебное пособие / О. М. Осмонов; Российский государственный аграрный университет - МСХА имени К. А. Тимирязева (Москва). — Электрон. текстовые дан. — Москва: РГАУ-МСХА им. К. А. Тимирязева, 2015 — 98 с.: рис., табл. — Коллекция: Учебная и учебно-методическая литература. — Режим доступа : <http://elib.timacad.ru/dl/local/186.pdf>.

7. Петухов, Николай Александрович. Краткий курс технической термодинамики и тепломассообмена : курс лекций / Н. А. Петухов ; Новосибирский государственный аграрный университет. - Новосибирск : [б. и.], 1999. - 196 с. - Библиогр.: с. 163.

## **8. Методическое, программное обеспечение курсовой работы**

### **8.1 Методические указания и методические материалы к курсовым работам**

1.  $h,s$  – диаграммы водяного пара для рабочих расчётов.
2. Таблицы теплофизических свойств воды и водяного пара.
3. Александров А.А., Григорьев, Б.А. Таблицы теплофизических свойств воды и водяного пара. Справочник. М.: МЭИ. 1999. - 164 с.
4.  $H,d$  – диаграммы влажного воздуха для рабочих расчётов.
5. Учебники, учебные пособия, методические указания по теплотехнике, имеющиеся на кафедре.

### **8.2 Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости) для выполнения курсовой работы**

1. Лицензионное программное обеспечение.
2. Интернет-ресурсы:
  - <http://kiev.goldenpages.ua/details/449147/286/> - промышленная теплотехника (открытый доступ).
  - <http://www.twirpx.com/files/tek/periodic/teploenergetika/> - теплоэнергетика (открытый доступ).

- <http://www.promen.energy-journals.ru/> - промышленная энергетика (открытый доступ).
- <http://www.ntsni.ru/?yclid=3116444075139009561/> - новости теплоснабжения (открытый доступ).
- <https://portal.timacad.ru/> – учебно-методический портал (открытый доступ).
- <http://rucont.ru> – электронно-библиотечная система (открытый доступ).
- <http://www2.viniti.ru> – базы данных ВИНТИ РАН (открытый доступ).
- <http://ru.wikipedia.org/wiki> – теплопередача (открытый доступ).
- <https://www.google.ru/>, <http://elementy.ru/trefil/>, <http://files.school-collection.edu.ru/>, <http://dic.academic.ru/dic.nsf/ntes/>, <http://www.vedu.ru/expdic/> - теплообмен (открытый доступ).
- <http://stringer46.narod.ru/Radiation.htm> - теплообмен излучением (открытый доступ).
- <http://www.xumuk.ru/encyklopedia/>, <http://slovari.yandex.ru/>, <http://tolkslovar.ru/m2376.html> - массообмен (открытый доступ).
- <http://lab5.ru/glava-ix/> - основы процессов массообмена (открытый доступ).
- <http://www.labh.ru/index/chast-2-massoobmennye-protsessy-i-apparaty/massoobmennye-protsessy-i-apparaty/>, <http://gendocs.ru/> - массообменные процессы и аппараты (открытый доступ).

**Методические указания разработал:**

Рудобашта С.П. д.т.н., профессор  
 ФИО, ученая степень, ученое звание

---

(подпись)

Пример оформления титульного листа курсовой работы



МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ –  
МСХА имени К.А. ТИМИРЯЗЕВА»  
(ФГБОУ ВО РГАУ - МСХА имени К.А. Тимирязева)

Институт механики и энергетике имени В.П. Горячкина  
Кафедра Теплотехника, гидравлика и энергообеспечение предприятий

Учебная дисциплина: Тепломассообмен

КУРСОВАЯ РАБОТА

на тему: \_\_\_\_\_

Направление: \_\_\_\_\_

Программа: \_\_\_\_\_

Выполнил (а)  
студент (ка) ... курса... группы

\_\_\_\_\_  
ФИО

Дата регистрации КР  
на кафедре \_\_\_\_\_

Допущен (а) к защите

\_\_\_\_\_  
Руководитель:

\_\_\_\_\_  
ученая степень, ученое звание, ФИО

Члены комиссии:

\_\_\_\_\_  
ученая степень, ученое звание, ФИО                      подпись

\_\_\_\_\_  
ученая степень, ученое звание, ФИО                      подпись

\_\_\_\_\_  
ученая степень, ученое звание, ФИО                      подпись

Оценка \_\_\_\_\_

Дата защиты \_\_\_\_\_

Москва, 202\_

**Примерная форма задания**

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Российский государственный аграрный университет – МСХА  
имени К.А. Тимирязева

Институт механики и энергетики имени В.П. Горячкина  
**Кафедра** Теплотехника, гидравлика и энергообеспечение предприятий

**ЗАДАНИЕ  
НА КУРСОВУЮ РАБОТУ (КР)**

Студент \_\_\_\_\_  
Тема КР \_\_\_\_\_

Исходные данные к работе \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Перечень подлежащих разработке в работе вопросов:  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Перечень дополнительного материала \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Дата выдачи задания \_\_\_\_\_ «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Руководитель \_\_\_\_\_ (подпись) \_\_\_\_\_ (ФИО)

Задание принял к исполнению \_\_\_\_\_ (подпись студента)

Примерная форма рецензии на курсовую работу

**РЕЦЕНЗИЯ**

на курсовую работу студента

Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения  
высшего образования «Российский государственный аграрный  
университет – МСХА имени К.А. Тимирязева»

Институт Механики и энергетики имени В.П. Горячкина

Кафедра Теплотехника, гидравлика и энергообеспечение предприятий

Студент \_\_\_\_\_ Группа \_\_\_\_\_ Курс \_\_\_\_\_

Направление \_\_\_\_\_

Программа \_\_\_\_\_

Дисциплина Тепломассообмен

Тема курсовой работы \_\_\_\_\_

**Полнота раскрытия темы:** \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**Оформление:** \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**Замечания:** \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Курсовая работа отвечает предъявляемым к ней требованиям и заслуживает \_\_\_\_\_ оценки.

(отличной, хорошей, удовлетворительной, не удовлетворительной)

Рецензент \_\_\_\_\_

(фамилия, имя, отчество, уч.степень, уч.звание, должность, место работы)

Дата: «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Подпись: \_\_\_\_\_



**Примерная форма индивидуального задания**

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева  
Кафедра Теплотехника, гидравлика и энергообеспечение предприятий

**ЗАДАНИЕ  
НА КУРСОВУЮ РАБОТУ (КР)**

Студент \_\_\_\_\_

**Тема курсовой работы.** Рассчитать и спроектировать теплообменник типа «труба в трубе» для нагрева воды водяным паром.

*Исходные данные к работе:* Расход воды  $G_x=1500$  кг/ч; температура холодной воды  $t_{x.н.}=10^\circ\text{C}$ ;  $t_{x.к.}=65^\circ\text{C}$ ; давление пара  $p=8$  ати.

*Исходные данные* выбираются из тематики индивидуальных заданий по номеру варианта, который соответствует списочному номеру студента в журнале преподавателя.

Перечень дополнительного материала: технологическая схема теплообменного аппарата – 1 лист (формат А1), общий вид теплообменника – 1 лист (формат А1)

*Рекомендуемая литература:*

1. Дытнерский Ю. И. Основные процессы и аппараты химической технологии. Москва: Химия 1991.

2. Тимонин А.С. Основы конструирования химико-технологического и природоохранного оборудования: Справочник: Т.ч.-Калуга 2002.

3. Рудобашта С.П., Бабичева Е. Л. Теплотехника (Основы теплообмена) Москва 2003.

Дата выдачи задания «\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Руководитель \_\_\_\_\_

(подпись)

(ФИО)

Задание принял к исполнению \_\_\_\_\_

подпись студента

## РЕЦЕНЗИЯ

на методические рекомендации к написанию курсовой работы по дисциплине  
Б1.О.36 «Тепломассообмен»  
ООП ВО по направлению 13.03.01 – «Теплоэнергетика и теплотехника»,  
направленность «Энергообеспечение предприятий, тепловые и технические  
системы» (квалификация выпускника – бакалавр)

Андреевым Сергеем Андреевичем, доцентом кафедры «Автоматизации и роботизации технологических процессов имени академика И.Ф. Бородина», ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева (далее по тексту рецензент), проведена рецензия методических рекомендаций к написанию курсовой работы по дисциплине «Тепломассообмен» ОПОП ВО по направлению 13.03.01 – «Теплоэнергетика и теплотехника», направленность «Энергообеспечение предприятий, тепловые и технические системы» в соответствии с Учебным планом по программе магистратуры (разработчик – Рудобашта Станислав Павлович профессор, доктор технических наук кафедры «Теплотехника, гидравлика и энергообеспечение предприятий»)

Рассмотрев представленные на рецензию материалы, рецензент пришел к следующим выводам:

Предъявленные методических рекомендации к написанию курсовой работы по дисциплине «Тепломассообмен» (далее по тексту Методические рекомендации) соответствуют требованиям ФГОС ВО по направлению 13.03.01 – «Теплоэнергетика и теплотехника».

В соответствии с методическими рекомендациями к написанию курсовой работы по дисциплине «Тепломассообмен» закреплены 2 общепрофессиональные **компетенции** ОПК-3 (индикаторы компетенций ОПК-3.3) и ОПК-4 (ОПК-4.6, ОПК-4.7). Содержание и представленные Методические рекомендации способны реализовать их в объявленных требованиях.

*Результаты обучения*, представленные в Методических рекомендациях в категориях знать, уметь, владеть соответствуют специфике и содержанию написанию курсовой работы по дисциплине и демонстрируют возможность получения заявленных результатов.

Учебно-методическое обеспечение Методических рекомендаций представлено основной литературой – 2 источников (базовые учебники) и дополнительной литературой – 7 наименований, и соответствует требованиям ФГОС ВО направления 13.03.01 – «Теплоэнергетика и теплотехника».

### ОБЩИЕ ВЫВОДЫ

На основании проведенной рецензии можно сделать заключение, что характер, структура и содержание методических рекомендаций к написанию курсовой работы по дисциплине «Тепломассообмен» ООП ВО по направлению 13.03.01 – «Теплоэнергетика и теплотехника», направленность «Энергообеспечение предприятий, тепловые и технические системы» (квалификация выпускника – бакалавр), разработанная на кафедре «Теплотехника, гидравлика и энергообеспечение предприятий», профессором, доктором технических наук, Рудобаштой С.П. соответствует требованиям ФГОС ВО, современным требованиям экономики, рынка труда и позволит при её реализации успешно обеспечить формирование заявленных компетенций.

Рецензент: Андреев С.А., доцент кафедры «Автоматизации и роботизации технологических процессов имени академика И.Ф. Бородина» ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», доцент, кандидат технических наук

  
(подпись)

« 27 » 06 2023 г.