

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Владимирский государственный университет
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»
(ВлГУ)

УТВЕРЖДАЮ
Проректор
по учебно-методической работе

_____ А.А. Панфилов
« 12 » _____ 02 2015 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	Трудоем- кость зач. ед., час.	Лек- ции, час.	Практич. занятия, час.	Лаборат. работы, час.	СРС, час.	Форма промежуточ- ного контроля (экс./зачет)
3	2 зач. ед., 72 часа	–	36	–	36	Зачет
Итого	2 зач. ед., 72 часа	–	36	–	36	Зачет

Владимир, 2015

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью 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 «Оптимизация, надежность и безопасность систем ТС и ТГУ» (Б1.В.ОД.9) относится к вариативной части обязательных дисциплин программы «Теплогазоснабжение населенных мест и предприятий» и изучается в 3-м семестре.

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

Дисциплина необходима как предшествующая другим профильным дисциплинам ОПОП и к 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. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ «Оптимизация, надежность и безопасность систем ТС и ТГУ»

В процессе освоения данной дисциплины студент формирует и демонстрирует следующие общепрофессиональные и профессиональные компетенции:

- способен демонстрировать знания фундаментальных и прикладных дисциплин программы магистратуры (ОПК-4);
- способен использовать углубленные теоретические и практические знания, часть которых находится на передовом рубеже данной науки (ОПК-5);
- способен и готов проводить научные эксперименты с использованием современного исследовательского оборудования и приборов, оценивать результаты исследований (ОПК-11);
- способен оформлять, представлять и докладывать результаты выполненной работы (ОПК-12).

Требования к выпускным знаниям, умениям и компетенциям. Магистрант должен:

Знать:

- современные системы централизованного теплоснабжения;
- методики автоматизации, оптимизации и энергоэффективности систем теплоснабжения;
- способы резервирования, повышения живучести элементов систем теплоснабжения.

Уметь:

- проводить анализ надежности и определение факторов и параметров, повышающих надежность систем теплоснабжения.

Владеть:

- современными методами оптимизации систем теплоснабжения.

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

«Оптимизация, надежность и безопасность систем ТС и ТГУ»

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных единицы, 72 часа.

№ п/п	Раздел (тема) 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 (по неделям семестра), форма промежуточной аттестации (по семестрам)	
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Контрольные работы	СРС	КП / КР			
1	Введение. Задачи оптимизации систем теплоснабжения.	3	1-2		4				4		2/50%	
2	Поиск оптимальных решений при проектировании и эксплуатации систем горячего водоснабжения.	3	3-4		4				4		2/50%	
3	Определение оптимальной мощности центрального теплового пункта.	3	5-6		4				4		2/50%	1 рейтинг-контроль
4	Выбор оптимальной удельной потери давления в трубопроводах тепловой сети.	3	7-8		4				4		2/50%	
5	Построение оптимального температурного графика.	3	9-10		4				4		2/50%	
6	Оптимизация насосного оборудования	3	11-12		4				4		2/50%	2 рейтинг-контроль
7	Определение оптимальной толщины изоляции трубопроводов теплосетей.	3	13-14		4				4		2/50%	
8	Оптимизация сетей пароснабжения	3	15-16		4				4		2/50%	
9	Надежность теплоснабжения. Характеристика состояния системы теплоснабжения, при котором обеспечиваются качество и безопасность теплоснабжения. Радиус оптимального теплоснабжения.	3	17-18		4				4		2/50%	3 рейтинг-контроль
ИТОГО					36				36		18/50%	Зачет

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРИ ОСВОЕНИИ ДИСЦИПЛИНЫ «Оптимизация, надежность и безопасность систем ТС и ТГУ»

5.1. Основные виды образовательных технологий, используемых при изучении дисциплины «Оптимизация, надежность и безопасность систем ТС и ТГУ»

Для изучения дисциплины используются следующие образовательные технологии:

- *проведение лекционных занятий*, на которых излагается теоретический материал с использованием компьютерных и технических средств (чтение лекций с использованием проектора, показ кинофильмов и др.), направленных на приобретение студентом теоретических знаний;
- *практические занятия* – предназначенные для практического закрепления теоретического курса и освоения студентами основных методик расчета в курсе дисциплины;
- *проблемное обучение* – 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;
- *самостоятельная работа* студентов предназначена для внеаудиторной работы студентов по закреплению теоретического материала и по изучению дополнительных разделов дисциплины и включает: подготовка к лекциям, лабораторным работам, оформление конспектов лекций, написание отчетов по лабораторным работам, 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 дисциплины 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. Техничко-экономическое обоснование при сравнении вариантов выбора применения ЦТП или ИТП.
11. Постановка задачи выбора оптимальной удельной потери давления в трубопроводах 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 тупиковых сетей.
18. Построение оптимального температурного графика.

Рейтинг-контроль № 3

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 трубопроводах 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 тупиковых 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.

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ «Оптимизация, надежность и безопасность систем ТЭС и ТГУ»

7.1. Основная литература

1. Аттетков А.В., Зарубин В.С., Канатников А.Н. Методы оптимизации: учеб. пособие. – М.: Инфра-М, 2013. – 270 с. (ЭБС «Znanium»)
2. Источники и системы теплоснабжения предприятий: учебник / Под ред. В.М. Лебедева. – М.: УМЦ ОЖТ, 2013. – 384 с. (ЭБС «Консультант студента»)
3. Копко В.М. Теплоснабжение: курс лекций. – М.: АСВ, 2014. – 336 с. (ЭБС «Консультант студента»)
4. Кудинов А.А. Теплообмен: учеб. пособие. – М.: Инфра-М, 2015. – 375 с. (ЭБС «Znanium»)
5. Сдвижков О.А. Практикум по методам оптимизации: учеб. пособие. – М.: Инфра-М, 2015. – 231 с. (ЭБС «Znanium»)

7.2. Дополнительная литература

1. Беляев С.А., Воробьев А.В., Литвак В.В. Надежность теплоэнергетического оборудования ТЭС: учеб. пособие. – Томск: ТомПУ, 2015. – 248 с. (ЭБС «Znanium»)
2. Гуськов А.В., Милевский К.Е. Надежность технических систем и техногенный риск: учеб. пособие. – Новосибирск: НГТУ, 2012. – 427 с. (ЭБС «Znanium»)
3. Данилов О.Л., Гаряев А.Б., Яковлев И.В. Энергосбережение в теплоэнергетике и теплотехнологиях: учебник. – М.: ИД МЭИ, 2011. – 424 с. (ЭБС «Консультант студента»)
4. Золотарев А.А. Методы оптимизации распределительных процессов: учеб. пособие. – М.: Инфра-Инженерия, 2014. – 160 с. (ЭБС «Znanium»)
5. Кудинов А.А., Зиганшина С.К. Энергосбережение в котельных установках ТЭС и систем теплоснабжения: монография. – М.: Инфра-М, 2015. – 342 с. (ЭБС «Znanium»)
6. Лебедев В.М., Загорин А.С., Приходько С.В. и др. Котельные установки и парогенераторы: учебник. – М.: УМЦ ЖДТ, 2013. – 384 с. (ЭБС «Консультант студента»)
7. Подпоринов Б.Ф. Теплоснабжение: учеб. пособие. – Белгород: БелГТУ им. В.Г. Шухова, 2011. – 267 с. (ЭБС IPRbooks)
8. Поливода Ф.А. Надежность систем теплоснабжения городов и предприятий легкой промышленности: учеб. пособие. – М.: Инфра-М, 2015. – 170 с. (ЭБС «Znanium»)
9. Рудобашта С.П. Теплотехника: учеб. пособие. – М.: КолосС, 2010. – 599 с. (ЭБС «Консультант студента»)
10. Струченков В.И. Методы оптимизации трасс в САПР линейных сооружений: монография. – М.: СОЛОН-ПРЕСС, 2013. – 272 с. (ЭБС «IPRbooks»)

7.3. Периодические издания

1. АВОК.
2. Главный энергетик.
3. Новости теплоснабжения.

4. Теплоэнергетика. Теплоснабжение. Теплосбережение
5. Энергосбережение.

7.4. Интернет источники

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

«Оптимизация, надежность и безопасность систем ТС и ТГУ»

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» и программе 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 № 6 от 10 февраля 2015 года.

Заведующий кафедрой ТГВ и Г Тарасенко В.И. 

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

Протокол № 6 от 12 февраля 2015 года.

Председатель комиссии декан АСФ Авдеев С.Н. 

**ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ
РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ**

Рабочая программа одобрена на 2017/18 учебный год
Протокол заседания кафедры № 1 от 05.09.2017 года
Заведующий кафедрой _____

Рабочая программа одобрена на 2018/2019 учебный год
Протокол заседания кафедры № 1 от 4.09.2018 года
Заведующий кафедрой _____

Рабочая программа одобрена на _____ учебный год
Протокол заседания кафедры № _____ от _____ года
Заведующий кафедрой _____