

Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»

Направление подготовки/специальность: 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Наименование образовательной программы: ТЭС: схемы, системы и агрегаты

Уровень образования: высшее образование - магистратура

Форма обучения: Очная

Рабочая программа дисциплины
ОПТИМИЗАЦИЯ РЕЖИМОВ СИСТЕМ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ

Блок:	Блок 1 «Дисциплины (модули)»
Часть образовательной программы:	Часть, формируемая участниками образовательных отношений
№ дисциплины по учебному плану:	Б1.Ч.11.02.01
Трудоемкость в зачетных единицах:	3 семестр - 5;
Часов (всего) по учебному плану:	180 часов
Лекции	3 семестр - 32 часа;
Практические занятия	3 семестр - 16 часов;
Лабораторные работы	не предусмотрено учебным планом
Консультации	3 семестр - 18 часов;
Самостоятельная работа	3 семестр - 109,2 часов;
в том числе на КП/КР	3 семестр - 16 часов;
Иная контактная работа	3 семестр - 4 часа;
включая: Тестирование Контрольная работа	
Промежуточная аттестация:	
Экзамен	3 семестр - 0,5 часа;
Защита курсовой работы	3 семестр - 0,3 часа;
	всего - 0,8 часа

Москва 2023

ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Извеков А.В.
	Идентификатор	R56b9b223-IzvekovAV-7933e8f9

А.В. Извеков

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной
программы

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Олейникова Е.Н.
	Идентификатор	R1baf83c5-OleynikovaYN-375dccb

Е.Н.
Олейникова

Заведующий выпускающей
кафедрой

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Дудолин А.А.
	Идентификатор	Rb94958b9-DudolinAA-83802984

А.А. Дудолин

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины: изучение возможностей и способов повышения экономичности современных водяных систем централизованного теплоснабжения.

Задачи дисциплины

- изучение методов расчёта нерасчётных режимов теплообменных аппаратов систем теплоснабжения;
- изучение возможностей энергосбережения при транспорте и распределении теплоты и путей реализации мероприятий по энергосбережению;
- изучение технических решений, повышающих надёжность и экономичность современных систем централизованного теплоснабжения.

Формируемые у обучающегося **компетенции** и запланированные **результаты обучения** по дисциплине, соотнесенные с **индикаторами достижения компетенций**:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
ПК-1 Способен к проектно-конструкторской деятельности в сфере тепло-энергетики и теплотехники	ИД-5 _{ПК-1} Демонстрирует способность участвовать в разработке и совершенствовании оборудования, оптимизации режимов работы и технологических систем	знать: - основные направления энергосбережения в тепловых сетях, при распределении теплоты и в теплопотребляющих установках систем централизованного теплоснабжения и теплофикационных систем; - режимы функционирования систем теплоснабжения и их элементов; - основные источники нормативной технической информации по системам централизованного теплоснабжения. уметь: - выполнять расчёты и выбор оборудования систем теплоснабжения, обеспечивающего снижение энерго-ресурсопотребления; - обеспечивать бесперебойную работу, правильную эксплуатацию, ремонт и модернизацию энергетического и теплотехнического оборудования систем теплоснабжения; - проводить расчёты с целью определения показателей технической и технико-экономической эффективности энерго-ресурсосберегающих мероприятий.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе ТЭС: схемы, системы и агрегаты (далее – ОПОП), направления подготовки 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника, уровень образования: высшее образование - магистратура.

Базируется на уровне высшего образования (бакалавриат, специалитет).

Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины, необходимы при выполнении выпускной квалификационной работы.

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц, 180 часов.

№ п/п	Разделы/темы дисциплины/формы промежуточной аттестации	Всего часов на раздел	Семестр	Распределение трудоемкости раздела (в часах) по видам учебной работы										Содержание самостоятельной работы/ методические указания	
				Контактная работа							СР				
				Лек	Лаб	Пр	Консультация		ИКР		ПА	Работа в семестре	Подготовка к аттестации /контроль		
КПР	ГК	ИККП	ТК												
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
1	Тепловые характеристики теплообменных аппаратов	19.5	3	6	-	4	-	-	-	-	-	9.5	-	<u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> [1], стр. 120-130 <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], стр. 120-130	
1.1	Тепловые характеристики теплообменных аппаратов	19.5		6	-	4	-	-	-	-	-	9.5	-		
2	Центральное регулирование в водяных системах централизованного теплоснабжения	17		4	-	4	-	-	-	-	-	-	9	-	<u>Подготовка курсовой работы:</u> выполнение п. 1 задания на курсовую работу, [3], стр. 5-15 <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> [1], стр. 116-169; [2], стр. 73-78 <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], стр. 116-169 [2], стр. 73-78 [3], стр. 5-15
2.1	Центральное регулирование в водяных системах централизованного теплоснабжения	17		4	-	4	-	-	-	-	-	-	9	-	
3	Снижение избыточного потребления тепла теплоиспользующими установками	22		8	-	4	-	-	-	-	-	-	10	-	
3.1	Снижение избыточного потребления тепла теплоиспользующими	22		8	-	4	-	-	-	-	-	-	10	-	<u>Подготовка курсовой работы:</u> выполнение п. 2 задания на курсовую работу, [3], стр. 20-23, стр. 38-48 <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> [4], стр. 192-196, стр. 235-272 <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [3], стр. 20-23, стр. 38-48

	установками												[4], стр. 192-196, стр. 235-272
4	Теплообменное оборудование тепловых пунктов	13.5	4	-	2	-	-	-	-	-	7.5	-	<u>Подготовка курсовой работы:</u> выполнение п. 3,4 задания на курсовую работу, [3], стр. 16-19, стр. 24-34
4.1	Теплообменное оборудование тепловых пунктов	13.5	4	-	2	-	-	-	-	-	7.5	-	<u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> [1], стр. 266-278 <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], стр. 266-278 [3], стр. 16-19, стр. 24-34
5	Учёт тепла и теплоносителей	2.5	2	-	-	-	-	-	-	-	0.5	-	<u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> [2], стр. 45-51
5.1	Учёт тепла и теплоносителей	2.5	2	-	-	-	-	-	-	-	0.5	-	<u>Изучение материалов литературных источников:</u> [2], стр. 45-51
6	Аккумуляция тепла в системах централизованного теплоснабжения	13.5	4	-	2	-	-	-	-	-	7.5	-	<u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> [1], стр. 286-292
6.1	Аккумуляция тепла в системах централизованного теплоснабжения	13.5	4	-	2	-	-	-	-	-	7.5	-	<u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], стр. 286-292
7	Гидравлический режим водяных тепловых сетей	12.5	2	-	-	-	-	-	-	-	10.5	-	<u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> [1], стр. 241-248
7.1	Гидравлический режим водяных тепловых сетей	12.5	2	-	-	-	-	-	-	-	10.5	-	<u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], стр. 241-248
8	Режимы совместной работы источников теплоты	7.2	2	-	-	-	-	-	-	-	5.2	-	<u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> [1], стр. 170-180
8.1	Режимы совместной работы источников теплоты	7.2	2	-	-	-	-	-	-	-	5.2	-	<u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], стр. 170-180
	Экзамен	36.0	-	-	-	-	2	-	-	0.5	-	33.5	
	Курсовая работа (КР)	36.3	-	-	-	16	-	4	-	0.3	16	-	

	Всего за семестр	180.0		32	-	16	16	2	4	-	0.8	75.7	33.5	
	Итого за семестр	180.0		32	-	16	18		4		0.8	109.2		

Примечание: Лек – лекции; Лаб – лабораторные работы; Пр – практические занятия; КПр – аудиторные консультации по курсовым проектам/работам; ИККП – индивидуальные консультации по курсовым проектам/работам; ГК- групповые консультации по разделам дисциплины; СР – самостоятельная работа студента; ИКР – иная контактная работа; ТК – текущий контроль; ПА – промежуточная аттестация

3.2 Краткое содержание разделов

1. Тепловые характеристики теплообменных аппаратов

1.1. Тепловые характеристики теплообменных аппаратов

Основное уравнение тепловой характеристики. Аналитические и полуэмпирические зависимости для расчётов эффективности теплообменных аппаратов с различными схемами движения теплоносителей в нерасчётных условиях. Тепловые характеристики отопительных систем при различных схемах присоединения к водяным тепловым сетям.

2. Центральное регулирование в водяных системах централизованного теплоснабжения

2.1. Центральное регулирование в водяных системах централизованного теплоснабжения

Качественное регулирование комбинированной тепловой нагрузки в закрытых и открытых водяных системах централизованного теплоснабжения по отопительной нагрузке при зависимом и независимом присоединении отопительных установок. Качественное регулирование по суммарной нагрузке отопления и горячего водоснабжения в закрытых и открытых системах. Качественно-количественное регулирование в открытых системах теплоснабжения.

3. Снижение избыточного потребления тепла теплоиспользующими установками

3.1. Снижение избыточного потребления тепла теплоиспользующими установками

Причины и оценка величины избыточного потребления тепла установками отопления, учёт режима функционирования потребителей при разработке режима подачи тепла на отопление (учёт внутренних тепловыделений, требуемой температуры внутреннего воздуха, сменности функционирования). Фактические и требуемые графики подачи тепла в отапливаемые здания. Оценка энергетического эффекта от приведения режима подачи тепла на отопление в соответствие с требуемым. Возможности энергосбережения в системах вентиляции и горячего водоснабжения. Схемы современных тепловых пунктов, реализующих мероприятия по повышению тепловой экономичности теплопотребляющих систем.

4. Теплообменное оборудование тепловых пунктов

4.1. Теплообменное оборудование тепловых пунктов

Кожухотрубные и пластинчатые теплообменники: конструкции, достоинства и недостатки. Выбор расчётного режима для теплообменников отопления и горячего водоснабжения. Расчёт и выбор теплообменника при заданных тепловой нагрузке и располагаемом напоре на тепловом пункте с использованием уравнений тепловой и гидравлической характеристики.

5. Учёт тепла и теплоносителей

5.1. Учёт тепла и теплоносителей

Основные уравнения для определения количества отпущенного и поставленного тепла. Узел учёта тепла и теплоносителя и его функции. Схемы узлов учёта на тепловых пунктах потребителей в водяных и паровых системах. Средства измерений для определения количеств тепла и теплоносителей, их достоинства, недостатки и область применения.

6. Аккумуляция тепла в системах централизованного теплоснабжения

6.1. Аккумуляция тепла в системах централизованного теплоснабжения

Цели и область применения аккумуляции тепла. Схемы источников и потребителей тепла с теплоаккумулирующими установками в водяных и паровых системах теплоснабжения. Расчёт ёмкости аккумуляторного бака. Конструкции аккумуляторов тепла для водяных систем. Аккумуляция тепла в паровых системах: схемы, расчёт, конструкции. Теплоаккумулирующая способность водяных тепловых сетей. Теплоаккумулирующая способность отапливаемых зданий.

7. Гидравлический режим водяных тепловых сетей

7.1. Гидравлический режим водяных тепловых сетей

Гидравлический удар в водяных системах теплоснабжения. Способы его предотвращения, методы защиты. Повышение структурной надёжности водяных сетей путём резервирования и сооружения кольцевых сетей.

8. Режимы совместной работы источников теплоты

8.1. Режимы совместной работы источников теплоты

Часовой и годовой коэффициент теплофикации. Совместная работа основного и пикового источников теплоты в городских теплофикационных системах. Режимы функционирования основного и пикового источников теплоты при теплоснабжении населённого пункта от загородной ТЭЦ по однострубному транзитному теплопроводу.

3.3. Темы практических занятий

1. Расчёты температурных и расходных графиков центрального и местного регулирования разнородной тепловой нагрузки в водяных системах теплоснабжения;
2. Расчёт теплоаккумулирующих установок для потребителей и источников тепла. Количественная оценка температуры внутреннего воздуха в отапливаемых зданиях при различных нарушениях теплового режима с применением понятия теплоаккумулирующей способности наружных ограждений зданий;
3. Расчёт и выбор теплообменного оборудования для тепловых пунктов систем теплоснабжения с использованием современной нормативной литературы;
4. Оценка энергетического эффекта мероприятий по повышению тепловой экономичности теплопотребляющих систем;
5. Расчёт расходов и температур теплоносителей - воды и водяного пара в теплообменных аппаратах систем теплоснабжения, работающих в нерасчётных условиях;
6. Оценка ударного давления при гидравлическом ударе в водяной тепловой сети.

3.4. Темы лабораторных работ

не предусмотрено

3.5 Консультации

Аудиторные консультации по курсовому проекту/работе (КПР)

1. Консультации направлены на выполнение разделов курсовой работы под руководством преподавателя. В рамках часов на групповые консультации разбираются наиболее важные части раздела "Центральное регулирование в водяных системах централизованного теплоснабжения".

2. Консультации направлены на выполнение разделов курсовой работы под руководством преподавателя. В рамках часов на групповые консультации разбираются наиболее важные части раздела "Снижение избыточного потребления тепла теплоиспользующими установками".
3. Консультации направлены на выполнение разделов курсовой работы под руководством преподавателя. В рамках часов на групповые консультации разбираются наиболее важные части раздела "Теплообменное оборудование тепловых пунктов".

3.6 Тематика курсовых проектов/курсовых работ 3 Семестр

Курсовая работа (КР)

Темы:

- Модернизация теплового пункта в системе централизованного теплоснабжения

График выполнения курсового проекта

Неделя	1 - 4	5 - 8	9 - 12	13 - 16	Зачетная
Раздел курсового проекта	1	2	3	4	Защита курсового проекта
Объем раздела, %	20	40	20	20	-
Выполненный объем нарастающим итогом, %	20	60	80	100	-

Номер раздела	Раздел курсового проекта
1	Разработка схемы ТП и расчёт режимных графиков системы
2	Расчёт и выбор теплообменников ТП
3	Расчёт режимных графиков ТП после модернизации
4	Расчёт энергетического эффекта, составление отчёта

3.7. Соответствие разделов дисциплины и формируемых в них компетенций

Запланированные результаты обучения по дисциплине (в соответствии с разделом 1)	Коды индикаторов	Номер раздела дисциплины (в соответствии с п.3.1)								Оценочное средство (тип и наименование)	
		1	2	3	4	5	6	7	8		
Знать:											
основные источники нормативной технической информации по системам централизованного теплоснабжения	ИД-5ПК-1	+	+								Тестирование/Тест по темам разделов 1,2
режимы функционирования систем теплоснабжения и их элементов	ИД-5ПК-1						+	+	+		Тестирование/Тест по темам разделов 6-8
основные направления энергосбережения в тепловых сетях, при распределении теплоты и в теплопотребляющих установках систем централизованного теплоснабжения и теплофикационных систем	ИД-5ПК-1			+	+	+					Тестирование/Тест по темам разделов 3-5
Уметь:											
проводить расчеты с целью определения показателей технической и технико-экономической эффективности энерго-ресурсосберегающих мероприятий	ИД-5ПК-1				+		+	+			Контрольная работа/Контрольная работа по материалу разделов 1-8
обеспечивать бесперебойную работу, правильную эксплуатацию, ремонт и модернизацию энергетического и теплотехнического оборудования систем теплоснабжения	ИД-5ПК-1	+	+	+		+				+	Контрольная работа/Контрольная работа по материалу разделов 1-8
выполнять расчёты и выбор оборудования систем теплоснабжения, обеспечивающего снижение энерго-ресурсопотребления	ИД-5ПК-1	+	+								Тестирование/Тест по темам разделов 1,2

4. КОМПЕТЕНТНОСТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ)

4.1. Текущий контроль успеваемости

3 семестр

Форма реализации: Письменная работа

1. Контрольная работа по материалу разделов 1-8 (Контрольная работа)
2. Тест по темам разделов 1,2 (Тестирование)
3. Тест по темам разделов 3-5 (Тестирование)
4. Тест по темам разделов 6-8 (Тестирование)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

Балльно-рейтинговая структура курсовой работы является приложением Б.

4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине

Экзамен (Семестр №3)

Оценка "5" - дано более 89 % объема правильных ответов на вопросы в экзаменационном билете. Оценка "4" - дано более 74 % объема правильных ответов на вопросы в экзаменационном билете. Оценка "3" - дано более 59 % объема правильных ответов на вопросы в экзаменационном билете. Оценка "2" - дано менее 60 % объема правильных ответов на вопросы в экзаменационном билете.

Курсовая работа (КР) (Семестр №3)

Оценка "5" - дано более 89 % объема правильных ответов на вопросы членов комиссии по приему защиты курсовой работы. Оценка "4" - дано более 74 % объема правильных ответов на вопросы членов комиссии по приему защиты курсовой работы. Оценка "3" - дано более 59 % объема правильных ответов на вопросы членов комиссии по приему защиты курсовой работы. Оценка "2" - дано менее 60 % объема правильных ответов на вопросы членов комиссии по приему защиты курсовой работы.

В диплом выставляется оценка за 3 семестр.

Примечание: Оценочные материалы по дисциплине приведены в фонде оценочных материалов ОПОП.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1 Печатные и электронные издания:

1. Соколов, Е. Я. Теплофикация и тепловые сети : учебник для вузов по направлению "Теплоэнергетика" / Е. Я. Соколов . – 8-е изд., стер . – М. : Издательский дом МЭИ, 2006 . – 472 с. - ISBN 5-903072-15-9 .;
2. Извеков, А. В. Энергоснабжение городов и промышленных предприятий : учебное пособие по курсу "Энергоснабжение" по направлению "Электроэнергетика" / А. В. Извеков, Ф. А. Поливода, Моск. энерг. ин-т (МЭИ ТУ) . – М. : Издательский дом МЭИ, 2009 . – 144 с. - ISBN 978-5-383-00074-8 .
<http://elib.mpei.ru/elib/view.php?id=293>;
3. Извеков, А. В. Расчеты к модернизации теплового пункта в системе централизованного теплоснабжения : учебно-методическое пособие по курсу "Оптимизация режимов систем теплоснабжения" по направлению "Теплоэнергетика и теплотехника" / А. В. Извеков, Д. В.

Чугунков, Нац. исслед. ун-т "МЭИ" . – М. : Изд-во МЭИ, 2016 . – 48 с.

<http://elib.mpei.ru/elib/view.php?id=8216>;

4. Данилов О. Л., Гаряев А. Б., Яковлев И. В., Клименко А. В.- "Энергосбережение в теплоэнергетике и теплотехнологиях", Издательство: "Издательский дом МЭИ", Москва, 2010 - (424 с.)

http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=72344.

5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

1. СДО "Прометей";
2. Office / Российский пакет офисных программ;
3. Windows / Операционная система семейства Linux.

5.3 Интернет-ресурсы, включая профессиональные базы данных и информационно-справочные системы:

1. ЭБС Лань - <https://e.lanbook.com/>
2. ЭБС "Университетская библиотека онлайн" - http://biblioclub.ru/index.php?page=main_ub_red
3. Научная электронная библиотека - <https://elibrary.ru/>
4. База данных Web of Science - <http://webofscience.com/>
5. База данных Scopus - <http://www.scopus.com>
6. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>
7. Портал открытых данных Российской Федерации - <https://data.gov.ru>
8. База открытых данных Министерства труда и социальной защиты РФ - <https://rosmintrud.ru/opendata>
9. База открытых данных Росфинмониторинга - <http://www.fedsfm.ru/opendata>
10. Национальный портал онлайн обучения «Открытое образование» - <https://openedu.ru>
11. Официальный сайт Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии - <http://protect.gost.ru/>
12. Открытая университетская информационная система «РОССИЯ» - <https://uisrussia.msu.ru>

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Тип помещения	Номер аудитории, наименование	Оснащение
Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля	Т-501, Учебная аудитория	стол, стул, доска меловая, мультимедийный проектор, компьютер персональный, кондиционер
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	Т-508, Учебная аудитория	стол, шкаф, доска меловая, мультимедийный проектор, компьютер персональный, кондиционер, учебно-наглядное пособие
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	Т-520, Учебная аудитория	стол, стул, шкаф, мультимедийный проектор, доска маркерная, доска пробковая, компьютер персональный, кондиционер
Помещения для самостоятельной работы	Т-515б, Кабинет сотрудников	стол, шкаф, тумба, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, принтер, кондиционер, книги, учебники, пособия
Помещения для	Т-500,	

консультирования	Преподавательская	
Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	Т-507, Архив, библиотека кафедры	стеллаж для хранения книг, стол, шкаф

БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Оптимизация режимов систем теплоснабжения

(название дисциплины)

3 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

КМ-1 Тест по темам разделов 1,2 (Тестирование)

КМ-2 Тест по темам разделов 3-5 (Тестирование)

КМ-3 Тест по темам разделов 6-8 (Тестирование)

КМ-4 Контрольная работа по материалу разделов 1-8 (Контрольная работа)

Вид промежуточной аттестации – Экзамен.

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
		Неделя КМ:	4	8	12	16
1	Тепловые характеристики теплообменных аппаратов					
1.1	Тепловые характеристики теплообменных аппаратов		+			+
2	Центральное регулирование в водяных системах централизованного теплоснабжения					
2.1	Центральное регулирование в водяных системах централизованного теплоснабжения		+			+
3	Снижение избыточного потребления тепла теплоиспользующими установками					
3.1	Снижение избыточного потребления тепла теплоиспользующими установками			+		+
4	Теплообменное оборудование тепловых пунктов					
4.1	Теплообменное оборудование тепловых пунктов			+		+
5	Учёт тепла и теплоносителей					
5.1	Учёт тепла и теплоносителей			+		+
6	Аккумуляция тепла в системах централизованного теплоснабжения					
6.1	Аккумуляция тепла в системах централизованного теплоснабжения				+	+
7	Гидравлический режим водяных тепловых сетей					
7.1	Гидравлический режим водяных тепловых сетей				+	+
8	Режимы совместной работы источников теплоты					

8.1	Режимы совместной работы источников теплоты			+	+
	Вес КМ, %:	15	15	15	55

**БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА
КУРСОВОГО ПРОЕКТА/РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

Оптимизация режимов систем теплоснабжения

(название дисциплины)

3 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по курсовой работе:

- КМ-1 Проверка правильности и полноты выполнения в срок
- КМ-2 Проверка правильности и полноты выполнения в срок
- КМ-3 Проверка правильности и полноты выполнения в срок
- КМ-4 Проверка правильности и полноты выполнения в срок, оформления РПЗ и графического материала

Вид промежуточной аттестации – защита КР.

Номер раздела	Раздел курсового проекта/курсовой работы	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
		Неделя КМ:	4	8	12	16
1	Разработка схемы ТП и расчёт режимных графиков системы		+			
2	Расчёт и выбор теплообменников ТП			+		
3	Расчёт режимных графиков ТП после модернизации				+	
4	Расчёт энергетического эффекта, составление отчёта					+
Вес КМ, %:			20	40	20	20