Минобрнауки России

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

Кафедра электро- и теплоэнергетики

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

ДИСЦИПЛИНЫ

«Б1.Д.В.15 Котельные установки и парогенераторы»

Уровень высшего образования

БАКАЛАВРИАТ

Направление подготовки
13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника
(код и наименование направления подготовки)

Энергообеспечение предприятий
(наименование направленности (профиля) образовательной программы)

Квалификация
Бакалавр

Форма обучения
Очная

Год набора 2024

2133468

Рабочая программа дисциплины «*Б1.Д.В.15 Котельные установки и парогенераторы*»

Кафедра электро- и теплоэнергетики
наименование кафедры

протокол № 4 от "22" 02 2024 г.

Заведующий кафедрой
Кафедра электро- и теплоэнергетики В.Ю. Соколов
наименование кафедры *подпись* *расшифровка подписи*

Исполнители:

В.Ю. Соколов
должность *подпись* *расшифровка подписи*

должность *подпись* *расшифровка подписи*

СОГЛАСОВАНО:
Председатель методической комиссии по направлению подготовки
13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника В.Ю. Соколов
код наименование *личная подпись* *расшифровка подписи*

Заведующий отделом комплектования
научной библиотеки М.И. Биналиева
личная подпись *расшифровка подписи*

Уполномоченный по качеству ИЭЭС
С.А. Сильвашко
личная подпись *расшифровка подписи*

№ регистрации _____

© Соколов В.Ю., 2024
ОГУ, 2024

1 Цели и задачи освоения дисциплины

Цель (цели) освоения дисциплины:

- реализация в рамках дисциплины требований квалификационной характеристики, связан-ной с профессиональной деятельностью выпускника по направлению 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника согласно Федеральному государственному образовательному стандарту высшего образования, утвержденному приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 28.02.2018 г. № 143;

- формирование соответствующих компетенций, предусмотренных образовательной программой высшего образования (ОП ВО) подготовки бакалавров по направлению 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника с профилем подготовки «Энергообеспечение предприятий

. **Задачи:**

- ознакомление студентов с методами проектирования и основами расчета установившихся режимов работы основного и вспомогательного котельного и парогенерационного оборудования, методами и способами сжигания различных видов топлива. Кроме того, в задачи изучения дисциплины входят также ознакомление с тепловыми расчетами по балансу котельного или парового агрегата, с водным и паровым режимами котельного агрегата.

2 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к обязательным дисциплинам (модулям) вариативной части блока Д «Дисциплины (модули)»

Пререквизиты дисциплины: *Б1.Д.Б.13 Физика, Б1.Д.Б.20 Гидрогазодинамика, Б1.Д.Б.21 Теоретические основы теплотехники*

Постреквизиты дисциплины: *Б1.Д.В.10 Эксплуатация и монтаж теплотехнических установок, Б1.Д.В.13 Тепловые двигатели и нагнетатели*

3 Требования к результатам обучения по дисциплине

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих результатов обучения

Код и наименование формируемых компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций
ПК*-6 Способен обеспечивать соблюдение экологической безопасности на производстве и планировать экозащитные мероприятия и мероприятия по энерго- и ресурсосбережению на производстве	ПК*-6-В-1 Демонстрирует знание нормативов по обеспечению экологической безопасности объектов профессиональной деятельности	**<u>Знать:</u>** Знать различные технологические схемы паровых, водогрейных котлов и парогенераторов **<u>Уметь:</u>** Рассчитывать количество газов, получающихся в ходе процесса горения. Предлагать группы защитных сооружений для уменьшения интенсивности попадания вредных выбросов в атмосферу **<u>Владеть:</u>** Навыками планировать

Код и наименование формируемых компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций
		малозатратные, среднезатратные и высокозатратные экозащитные мероприятия и мероприятия по энерго- и ресурсосбережению на производстве
ПК*-7 Способен к участию в работах по освоению и доводке технологических процессов	ПК*-7-В-2 Использует знания в области электротехники, теплотехники, гидравлики, гидрогазодинамики и механики для подготовки предложений по совершенствованию оборудования, средств автоматизации и механизации	**Знать:** Технологические процессы получения энергоносителей в виде пара, горячей воды, холодной воды. Производственные процессы, которые потенциально могут являться потребителями этих энергетических носителей. Основные продукты сгорания; технологические схемы золоудаления и конструкция их элементов; очистка уходящих газов от выбросов вредных веществ и конструкция элементов системы очистки; тепловой баланс котельного агрегата; принцип конструирования топочных камер котла; процессы с газовой стороны поверхностей нагрева; основные профили паровых котлов; тепловые характеристики и принципиальные схемы парогенераторов атомных электрических станций; внутрикотловую гидродинамику; температурный режим поверхностей нагрева; теплогидравлическую разведку и гидродинамику рабочей среды в поверхностях нагрева. Водный режим котельного агрегата;

Код и наименование формируемых компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций
		требования к качеству пара и питательной воды; водный режим котельного агрегата; условия работы поверхностей нагрева; принципы конструирования котельного агрегата; тепловой, аэродинамический, гидравлический и прочностной расчет котельного агрегата; нестационарные процессы в парогенераторах и котлах; основные положения эксплуатации котельных агрегатов; пуск и останов котла; обеспечение надежности эксплуатации **<u>Уметь:</u>** Подобрать технологические схемы топливоподачи и систему удаления продуктов сгорания различных видов топлив. Знать методы конструирования топочных камер и газоходов котлов. Освоить методы расчета теплового баланса котельной, характеристики органического топлива, подготовку топлива к сжиганию, основные технологические схемы и конструкция элементов системы топливоподготовки и топливоподачи, механизмы горения органического топлива **<u>Владеть:</u>** Спецификой монтажа теплоэнергетического оборудования для самых различных групп потребителей с учетом их

Код и наименование формируемых компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций
		требований и нужд.
ПК*-8 Способен участвовать в работах по оценке технического состояния и остаточного ресурса оборудования, в организации профилактических осмотров и текущего ремонта оборудования	ПК*-8-В-1 Владеет организацией работы по изучению и внедрению научно-технических достижений, передового отечественного и зарубежного опыта в сфере теплоснабжения ПК*-8-В-2 Демонстрирует знания по техническому обслуживанию и ремонту котлоагрегатов, котельного и вспомогательного оборудования, трубопроводов, КИПиА, инженерных сетей, зданий и сооружений	**Знать:** Основные наработки отечественного и зарубежного опыта в сфере теплоснабжения **Уметь:** Внедрять новые знания в производственный процесс с целью его оптимизации **Владеть:** Навыками технической диагностики
ПК*-9 Способен к обслуживанию технологического оборудования, составлению заявок на оборудование, запасные части, к подготовке технической документации на ремонт	ПК*-9-В-1 Демонстрирует знание технологического оборудования, особенностей его монтажа и эксплуатации	**Знать** Детальную комплектацию и правила эксплуатации оборудования **Уметь:** Распознавать потребность ремонта и замены запчастей **Владеть:** Навыками составления и ведения технической документации

4 Структура и содержание дисциплины

4.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 7 зачетных единиц (252 академических часа).

Вид работы	Трудоемкость, академических часов		
	5 семестр	6 семестр	всего
Общая трудоёмкость	**108**	**144**	**252**
Контактная работа:	**53**	**45,25**	**98,25**
Лекции (Л)	18	16	34
Практические занятия (ПЗ)	16	14	30
Лабораторные работы (ЛР)	16	14	30
Консультации	1	1	2
Индивидуальная работа и инновационные формы учебных занятий	1,5		1,5
Промежуточная аттестация (зачет, экзамен)	0,5	0,25	0,75
Самостоятельная работа: - *выполнение курсового проекта (КП);* - **самоподготовка** (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий;	**55** +	**98,75**	**153,75**

Вид работы	Трудоемкость, академических часов		
	5 семестр	6 семестр	всего
подготовка к практическим занятиям; изучение разделов 1, 2, 5, 6, 9, 14 курса в системе электронного обучения)			
Вид итогового контроля (зачет, экзамен, дифференцированный зачет)	**экзамен**	**экзамен**	

Разделы дисциплины, изучаемые в 5 семестре

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		всего	аудиторная работа			внеауд. работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1	Технологическая схема паровой и водогрейной котельной.	18	4	4	2	8
2	Роль парового котла и парогенератора в схемах тепловых и атомных электрических станций	18	2		2	14
3	Котельное топливо и его технические характеристики	16	2	2	4	8
4	Основы организации топочных процессов и материальные балансы горения	14	2	4	2	6
5	Поверхности нагрева паровых и водогрейных котлов, температурный режим поверхностей нагрева.	12	2	4		6
6	Очистка уходящих газов от выбросов вредных веществ и конструкция элементов системы очистки;	12	2		2	8
7	Тепловой баланс котельного агрегата	10	2	2	2	4
8	Принцип конструирования топочных камер котла. Процессы сжигания топлива.	8	2		2	4
	Итого:	108	18	16	16	58

Разделы дисциплины, изучаемые в 6 семестре

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		всего	аудиторная работа			внеауд. работа
			Л	ПЗ	ЛР	
9	Тепловые характеристики и принципиальные схемы парогенераторов электрических станций	20	2	2	2	14
10	Внутрикотловая гидродинамика котлов с принудительной циркуляцией энергоносителей	20	2		2	16
11	Внутрикотловая гидродинамика котлов с естественной циркуляцией энергоносителей	20	2	2	2	14
12	Физико-химические основы поведения примесей в трактах котла	20	2	4	2	12
13	Тепловой, аэродинамический и прочностной расчет котельного агрегата	20	2	2		16
14	Эксплуатация котлоагрегатов	15	2		2	11
15	Парогенераторы утилизационного типа	10	2	2	2	4
16	Строительные конструкции и вспомогательное оборудование котла	10	1		1	8
17	Перспективы развития котельных агрегатов и парогенераторов.	9	1	2	1	5
	Итого:	144	16	14	14	100
	Всего:	252	34	30	30	158

4.2 Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. Технологическая схема паровой водогрейной котельной

Классификация и типы котельных агрегатов. Паровой и водогрейные котлы. Общее устройство и определения. Основные обязанности оператора котельной.

Раздел 2. Роль парового котла и парогенератора в схемах тепловых и атомных электрических станций

Принципы компоновки поверхностей котлоагрегатов. Распределение тепловосприятия между поверхностями нагрева. Тепловая схема ТЭС и АЭС. Компоновка рабочих поверхностей парогенерационной установки.

Раздел 3. Котельное топливо и его технические характеристики

Виды и состав топлива. Теплота сгорания топлива. Общие технические характеристики топлив. Характеристики твердого топлива. Характеристики мазута. Характеристики природного газа. Характеристики угольной пыли.

Раздел 4. Основы организации топочных процессов и материальные балансы горения

Основы кинетики химических реакций. Горение газового топлива. Горение твердого топлива. Горение жидкого топлива. Развитие и воспламенение топливно-воздушной струи в топочном объеме. Продукты сгорания. Расчет энтальпии продуктов сгорания.

Раздел 5. Поверхности нагрева паровых и водогрейных котлов, температурный режим поверхностей нагрева.

Тепловосприятие поверхностей нагрева. Вертикальные топочные экраны с естественной циркуляцией. Топочные экраны прямоточных котлов. Специальные конструкции топочных экранов. Виды пароперегревателей. Компоновка пароперегревателей. Водяные экономайзеры. Воздухоподогреватели. Расчет температурного режима обогреваемых труб. Теплообмен при докритическом давлении водного теплоносителя. Теплообмен при сверхкритическом давлении водного теплоносителя. Влияние внутритрубных отложений на температурный режим обогреваемых труб.

Раздел 6.Очистка уходящих газов от выбросов вредных веществ и конструкция элементов системы очистки

Химическая структура дымовых газов выбрасываемых в атмосферу. Нормы предельно допустимых концентраций (ПДК) вредных веществ в атмосферном воздухе. Активные и пассивные способы поддержание ПДК на допустимом уровне. Определение высоты дымовой трубы. Использование котельных топок, сжигающих топливо в режиме кипящего слоя. Работа центробежного скруббера и золоулавливающие электрофильтры.

Раздел 7. Тепловой баланс котельного агрегата

Общее уравнение теплового баланса котла. Коэффициент полезного действия кола, котельной установки и парогенератора. Потеря тепла с уходящими газами. Потеря теплоты с химическим недожогом топлива. Потеря тепла с механическим недожогом топлива. Потеря тепла от наружного охлаждения. Потеря тепла с теплом удаляемых шлаков. Оптимизация показателей работы котла по сумме тепловых потерь.

Раздел 8. Принцип конструирования топочных камер котла. Процессы сжигания топлива.

Основные размеры топочной камеры и расчетные тепловые напряжения. Топочные камеры и горелки для сжигания твердого топлива. Газомазутные топки горелки.

Раздел 9. Тепловые характеристики и принципиальные схемы парогенераторов электрических станций

Классификация теплоносителей на ТЭС. Общие уравнения движения жидкости в трубах. Режимы движения двухфазного потока. Перепад давлений при движении потока жидкости по трубам. Виды движения жидкости. Принципиальная тепловая и водорежимная схема энергетического блока ТЭС. Тепловые характеристики энергоблоков в Оренбургской области.

Раздел 10. Внутрикотловая гидродинамика котлов с принудительной циркуляцией энергоносителей

Классификация поверхностей нагрева и их характеристики. Гидравлическая характеристика горизонтальных труб. Гидравлическая характеристика вертикальных труб. Гидравлические характеристики элементов парового котла и парогенератора. Гидравлическая развертка в элементах котла. Пульсация потока в элементах парового котла.

Раздел 11.Внутрикотловая гидродинамика котлов с естественной циркуляцией энергоносителей

Гидравлические характеристики контура циркуляции. Расчет контуров циркуляции. Показатели надежности работы контура циркуляции. Внутрибарабанные процессы и устройства.

Раздел 12. Физико-химические основы поведения примесей в трактах котла

Свободная энергия Гиббса. Химические потенциалы веществ в водных растворах. Растворимость примесей в водном теплоносителе. Переход примесей из воды в насыщенный пар. Коррозия металла в пароводяном тракте. Закономерности отложения примесей в паровых котлах. Факторы влияющие на скорость образования отложений. Химический состав отложений.

Раздел 13. Тепловой, аэродинамический и прочностной расчет котельного агрегата

Материал паровых котлов. Аэродинамическое сопротивление поверхностей нагрева котла. Определение высоты дымовой трубы. Расчет температуры стенки обогреваемой трубы. Уточнение толщины стенки тубы за счет коррозии на внутренней и наружной поверхностях. Расчет толщины стенки трубы по условиям прочности.

Раздел 14.Эксплуатация котлоагрегатов

Основные положения эксплуатации котельных агрегатов. Пуск и останов котла в рабочем и аварийном режиме. Обеспечение надежности оборудования при эксплуатации. Водно-химические режимы энергоблоков. Комплексонный водно-химический режим. Предпусковые и эксплуатационные способы очистки поверхностей котла. Организация ремонтов: виды ремонтов, периодичность проведения ремонтов, составление дефектной ведомости, определение объемов ремонта, сроков проведения. Теплотехнические испытания котельных установок. Виды испытаний, требование к ним, методика проведения. Составление режимных карт котлов.

Раздел 15. Парогенераторы утилизационного типа

Особенности использования котлов-утилизаторов. Утилизационные котлы для генерации пара низкого давления. Котлы – утилизаторы для парогазовых установок и промышленных предприятий особенности конструкции и расчета. Прочностной расчет парогенератора. Котлы утилизаторы для энергетических машин средней и малой мощности.

Раздел 16. Строительные конструкции и вспомогательное оборудование котла

Строительные конструкции: каркас котла и его элементы (балки, ригели, контрфорсы). Вспомогательное оборудование котла. Приборы контроля и автоматизации работы котла. Каркас котла. Обмуровка и тепловая изоляция. Легкая и тяжелая обмуровка котла. Трубопроводная арматура и обдувочные аппараты. Тяго-дутьевые установки.

Раздел 17. Перспективы развития котельных агрегатов и парогенераторов

Повышение мощности котлоагрегатов. Перспективы повышения параметров пара мощных котельных агрегатов. Влияние технических характеристик топлива на профиль мощных котельных агрегатов. Профиль и компоновка котлоагрегатов большой мощности на сверхвысокие параметры пара. Увеличение единичной мощности агрегатов и повышение параметров пара специализация котлов по назначению, в том числе для технологических агрегатов, а также по топливу. Применение более качественных и новых материалов при изготовлении котлов, совершенствование и модульная унификация элементов котлов и вспомогательного оборудования применение рациональных конструкций топочных устройств и процессов сжигания топлива, систем пылеприготовления и тягодутьевых установок использование более совершенных систем золоуловителей и установок для очистки продуктов сгорания от оксидов серы и азота. Повышение тепловой экономичности котельных установок за счет использования скрытой теплоты парообразования при снижении температуры уходящих газов. Применение кислорода при сжигании топлива, что интенсифицирует процессы горения и теплообмена, снижает расходы металла на котлы и повышает их тепловую экономичность. Развитие применения систем для комплексной автоматизации работы котлов Когенерация. Тригенерация.

4.3 Лабораторные работы

№ ЛР	№ раздела	Наименование лабораторных работ	Кол-во часов
1	1	Технологическая схема паровой и водогрейной котельной.	2
2	2	Роль парового котла и парогенератора в схемах тепловых и	2

№ ЛР	№ раздела	Наименование лабораторных работ	Кол-во часов
		атомных электрических станций	
3	3	Котельное топливо и его технические характеристики	4
4	4	Основы организации топочных процессов и материальные балансы горения	2
5	6	Очистка уходящих газов от выбросов вредных веществ и конструкция элементов системы очистки;	2
6	7	Тепловой баланс котельного агрегата	2
7	8	Принцип конструирования топочных камер котла. Процессы сжигания топлива.	2
8	9	Тепловые характеристики и принципиальные схемы парогенераторов электрических станций	2
9	10	Внутрикотловая гидродинамика котлов с принудительной циркуляцией энергоносителей	2
10	11	Внутрикотловая гидродинамика котлов с естественной циркуляцией энергоносителей	2
11	12	Физико-химические основы поведения примесей в трактах котла	2
12	14	Эксплуатация котлоагрегатов	2
13	15	Парогенераторы утилизационного типа	2
14	16	Строительные конструкции и вспомогательное оборудование котла	1
15	17	Перспективы развития котельных агрегатов и парогенераторов.	1
		Итого:	30

4.4 Практические занятия (семинары)

№	№ раздела	Тема	Кол-во часов
1	1	Технологическая схема паровой и водогрейной котельной.	4
2	3	Котельное топливо и его технические характеристики	2
3	4	Основы организации топочных процессов и материальные балансы горения	4
4	5	Поверхности нагрева паровых и водогрейных котлов, температурный режим поверхностей нагрева.	4
5	7	Тепловой баланс котельного агрегата	2
6	9	Тепловые характеристики и принципиальные схемы парогенераторов электрических станций	2
7	11	Внутрикотловая гидродинамика котлов с естественной циркуляцией энергоносителей	2
8	12	Физико-химические основы поведения примесей в трактах котла	4
9	13	Тепловой, аэродинамический и прочностной расчет котельного агрегата	2
10	15	Парогенераторы утилизационного типа	2
11	17	Перспективы развития котельных агрегатов и парогенераторов.	2
12		Итого:	30

4.5 Курсовой проект (5 семестр)

Тема курсового проекта: «Расчет тепловой схемы котельной»

Курсовой проект содержит следующие разделы:

1. Подробный расчёт принципиально тепловой схемы котельной.
2. Выбор типоразмера и определение количества котлоагрегатов.
3. Тепловой баланс котельного агрегата.
4. Определение годового расхода топлива.

5.Тепловой конструктивный расчёт водного экономайзера.
6.Графическое изображение принципиальной тепловой схемы котельной с указанием расходов и энтальпий и водяного экономайзера на форматах А1.

5 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

5.1 Основная литература

1. Соколов Б.А. Паровые и водогрейные котлы малой и средней мощности: Учеб. пособие/Б.А.Соколов. – М.:Академия, 2008.- 128с.- ISBN 978-5-7695-4745-4

5.2 Дополнительная литература

1. Пикулев И. А. Расчет тепловой схемы производственно-отопительной котельной : Метод. указания для выполнения курсового проекта по дисциплине "Теплогенерирующие установки": [в 2 ч.] / И. А. Пикулев, Р. Ш. Мансуров ; М-во образования и науки Рос. Федерации, Гос. образоват. учреждение высш. проф. образования "Оренбург. гос. ун-т", Каф. теплогазоснабжения, вентиляции и гидромеханики. - Оренбург: ГОУ ОГУ, 2009. Ч. 2:. - , 2009. - 54 с
2. Аэродинамический расчет котельных установок: Норматив. метод / под ред. С. И. Мочана.- 3- е изд. - Л. : Энергия, 1977. - 256 с.
3. Теплоэнергетика и теплотехника [Текст] : справочник / под ред. А. В. Клименко, В. М. Зорина . - 4-е изд., стер. кн. 3- М. : МЭИ, 2007

5.3 Периодические издания

Известия РАН. Энергетика: журнал.- М.:Академиздатцентр «Наука» РАН
Информационно-измерительные и управляющие системы: журнал. – М.:Агентство «Роспечать»
Теплоэнергетика: журнал. – М.:Агентство «Роспечать»
Энергосбережение: журнал. – М.:Агентство «Роспечать»

5.4 Интернет-ресурсы

1. https://ru.coursera.org/- «Coursera»;
2. https://openedu.ru/course/- «Открытое образование», Каталог курсов, МООК: «Системы автоматизированного проектирования аддиктивных технологий»;
3. https://universarium.org/ - «Универсариум»;
4. https://www.edx.org/ - «EdX»;
5. https://www.lektorium.tv/ - «Лекториум»;
6. https://ru.coursera.org/learn/python - «Coursera», МООК: Programming for Everybody (Getting Started with Python)»;
7. https://universarium.org/catalog - «Универсариум», Курсы, МООК: «Общие вопросы философии науки»;
8. https://www.lektorium.tv/mooc - «Лекториум», МООК: «Дискретная математика»

5.5 Программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. Операционная система РЕД ОС

2. Пакет офисных приложений LibreOffice

3. Программная система для организации видео-конференц-связи Webinar.ru

4. ГАРАНТ Платформа F1 [Электронный ресурс]: справочно-правовая система. / Разработчик ООО НПП «ГАРАНТ-Сервис», 119992, Москва, Воробьевы горы, МГУ, [1990–2023]. – Режим доступа в сети ОГУ для установки системы: \\fileserver1\GarantClient\garant.exe

5. КонсультантПлюс [Электронный ресурс]: электронное периодическое издание справочная правовая система. / Разработчик ЗАО «Консультант Плюс», [1992–2023]. – Режим доступа к системе в сети ОГУ для установки системы: \\fileserver1\!CONSULT\cons.exe

6. http://edu.garant.ru/garant/study/ - Интернет-версия ГАРАНТ-Образование, Система ГАРАНТ для студентов, аспирантов и преподавателей

6 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Для написания отчетов по практике и прохождения практики на кафедре имеются:
- программа учебной практики (электронный вариант и бумажный носитель);
- отдел библиотеки с необходимой научно-технической литературой;
- схемы, плакаты;
- макеты электрооборудования подстанции;
- компьютерные классы кафедры электро- и теплоэнергетики;
- учебные лаборатории: лаборатория источников и систем теплоснабжения предприятий (ауд. 8121), лаборатория теплоснабжения (ауд. 8206).