

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

«Владимирский государственный университет  
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»  
(ВлГУ)



УТВЕРЖДАЮ  
Проректор  
по образовательной деятельности

А.А. Панфилов

« 27 » \_\_\_\_\_ 2019 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**«ОПТИМИЗАЦИЯ, НАДЕЖНОСТЬ И БЕЗОПАСНОСТЬ СИСТЕМ**  
**ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ И ТЕПЛОГЕНЕРИРУЮЩИХ УСТРОЙСТВ»**

**Направление подготовки:** 08.04.01 «Строительство»

**Программа подготовки:** «Теплогасоснабжение населенных мест и предприятий»

**Уровень высшего образования:** магистратура

**Форма обучения:** очная

Семестр	Трудоемкость, зач. ед. / час.	Лекции, час.	Практич. занятия, час.	Лаборат. работы, час.	СРС, час.	Форма промежуточной аттестации (экз. / зачет / зачет с оценкой)
3	3 / 108	18	18	–	72	Зачет
Итого	3 / 108	18	18	–	72	Зачет

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целями освоения дисциплины «Оптимизация, надежность и безопасность систем теплоснабжения и теплогенерирующих устройств» (далее – «Оптимизация, надежность и безопасность систем ТС и ТГУ») является формирование у магистрантов системных профессиональных знаний о методах оптимизации, обеспечения надежности и безопасности систем теплоснабжения.

Задачами изучения дисциплины являются:

- рассмотрение системы централизованного теплоснабжения в части их взаимодействия в едином технологическом процессе производства, распределения, транспортирования и потребления воды;
- расчет надежности и определение факторов и параметров, повышающие надежность систем теплоснабжения;
- определение способов резервирования, живучести элементов систем теплоснабжения, находящихся в зонах возможных воздействий отрицательных температур;
- решение задач автоматизации, оптимизации и энергоэффективности.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина Б1.В.ДВ.03 «Оптимизация, надежность и безопасность систем ТС и ТГУ» относится к вариативной части, формируемой участниками образовательных отношений, дисциплин направления 08.04.01 «Строительство» (программа «Теплогазоснабжение населенных мест и предприятий»).

Дисциплина основывается на знаниях общетеоретических дисциплин: физики, математики, химии, теоретической механики, сопротивлении материалов, материаловедении, основ автоматизации, – а также специальных дисциплин: «Теплоснабжение», «Газоснабжение», «Теплогенерирующие установки», «Термодинамика и теплообмен», «Энергосбережение» и др.

Дисциплина необходима как предшествующая другим профильным дисциплинам ОПОП и научно-исследовательской работе.

*Требования к входным знаниям, умениям и компетенциям.* Магистрант должен:

### **Знать:**

- фундаментальные основы высшей математики, включая линейную алгебру и математический анализ;
- основные положения, полученные в курсах естественнонаучных и общетехнических дисциплин: механика жидкости и газа, инженерные сети, термодинамика, – а также профильных: газоснабжение, теплоснабжение, теплогенерирующие установки и др.;
- основы физико-химических дисциплин, основы термодинамики;

### **Уметь:**

- применять на практике знания, полученные в курсах естественнонаучных и общетехнических дисциплин;
- пользоваться справочной технической литературой.

### **Владеть:**

- первичными навыками расчета систем теплоснабжения.

## 3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения ОПОП:

Код формируемых компетенций	Уровень освоения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине характеризующие этапы формирования компетенций (показатели освоения компетенции)
ПК-2. Выполнение компоновочных решений, газовых схем, схем теплоснабжения и разводки трубопроводов. Выполнение основных расчетов систем теплогазоснабжения.	частичное	Студент должен: <ul style="list-style-type: none"><li>• <b>знать</b> методики автоматизации, оптимизации и энергоэффективности систем теплоснабжения;</li><li>• <b>уметь</b> проводить анализ надежности систем ТС и ТГУ.</li></ul>

ПК-3. Выполнение планов и профилей наружных газовых и тепловых сетей. Выбор газорегуляторных пунктов, составление ведомостей работ и спецификаций.	частичное	<p>Студент должен:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>знать</b> способы резервирования, повышения живучести элементов систем теплоснабжения;</li> <li>• <b>уметь</b> проводить анализ надежности и определение факторов и параметров, повышающих надежность систем теплоснабжения;</li> <li>• <b>владеть</b> современными методами оптимизации систем теплоснабжения.</li> </ul>
--	-----------	---

#### 4. ОБЪЕМ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единицы, 108 часов.

№ п/п	Наименование тем и/или разделов/тем дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Объем учебной работы, с применением интерактивных методов (в часах / %)	Формы текущего контроля успеваемости, форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	СРС		
1	Введение. Задачи оптимизации систем теплоснабжения.	3	1-2	2	2		8	2 (50%)	
2	Параметры надёжности, оптимизации, безопасности и их роль для систем ТС и ТГУ.	3	3-4	2	2		8	2 (50%)	
3	Надёжность систем теплоснабжения.	3	5-6	2	2		8	2 (50%)	1 рейтинг-контроль
4	Надёжность ТГУ	3	7-8	2	2		8	2 (50%)	
5	Оптимизация систем теплоснабжения	3	9-10	2	2		8	2 (50%)	
6	Оптимизация ТГУ	3	11-12	2	2		8	2 (50%)	2 рейтинг-контроль
7	Безопасность систем теплоснабжения	3	13-14	2	2		8	2 (50%)	
8	Безопасность ТГУ	3	15-16	2	2		8	2 (50%)	
9	Перспективные технологии оптимизации, надёжности, безопасности систем ТС и ТГУ	3	17-18	2	2		8	2 (50%)	3 рейтинг-контроль
Наличие в дисциплине КП/КР		3							
<b>Всего за 3 семестр</b>		<b>108</b>		<b>18</b>	<b>18</b>		<b>72</b>	<b>18/50%</b>	<b>Зачет</b>
<b>Итого по дисциплине</b>		<b>108</b>		<b>18</b>	<b>18</b>		<b>72</b>	<b>18/50%</b>	<b>Зачет</b>

#### Содержание лекционных занятий по дисциплине

**Тема 1.** Введение. Задачи оптимизации систем теплоснабжения

Методы оптимизации. Целевая функция (критерий качества). Глобальный и локальный критерии. Задачи оптимизации.

**Тема 2.** Параметры надёжности, оптимизации, безопасности и их роль для систем ТС и ТГУ.

Оптимальные проектные параметры. Ограничения проектных параметров. Одномерная оптимизация. Условия одномерной оптимизации. Метод случайного перебора (сканирование). Многомерная задача оптимизации. Методы покоординатного спуска и градиентного спуска.

**Тема 3.** Надёжность внешних и внутренних систем теплоснабжения

Гидравлические расчеты систем теплоснабжения. Тепловые нагрузки, температурные графики, расходы теплоносителя. Варианты температурных графиков, оптимизация параметров.

#### Тема 4. Надёжность систем ТГУ

Гидравлические расчеты ТГУ. Тепловые нагрузки, температурные графики, расходы теплоносителя. Варианты температурных графиков, оптимизация параметров.

#### Тема 5. Оптимизация внешних и внутренних систем теплоснабжения

Режимы работы систем теплоснабжения, расчет и оптимизация. Допущения при решении задачи оптимизации систем теплоснабжения. Трассировка тепловой сети. Выбор оптимального варианта. Построение оптимального режима теплопотребления.

#### Тема 6. Оптимизация систем ТГУ

Режимы работы ТГУ, расчет и оптимизация. Допущения при решении задачи оптимизации ТГУ. Выбор оптимального варианта.

#### Тема 7. Безопасность внешних и внутренних систем теплоснабжения

Гидравлический удар, профилактика гидроудара. Неблагоприятные факторы эксплуатации теплоснабжающего оборудования. Оптимальный диаметр теплопровода. Испытание тепловых сетей.

#### Тема 8. Безопасность ТГУ

Неблагоприятные факторы эксплуатации ТГУ. Испытания оборудования ТГУ.

#### Тема 9. Перспективные технологии оптимизации, надёжности, безопасности систем ТС и ТГУ

Методика экономического обоснования систем теплоснабжения. Характеристика централизованного теплоснабжения как основного направления развития энергетики, пути развития, оптимальные варианты.

### Содержание практических занятий по дисциплине

№ п/п	№ раздела	Наименование раздела, темы	Кол-во часов
1	1	Задачи оптимизации систем теплоснабжения.	2
2	2	Поиск оптимальных решений при проектировании и эксплуатации систем горячего водоснабжения.	2
3	3	Определение оптимальной мощности центрального теплового пункта.	2
4	4	Выбор оптимальной удельной потери давления в трубопроводах тепловой сети.	2
5	5	Построение оптимального температурного графика.	2
6	6	Оптимизация насосного оборудования	2
7	7	Определение оптимальной толщины изоляции трубопроводов теплосетей.	2
8	8	Оптимизация сетей пароснабжения	2
9	9	Надёжность теплоснабжения. Радиус оптимального теплоснабжения.	2

### 5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В преподавании дисциплины используются разнообразные образовательные технологии как традиционные, так и с применением активных и интерактивных методов обучения:

- *проведение активных и интерактивных лекционных занятий с разбором конкретных ситуаций*, на которых излагается теоретический материал с использованием компьютерных и технических средств (чтение лекций при наличии и использовании проектора, показ кинофильмов и др.), направленных на приобретение студентом теоретических знаний (темы 1-9);
- *практические занятия* – предназначенные для практического закрепления теоретического курса и освоения студентами основных методик расчета в курсе дисциплины (темы 1-9 практических занятий);
- *групповая дискуссия* – для стимулирования студентов к самостоятельному приобретению знаний в конце лекции студентам задаются вопросы по теме лекции, а на следующей лекции производится устный опрос и обсуждение ответов (темы 1-9 практических занятий);

- *самостоятельная работа* студентов предназначена для внеаудиторной работы студентов по закреплению теоретического материала и по изучению дополнительных разделов дисциплины и включает: подготовка к лекциям, практическим занятиям, оформление конспектов лекций, написание рефератов, работа в электронной образовательной среде.

Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах, определяется главной целью программы, особенностью контингента обучающихся и содержанием конкретных дисциплин, и в целом в учебном процессе они составляют 50% аудиторных занятий.

## **6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ**

### **6.1. Вопросы к рейтинг-контролю знаний**

Оценивающими средствами для текущего контроля успеваемости являются рейтинг-контроли.

#### *Рейтинг-контроль № 1*

1. Методы оптимизации. Оптимальные проектные параметры.
2. Целевая функция (критерий качества). Глобальный и локальный критерии.
3. Задачи оптимизации. Ограничения проектных параметров.
4. Одномерная оптимизация. Условия одномерной оптимизации.
5. Метод случайного перебора (сканирование).
6. Многомерная задача оптимизации.
7. Методы покоординатного спуска и градиентного спуска.
8. Характеристика централизованного энергоснабжения как основного направления развития энергетики, пути развития, оптимальные варианты.
9. Схема теплоснабжения. Понятие оптимизации. Выбор оптимальных параметров.
10. Тепловые нагрузки, температурные графики, расходы теплоносителя.
11. Варианты температурных графиков, оптимизация параметров.
12. Трассировка тепловой сети. Выбор оптимального варианта.
13. Основы гидравлического расчета, варианты методик, разновидности.
14. Результаты гидравлического расчета, минимизация приведенных затрат.

#### *Рейтинг-контроль № 2*

1. Центральный тепловой пункт (ЦТП): назначение, состав, современное состояние вопроса.
2. Расчет тепловых потоков ЦТП.
3. Гидравлические расчеты, обвязка агрегатов ЦТП.
4. Режимы работы ЦТП, расчет и оптимизация.
5. Допущения при решении задачи оптимизации ЦТП.
6. Индивидуальный тепловой пункт (ИТП): назначение, состав, современное состояние вопроса.
7. Расчет тепловых потоков ИТП.
8. Гидравлические расчеты, обвязка агрегатов ИТП.
9. Режимы работы ИТП, расчет и оптимизация.
10. Технико-экономическое обоснование при сравнении вариантов выбора применения ЦТП или ИТП.
11. Постановка задачи выбора оптимальной удельной потери давления в тепловой сети.
12. Состав исходных данных для выбора удельной потери давления в трубопроводах тепловой сети.
13. Капитальные вложения в тепловую сеть.
14. Материальная характеристика тепловой сети.
15. Факторы, определяющие стоимость электроэнергии, затрачиваемой на перекачку теплоносителя.
16. Методика экономического обоснования транзитной тепловой сети.
17. Применимость методики экономического обоснования транзитной тепловой сети для расчета тепловых сетей.
18. Построение оптимального температурного графика.

1. Направления оптимизации работы насосного оборудования.
2. Способы регулирования мощности насосов.
3. Применимость теории подобия для регулирования насосных установок.
4. Способы пуска насосов, их реализация.
5. Неблагоприятные факторы эксплуатации насосов.
6. Существующие способы снижения пусковых токов электродвигателей насосов.
7. Составляющие элементы теплоизоляции, соответствие требованиям СП.
8. Состав исходных данных для расчета теплоизоляции в трубопроводах тепловой сети.
9. Минимально эффективная толщина изоляции трубопровода.
10. Оптимальный диаметр паропровода.
11. Испытание тепловых сетей.
12. Ремонт и диспетчерская служба.
13. Оптимизация процессов эксплуатации.

## 6.2. Вопросы к зачету

1. Методы оптимизации. Оптимальные проектные параметры.
2. Целевая функция (критерий качества). Глобальный и локальный критерии.
3. Задачи оптимизации. Ограничения проектных параметров.
4. Одномерная оптимизация. Условия одномерной оптимизации.
5. Метод случайного перебора (сканирование).
6. Многомерная задача оптимизации.
7. Методы покоординатного спуска и градиентного спуска.
8. Характеристика централизованного энергоснабжения как основного направления развития энергетики, пути развития, оптимальные варианты.
9. Схема теплоснабжения. Понятие оптимизации. Выбор оптимальных параметров.
10. Тепловые нагрузки, температурные графики, расходы теплоносителя.
11. Варианты температурных графиков, оптимизация параметров.
12. Трассировка тепловой сети. Выбор оптимального варианта.
13. Основы гидравлического расчета, варианты методик, разновидности.
14. Результаты гидравлического расчета, минимизация приведенных затрат.
15. Центральный тепловой пункт (ЦТП): назначение, состав, современное состояние вопроса.
16. Расчет тепловых потоков ЦТП.
17. Гидравлические расчеты, обвязка агрегатов ЦТП.
18. Режимы работы ЦТП, расчет и оптимизация.
19. Допущения при решении задачи оптимизации ЦТП.
20. Индивидуальный тепловой пункт (ИТП): назначение, состав, современное состояние вопроса.
21. Расчет тепловых потоков ИТП.
22. Гидравлические расчеты, обвязка агрегатов ИТП.
23. Режимы работы ИТП, расчет и оптимизация.
24. Технико-экономическое обоснование при сравнении вариантов выбора применения ЦТП или ИТП.
25. Постановка задачи выбора оптимальной удельной потери давления в тепловой сети.
26. Состав исходных данных для выбора удельной потери давления в трубопроводах тепловой сети.
27. Капитальные вложения в тепловую сеть.
28. Материальная характеристика тепловой сети.
29. Факторы, определяющие стоимость электроэнергии, затрачиваемой на перекачку теплоносителя.
30. Методика экономического обоснования транзитной тепловой сети.
31. Применимость методики экономического обоснования транзитной тепловой сети для расчета тепловых сетей.
32. Построение оптимального температурного графика.
33. Направления оптимизации работы насосного оборудования.
34. Способы регулирования мощности насосов.
35. Применимость теории подобия для регулирования насосных установок.
36. Способы пуска насосов, их реализация.

37. Неблагоприятные факторы эксплуатации насосов.
38. Существующие способы снижения пусковых токов электродвигателей насосов.
39. Составляющие элементы теплоизоляции, соответствие требованиям СП.
40. Состав исходных данных для расчета теплоизоляции в трубопроводах тепловой сети.
41. Минимально эффективная толщина изоляции трубопровода.
42. Оптимальный диаметр паропровода.
43. Испытание тепловых сетей.
44. Ремонт и диспетчерская служба.
45. Оптимизация процессов эксплуатации.

### 6.3. Вопросы к СРС

1. Схемы систем теплоснабжения промышленных предприятий.
2. Тепловые нагрузки, температурные графики, расходы теплоносителя.
3. Трассировка тепловых сетей. Основы гидравлического расчета, варианты методик, разновидности, сопоставление результатов.
4. Монтажная схема. Трубы и арматура. Подземные теплопроводы. Надземные теплопроводы. Трасса и профили теплопроводов.
5. Гидравлический режим. Расчет гидравлического режима. Гидравлическая устойчивость. Регулирование давления в сетях.
6. Нетрадиционные виды теплового оборудования: конденсационные котлы, инфракрасные горелки, когенераторы, тепловые холодильники.
7. Прочностные расчеты. Трубы. Запорная арматура. Опоры. Компенсаторы. Конструирование теплопровода.
8. Надежность теплоснабжения. Расчеты надежности. Способы повышения надежности.
9. Контроль качества монтажных работ на теплопроводах. Продувка, пуск и наладка тепловых сетей. Испытание теплопроводов. Аварийно-диспетчерская служба.

Фонд оценочных средств для проведения аттестации уровня сформированности компетенций обучающихся по дисциплине оформляется отдельным документом.

## 7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 7.1. Книгообеспеченность

Наименование литературы: автор, название, вид издания, издательство	Год издания	КНИГООБЕСПЕЧЕННОСТЬ	
		Количество экземпляров изданий в библиотеке ВлГУ в соответствии с ФГОС ВО	Наличие в электронной библиотеке ВлГУ
1	2	3	4
Основная литература			
1. Аттетков А.В., Зарубин В.С., Канатников А.Н. Методы оптимизации: учеб. пособие. – М.: Инфра-М. – 270 с. 978-5-369-01037-2.	2019	–	<a href="https://znanium.com/catalog/product/1002733">https://znanium.com/catalog/product/1002733</a>
2. Авдюнин Е.Г. Моделирование и оптимизация промышленных теплоэнергетических установок: учебник. – М.–Вологда: Инфра-Инженерия. – 184 с. – 978-5-9729-0297-2.	2019	–	<a href="https://znanium.com/catalog/product/1053402">https://znanium.com/catalog/product/1053402</a>
3. Самарин О.Д. Гидравлические расчеты инженерных систем: справ. пособие. – М.: АСВ. – 136 с. 978-5-4323-0014-0.	2016	–	<a href="http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785432300140.html">http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785432300140.html</a>

1	2	3	4
4. Подпороинов Б.Ф. Расчеты теплогидродинамических процессов в системах тепло- и газоснабжения: учеб. пособие. – Белгород: БелГТУ им. В.Г. Шухова. – 131 с. 2227-8397.	2017	–	<a href="http://www.iprbookshop.ru/80472">http://www.iprbookshop.ru/80472</a>
5. Сдвижков О.А. Практикум по методам оптимизации: учеб. пособие. – М.: Инфра-М. – 231 с. 978-5-9558-0372-2.	2020	–	<a href="https://znanium.com/catalog/product/1036460">https://znanium.com/catalog/product/1036460</a>
<b>Дополнительная литература</b>			
1. Струченков В.И. Методы оптимизации трасс в САПР линейных сооружений: учеб. пособие. – М.: СОЛОН-Пр. – 272 с.: 978-5-91359-139-5.	2015	–	<a href="https://znanium.com/catalog/product/884449">https://znanium.com/catalog/product/884449</a>
2. Автоматизированное проектирование систем ТГВ с использованием программы AutoCAD: метод. указания / Сост.: М.М. Соколов, А.Ю. Чадов. – Н.-Новгород: НГАСУ. – 43 с. 2227-8397.	2014	–	<a href="http://www.iprbookshop.ru/30794">http://www.iprbookshop.ru/30794</a>
3. Авдониин Е.Г. Источники и системы теплоснабжения. Тепловые сети и тепловые пункты: учебник. – Вологда: Инфра-Инженерия. – 300 с. 978-5-9729-0296-5	2019	–	<a href="https://znanium.com/catalog/product/1053396">https://znanium.com/catalog/product/1053396</a>
4. Гуськов А.В., Милевский К.Е. Надежность технических систем и техногенный риск: учебник. – Новосибирск: НГТУ. – 427 с.	2012	–	<a href="https://znanium.com/catalog/product/558704">https://znanium.com/catalog/product/558704</a>
5. Кудинов А.А. Тепломассообмен: учеб. пособие. – М.: Инфра-М. – 375 с. 978-5-16-011093-6.	2015	–	<a href="https://znanium.com/catalog/product/512522">https://znanium.com/catalog/product/512522</a>
6. Кудинов А.А., Зиганшина С.К. Энергосбережение в котельных установках ТЭС и систем теплоснабжения: монография. – М.: Инфра-М. – 320 с. 978-5-16-103236-7	2019	–	<a href="https://znanium.com/catalog/product/1000214">https://znanium.com/catalog/product/1000214</a>
7. Золотарев А.А. Методы оптимизации распределительных процессов: учеб. пособие. – М.: Инфра-Инженерия. – 160 с. 978-5-9729-0074-9.	2014	–	<a href="https://znanium.com/catalog/product/520282">https://znanium.com/catalog/product/520282</a>
8. Повышение доступности энергетической инфраструктуры: инструменты оптимизации бизнес-процессов технологических присоединений: учеб. пособие / Под ред. В.В. Кондратьева. – М.: Инфра-М. – 144 с. 978-5-16-006718-6.	2013	–	<a href="https://znanium.com/catalog/product/405458">https://znanium.com/catalog/product/405458</a>
9. Шкаровский А.Л., Комина Г.П. Газоснабжение. Использование газового топлива: учеб. пособие. – СПб.: Лань. – 140 с. 978-5-8114-4055-9.	2020	–	<a href="https://e.lanbook.com/book/130164">https://e.lanbook.com/book/130164</a>
10. Поливода Ф.А. Надежность систем теплоснабжения городов и предприятий легкой промышленности: учебник. – М.: Инфра-М. – 170 с. 978-5-16-011830-7.	2020	–	<a href="https://znanium.com/catalog/product/1048496">https://znanium.com/catalog/product/1048496</a>

## 7.2. Периодические издания

1. АВОК.
2. Главный энергетик.
3. Новости теплоснабжения.
4. Теплоэнергетика. Теплоснабжение. Теплосбережение
5. Энергосбережение.

## 7.3. Интернет-ресурсы

1. НОУ-ХАУС.ру – Национальная информационная система по строительству // <http://www.know-house.ru>.

2. АВОК – Некоммерческое Партнерство инженеров по отоплению, вентиляции, кондиционированию воздуха, теплоснабжению и строительной теплофизике // <http://www.abok.ru>.
3. Теплосфера – Оптимальные инженерные решения // <http://tsfera.ru>.
4. РосТепло.RU – Информационная система по теплоснабжению // <http://www.rosteplo.ru/>.

## **8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Для проведения лекционных занятий есть аудитория, оснащенная мультимедийным оборудованием и компьютером. Для проведения практических работ имеется лаборатория, оснащенная следующим оборудованием:

- лабораторная установка «Автоматизированная котельная на жидком и газообразном топливе»;
- комплект лабораторного оборудования «Автоматизированная система отопления АСО-03»;
- тепловизор TESTO-875.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению магистратура 08.04.01 «Строительство» (программа подготовки «Теплогазоснабжение населенных мест и предприятий»).

Рабочую программу составил к.т.н., доцент каф. ТГВ и Г Мельников В.М. 

Рецензент: к.т.н.,

начальник ПСО ООО «Климат-сервис» Сущинин А.А. 

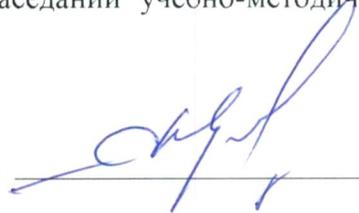
Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ТГВ и Г.

Протокол № 9 от 21 мая 2019 года.

Зав. кафедрой ТГВ и Г Угорова С.В. 

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии направления бакалавриат 08.04.01 «Строительство».

Протокол № 9 от 27 мая 2019 года.

Председатель комиссии директор ИАСЭ Авдеев С.Н. 

**ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ  
РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ**

Рабочая программа одобрена на 2020/2021 учебный год  
Протокол заседания кафедры № 1 от 01.09 2020 года  
Заведующий кафедрой 

Рабочая программа одобрена на 2021/2022 учебный год  
Протокол заседания кафедры № 1 от 31.08 2021 года  
Заведующий кафедрой 

Рабочая программа одобрена на \_\_\_\_\_ учебный год  
Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ 20\_\_ года  
Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_