

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

ФИО: Макуев Валентин Анатольевич

Мытищинский филиал

Должность: Заместитель директора по учебной работе

федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего

Дата подписания: 25.06.2024 12:55:09

Уникальный программный ключ:

образования «Московский государственный технический университет имени Н. Э. Баумана

a0887579b7e63594c87851bc1bb030c7c4482fa1

(национальный исследовательский университет)»

(МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана)



Заместитель директора

по учебной работе

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана

Макуев В.А.

«25» июня 2021 г.

Факультет ЛТ «Факультет лесного хозяйства, лесопромышленных

технологий и садово-паркового строительства»

Кафедра ЛТ5 «Проектирование объектов лесного комплекса»

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Энергетические и технологические теплоагрегаты

Автор программы:

Сапожников И.В., доцент (к.н.), кандидат технических наук, доцент, sapozhnikov.i.v@bmstu.ru

Утверждена на заседании кафедры «Проектирование объектов лесного комплекса»
Протокол № 12 заседания кафедры «ЛТ5» от 15.06.2021 г.

Начальник Отдела образовательных программ
Шевлякова А.А



Рабочая программа одобрена на 2022/2023 учебный год.
Протокол № 10 заседания кафедры «ЛТ5» от 13.04.2022 г.
Лист переутверждения рабочей программы дисциплины / практики.

Рабочая программа одобрена на 2023/2024 учебный год.
Протокол № 7 заседания кафедры «ЛТ5» от 21.04.2023 г.
Лист переутверждения рабочей программы дисциплины / практики.

Рабочая программа одобрена на 2024/2025 учебный год.
Протокол № 12 заседания кафедры «ЛТ5» от 18.04.2024 г.
Лист переутверждения рабочей программы дисциплины / практики.

ОГЛАВЛЕНИЕ

	с.
1. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы.....	4
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы.....	6
3. Объем дисциплины	7
4. Содержание дисциплины, структурированное по модулям учебной дисциплины с указанием отведенного на них количества академических или астрономических часов и видов учебных занятий	8
5. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов	16
6. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации студентов по дисциплине.....	17
7. Перечень учебной литературы и дополнительных материалов, необходимых для освоения дисциплины	18
8. Перечень ресурсов сети интернет, рекомендуемых для самостоятельной работы при освоении дисциплины.....	19
9. Методические указания для студентов по освоению дисциплины.....	20
10. Перечень информационных технологий, используемых при изучении дисциплины, включая перечень программного обеспечения, информационных справочных систем и профессиональных баз данных	22
11. Описание материально-технической базы, необходимой для изучения дисциплины..	23

1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ), СООТНЕСЕННЫЕ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Настоящая рабочая программа дисциплины устанавливает требования к знаниям и умениям студента, а также определяет содержание и виды учебных занятий и отчетности.

Программа разработана в соответствии с:

- Самостоятельно устанавливаемым образовательным стандартом (СУОС 3++) по направлению подготовки (уровень бакалавриата): 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника»;
- Основной профессиональной образовательной программой по направлению подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника»;
- Учебным планом МГТУ им. Н.Э. Баумана по направлению подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника».

При освоении дисциплины планируется формирование компетенций, предусмотренных ОПОП на основе СУОС 3++ по направлению подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника» (уровень бакалавриата)

Код компетенции по СУОС 3++	Формулировка компетенции
	Профессиональные компетенции собственные
ПКС-5 (13.03.01/31 Энергообеспечение предприятий)	Способен участвовать в планировании и контроле деятельности персонала по эксплуатации объектов профессиональной деятельности

Для категорий «знать, уметь, владеть» планируется достижение результатов обучения (РО), вносящих на соответствующих уровнях вклад в формирование компетенций, предусмотренных основной профессиональной образовательной программой (табл. 1).

Таблица 1. Индикаторы достижения компетенции

1	2	3
Компетенция: код по СУОС 3++, формулировка	Индикаторы	Формы и методы обучения, способствующие формированию и развитию компетенции
<p>ПКС-5 (13.03.01/31 Энергообеспечение предприятий) Способен участвовать в планировании и контроле деятельности персонала по эксплуатации объектов профессиональной деятельности</p>	<p>ВЛАДЕТЬ - методами планирования работ по эксплуатации, техническому обслуживанию, текущему и капитальному ремонту объектов профессиональной деятельности</p>	<p>Лекции Семинары Лабораторные работы Самостоятельная работа (в том числе выполнение курсового проекта)</p> <p>Активные и интерактивные формы (методы) обучения: обсуждение практических примеров на лекциях и семинарах</p>

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина входит в блок Б1 «Дисциплины (модули)» образовательной программы бакалавриата по направлению 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника».

Изучение дисциплины предполагает предварительное освоение следующих дисциплин учебного плана:

- Техническая термодинамика;
- Газодинамика.

Освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее для следующих дисциплин образовательной программы:

- Энергосбережение в теплоэнергетике и теплотехнологии;
- Монтаж, эксплуатация и ремонт энергетического оборудования;
- Системы отопления, вентиляции и кондиционирования производственных и жилых зданий.

Освоение учебной дисциплины связано с формированием компетенций с учетом матрицы компетенций ОПОП для направления (уровень бакалавриата): 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника.

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общий объем дисциплины составляет 10 зачетных единиц (з.е.), 360 академических часов (270 астрономических часов). В том числе: 1 семестр – 5 з.е. (180 ак.ч.), 2 семестр – 5 з.е. (180 ак.ч.).

Таблица 2. Объем дисциплины по видам учебных занятий (в академических часах)

Виды учебной работы	Объем по семестрам, акад. ч.		
	Всего	Количество семестров освоения дисциплины	
		1	2
Объем дисциплины	360	180	180
Аудиторная работа*	144	72	72
Лекции (Л)	72	36	36
Семинары (С)	54	18	36
Лабораторные работы (ЛР)	18	18	0
Самостоятельная работа (СР)	216	108	108
Проработка учебного материала лекций	9	4.5	4.5
Подготовка к семинарам	6.75	2.25	4.5
Подготовка к лабораторным работам	18	18	0
Подготовка к экзамену	30	30	0
Подготовка к рубежному контролю	15	6	9
Выполнение расчетно-графической работы	15	15	0
Выполнение курсового проекта	54	0	54
Другие виды самостоятельной работы	68.25	32.25	36
Вид промежуточной аттестации		Экзамен	Зачёт ДЗчт

*в том числе, в форме практической подготовки

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ, СТРУКТУРИРОВАННОЕ ПО МОДУЛЯМ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ С УКАЗАНИЕМ ОТВЕДЕННОГО НА НИХ КОЛИЧЕСТВА АКАДЕМИЧЕСКИХ ИЛИ АСТРОНОМИЧЕСКИХ ЧАСОВ И ВИДОВ УЧЕБНЫХ ЗАНЯТИЙ

Таблица 3. Содержание дисциплины

№ п/п	Тема (название) модуля	Виды занятий*, часы				Компетенции, закрепленные за темой (код по СУОС 3++)	Текущий контроль результатов обучения		
		Л	С	ЛР	СР		Срок (неделя)	Формы	Баллы (мин/макс)
1 семестр									
1	Промышленное теплообменное оборудование	10	6	6	22	ПКС-5	5	Лабораторные работы № 1	3/5
								Рубежный контроль № 1	9/15
								ИТОГО:	12/20
2	Тепловой расчет теплообменников	8	4	4	17	ПКС-5	9	Лабораторные работы № 2	3/5
								Рубежный контроль № 2	9/15
								ИТОГО:	12/20
3	Теплообменные аппараты	18	8	8	39	ПКС-5	18	Лабораторные работы № 3	3/5
								Расчетно-графическая работа	15/25
								ИТОГО:	18/30
4	Экзамен	-	-	-	30	-	-	-	18/30
	ИТОГО за семестр	36	18	18	108	-	-	-	60/100
2 семестр									
5	Выпарные установки	12	12	0	18	ПКС-5	6	Рубежный контроль № 3	18/30
								ИТОГО:	18/30
6	Сушильные камеры и аппараты	12	12	0	18	ПКС-5	12	Рубежный контроль № 4	18/30
								ИТОГО:	18/30

7	Ректификационные и сорбционные аппараты	12	12	0	18	ПКС-5	18	Рубежный контроль № 5	24/40
								ИТОГО:	24/40
8	Курсовой проект	-	-	-	54	-	-	-	60/100
	ИТОГО за семестр	36	36	0	108	-	-	-	60/100

*в том числе, в форме практической подготовки

Содержание дисциплины, структурированное по темам (модулям)

№, п/п	Наименование модуля, содержание	Часы
1	«Промышленное теплообменное оборудование»	
	Лекции	10
1.1	Теплопередающие и теплоиспользующие установки. Высокотемпературные технологические установки. Тепловые реакторы и энергетические установки. Электротехнические установки. Теплообменные аппараты. Теплоиспользующие аппараты. Холодильные и криогенные агрегаты.	2
1.2	Классификация теплообменных аппаратов. Классификация теплообменных аппаратов по принципу действия, по конструктивным особенностям, по виду взаимного движения теплоносителей, по типу теплоносителей, по режиму работы, по применению и использованию.	2
1.3	Теплоносители и их свойства. Классификация теплоносителей по агрегатному состоянию. Теплофизические свойства теплоносителей. Физико-механические свойства теплоносителей. Температура кипения и растворимость газов теплоносителей. Жидкие металлические теплоносители. Хладагенты.	2
1.4	Теплообменные аппараты периодического и непрерывного действия. Переходные процессы в теплообменных аппаратах. Индикаторные воздействия и функция отклика. Переходная и передаточная функция тепловых процессов. Метод моментов: начальные и центральные моменты. Схемы соединения теплообменных аппаратов.	2
1.5	Классификация теплоиспользующих установок. Выпарные аппараты. Кристаллизаторы. Абсорбционные аппараты. Адсорбционные аппараты. Перегонные кубы и ректификационные колонны. Сушильные установки. Холодильные и криогенные агрегаты	2
	Семинары	6
С1.1	Теплоносители и их свойства	2
С1.2	Расчет коэффициентов теплопередачи рекуператоров	2
С1.3	Переходные процессы в теплообменных аппаратах	2
	Лабораторные работы	6
ЛР1.1	Моделирование процесса теплопередачи в рекуператорах	2
ЛР1.2	Определение параметров теплообменника методом моментов	2
ЛР1.3	Определение параметров соединения теплообменных аппаратов	2
	Самостоятельная работа	22
СР1.1	Проработка учебного материала лекций	1.25
СР1.2	Подготовка к семинарам	0.75
СР1.3	Подготовка к лабораторным работам	6
СР1.4	Подготовка к рубежному контролю	3
СР1.5	Другие виды самостоятельной работы	11
2	«Тепловой расчет теплообменников»	
	Лекции	8
2.1	Конструктивный расчет рекуперативных теплообменников. Определение коэффициента теплоотдачи. Средний температурный напор. Определение эффективных гидравлических характеристик рекуператора. Расчет коэффициента теплопередачи. Определение	2

	конструктивного строения, площади поверхности и длины рекуператора	
2.2	Поверочный расчет рекуперативных теплообменных аппаратов. Определение конечных температур теплоносителей для прямотока и противотока. Определение средних температур и температурного напора. Поверка коэффициента теплопередачи. Определение мощности теплообмена.	2
2.3	Тепловой расчет теплообменников регенераторного типа. Поверочный расчет регенератора. Расчет неизвестных температур, теплофизических свойств теплоносителей и их скоростей в 1 приближении. Расчет коэффициента теплопередачи и числа единиц переноса в 1 приближении. Расчет температурного напора. Итерационное уточнение расчетов. Проектный расчет регенератора. Расчет коэффициента теплопередачи и числа единиц переноса. Расчет площади теплообмена.	2
2.4	Тепловой расчет теплообменных аппаратов смешительного типа. Тепловой расчет градирни с естественной и вынужденной тягой. Тепловой расчет форсуночного скруббера. Тепловой расчет скруббера Вентури. Расчет скруббера с неподвижной насадкой.	2
	Семинары	4
С2.1	Последовательность теплового расчета рекуператора	2
С2.2	Расчет теплопередачи и числа единиц переноса регенератора	2
	Лабораторные работы	4
ЛР2.1	Тепловой расчет рекуператора	2
ЛР2.2	Тепловой расчет регенератора	2
	Самостоятельная работа	17
СР2.1	Проработка учебного материала лекций	1
СР2.2	Подготовка к семинарам	0.5
СР2.3	Подготовка к лабораторным работам	4
СР2.4	Подготовка к рубежному контролю	3
СР2.5	Другие виды самостоятельной работы	8.5
3	«Теплообменные аппараты»	
	Лекции	18
3.1	Рекуперативные теплообменные аппараты. Рекуперативные теплообменные аппараты, их классификация, назначение и области применения. Основные конструкции: кожухотрубные, секционные теплообменники, теплообменники с оребренными трубами, пластинчатые теплообменники, их виды, змеевиковые и спиральные теплообменники. Схемы относительного движения теплоносителей.	2
3.2	Тепловые параметры рекуператора. Распределение температур в трубах и каналах теплообменников. Эффективность теплообменников. Особенности расчета теплообменников с фазовыми переходами теплоносителя. Особенности расчета теплообменников в случае зависимости коэффициента теплоотдачи от температуры поверхности теплообмена. Теплообменные аппараты с оребрением поверхности. Технологии оребрения. Характеристики ребер. Расчет теплообменников с оребрением.	2
3.3	Рекуперативные теплообменники периодического действия. Температурные графики и расчет рекуперативных теплообменников периодического действия. Тепловые трубы Теплообменные аппараты	2

	на тепловых трубах. Методы интенсификации теплообмена в рекуперативных теплообменниках.	
3.4	Регенеративные теплообменные аппараты. Регенеративные теплообменные аппараты, область их применения, конструкции и принцип действия. Преимущества и недостатки регенеративных теплообменников по сравнению с рекуперативными. Теплообменники с неподвижной и подвижной насадками. Виды применяемых насадок. Изменение температур в насадке регенеративного теплообменника. Коэффициент аккумуляции насадки.	2
3.5-3.6	Тепловые параметры регенеративных теплообменников. Виды теплообмена в регенераторе. Объемный коэффициент теплопередачи. Расчет коэффициента теплопередачи в регенераторе. Температурный гистерезис. Сравнение тепловой эффективности работы регенератора и рекуператора. Влияние характеристик насадки на тепловую эффективность регенератора.	4
3.7	Смесительные теплообменники. Принцип действия, области применения и конструкции смесительных теплообменников. Полые, насадочные, пенные скрубберы. Смесительные теплообменники с взвешенным слоем насадки. Скрубберы Вентури. Контактные аппараты с активной насадкой (КТАН). Испарители и конденсаторы смесительного типа. Оросительные камеры центральных кондиционеров.	2
3.8	Тепловые параметры смесительных теплообменников. Диаграмма «энтальпия-влажность» (H-d) влажного воздуха. Основные процессы обработки воздуха в H-d диаграмме. Процессы обработки воздуха в прямоточных и противоточных скрубберах. Тепловой баланс смесительного аппарата. Построение процесса изменения состояния воздуха в смесительном теплообменнике. Средняя разность температур в смесительном теплообменнике. Коэффициенты теплопередачи в смесительных теплообменниках.	2
3.9	Конденсационные теплообменники для глубокой утилизации теплоты влажных газов: продуктов сгорания, вентиляционных выбросов, отработанного сушильного агента; конструкции, принцип действия, методы расчета. Деаэраторы, их назначение, виды, конструкции, принципы действия, основы расчета. Системы оборотного водоснабжения промышленных предприятий. Вентиляторные, башенные, атмосферные и радиаторные градирни. Их конструкции и сравнение. Методы и особенности расчета градирен. Аппараты воздушного охлаждения.	2
	Семинары	8
СЗ.1	Тепловые трубы. Теплообменные аппараты на тепловых трубах	2
СЗ.2	Насадки и их влияние на тепловую эффективность регенератора	2
СЗ.3	Смесительные теплообменники с взвешенным слоем насадки	2
СЗ.4	Тепловой баланс смесительного теплообменного аппарата	2
	Лабораторные работы	8
ЛРЗ.1	Расчет теплообмена струйного газопромывателя	2
ЛРЗ.2	Расчет теплового и материального баланса смесителей	2
ЛРЗ.3	Расчет атмосферных градирен	2
ЛРЗ.4	Расчет теплообменных аппаратов на тепловых трубах	2
	Самостоятельная работа	39
СРЗ.1	Проработка учебного материала лекций	2.25

СР3.2	Подготовка к семинарам	1
СР3.3	Подготовка к лабораторным работам	8
СР3.4	Выполнение расчетно-графической работы	15
СР3.5	Другие виды самостоятельной работы	12.75
4	Экзамен	30
СР4.1	Подготовка к экзамену	30
5	«Выпарные установки»	
	Лекции	12
5.1	Классификация выпарных установок. Выпарные аппараты. Основные конструкции выпарных аппаратов. Выпарные аппараты со свободной, естественной и принудительной циркуляцией. Пленочные выпарные аппарата и испарители. Теплофизические свойства растворов и смесей. Технические способы выпаривания. Физико-химические и термодинамические основы процессов выпаривания.	2
5.2	Испарители и конденсаторы. Типы испарителей. Схемы подключения и особенности конструкции. Сепарация пара. Потери давления. Температурный напор. Температурная депрессия. Типы конденсаторов. Конденсация смесей. Расчет теплопередачи. Средняя температура и потери давления. Барометрические конденсаторы.	2
5.3	Материальный и тепловой баланс выпарной установки. Материальный баланс выпарного однокорпусного аппарата. Тепловой баланс выпарного однокорпусного аппарата. Расчет поверхности теплообмена выпарной установки. Тепловые схемы выпарных и опреснительных установок, методика расчета.	2
5.4- 5.5	Многокорпусные выпарные аппараты. Схемы многокорпусных выпарных аппаратов с прямоточным и противоточным питанием. Достоинства и недостатки. Располагаемая и полезная разности температур и ее распределение по ступеням многоступенчатой выпарной установки. Выбор количества корпусов. Расчет многокорпусного выпарного аппарата. Выпарные аппараты адиабатного вскипания. Выпарные аппараты погружного горения. Выпарные аппараты с тепловым насосом. Вакуумные выпарные аппараты.	4
5.6	Кристаллизаторы. Создание пересыщенного раствора: охлаждение и испарение. Процесс образования зародышей. Конструкции кристаллизаторов. Кристаллизаторы с воздушным и водяным охлаждением. Вакуум – кристаллизаторы. Многокорпусные кристаллизаторы. Материальный и тепловой баланс кристаллизатора.	2
	Семинары	12
С5.1	Теплофизические свойства растворов и смесей	2
С5.2	Температурная депрессия выпарных установок	2
С5.3	Материальный и тепловой баланс выпарного однокорпусного аппарата	2
С5.4	Вакуумные выпарные аппараты	2
С5.5	Расчет многокорпусного выпарного аппарата	2
С5.6	Материальный и тепловой баланс кристаллизатора	2
	Самостоятельная работа	18
СР5.1	Проработка учебного материала лекций	1.5
СР5.2	Подготовка к семинарам	1.5
СР5.3	Подготовка к рубежному контролю	3

СР5.4	Другие виды самостоятельной работы	12
6	«Сушильные камеры и аппараты»	
	Лекции	12
6.1	Сушка. Способы удаления влаги из материала. Формы связи влаги с материалом. Равновесное и критическое влагосодержание. Статика и кинетика процесса сушки. Первый и второй периоды сушки материалов. Определение скорости сушки.	2
6.2	Сушильные агенты. Абсолютная и относительная влажность воздуха. Насыщенность и степень насыщенности. Влагосодержание. Энтальпия влажного воздуха. Точка росы. Температура мокрого термометра. $I - x$ диаграмма Рамзина. Дымовые газы: методы получения, состав, энтальпия и влагосодержание.	2
6.3	Материальный и тепловой баланс процесса сушки. Материальный баланс воздушной сушилки. Расход сушильного агента. Тепловой баланс воздушной сушилки. Теоретическая и реальная сушилка. Определение удельного расхода воздуха по $I - x$ диаграмме Рамзина.	2
6.4	Управление сушильным агентом в процессе сушки. Сушка с подогревом воздуха в сушильной камере. Сушка с возвратом отработанного воздуха. Сушка с промежуточным подогревом. Сушка дымовыми газами.	2
6.5	Скорость процесса сушки. Состояние влаги в материале. Общие понятия о скорости сушки. Скорость процесса сушки при постоянном влагосодержании сушильного агента. Скорость процесса сушки при переменном влагосодержании сушильного агента.	2
6.6	Конструкции сушильных камер. Классификация сушилок. Атмосферные сушилки непрерывного действия. Пневматические трубы-сушилки. Сушка во взвешенном слое. Турбинные сушилки. Вакуумные сушилки. Радиационные сушилки. Сушка токами высокой и промышленной частоты.	2
	Семинары	12
С6.1	Формы связи влаги с материалом. Коэффициент влагопроводности	2
С6.2	Определение параметров влажного воздуха по $I - x$ диаграмме	2
С6.3	Расчет теплового и материального баланса воздушной сушилки	2
С6.4	Определение параметров дымовых газов	2
С6.5	Расчет пневматической трубы-сушилки	2
С6.6	Расчет сушки во взвешенном слое	2
	Самостоятельная работа	18
СР6.1	Проработка учебного материала лекций	1.5
СР6.2	Подготовка к семинарам	1.5
СР6.3	Подготовка к рубежному контролю	3
СР6.4	Другие виды самостоятельной работы	12
7	«Ректификационные и сорбционные аппараты»	
	Лекции	12
7.1	Фазовое равновесие. Гомогенные и гетерогенные среды. Состав фаз и фазовое равновесие. Правило фаз Гиббса. Закон Генри. Закон Рауля. Молекулярная и конвективная диффузия. Двухкомпонентные среды. Носители и распределяемое вещество.	2
7.2	Движущая сила процессов. Уравнение рабочей линии концентраций. Скорость передачи массы. Уравнение массопередачи. Число единиц	2

	переноса. Высота единицы переноса. Определение числа ступеней изменения концентрации. Коэффициент массопередачи.	
7.3	Абсорбция. Растворимость газов в жидкостях. Уравнение абсорбции. Неизотермическая абсорбция. Поверхностные и пленочные абсорберы. Насадки. Насадочные колонны. Барботажные колонны. Колонны с ситчатыми и колпачковыми тарелками. Число тарелок. Скрубберы.	2
7.4	Адсорбция. Адсорбенты. Изотермы сорбции. Десорбция. Уравнение адсорбции. Схемы и аппараты адсорбции. Аппараты периодического и непрерывного действия.	2
7.5	Простая перегонка. Фазовое равновесие жидких смесей. Взаимная растворимость жидкостей. Свойства смесей жидкостей и их паров. Фазовые диаграммы состояния смесей жидкостей. Азеотропия. Простая перегонка с дефлегмацией. Уравнение простой перегонки. Основы кинематики массообмена. Перегонка с водяным паром.	2
7.6	Ректификация. Материальный и тепловой баланс ректификационной колонны. Флегмовое число. Рабочие линии исчерпывающей и укрепляющей части ректификационной колонны. Материальный и тепловой баланс ректификационной колонны. Определение затрат энергии на разделение смеси в колонне. Определение числа тарелок в колонне.	2
	Семинары	12
С7.1	Определение относительной и абсолютной концентрации многокомпонентных сред	2
С7.2	Определение высоты и количества единиц переноса сорбции	2
С7.3	Методы решения уравнения абсорбции	2
С7.4	Определение кубового остатка и дистиллята при простой перегонке	2
С7.5	Материальный и тепловой баланс ректификационной колонны	2
С7.6	Определение числа тарелок в ректификационной колонне	2
	Самостоятельная работа	18
СР7.1	Проработка учебного материала лекций	1.5
СР7.2	Подготовка к семинарам	1.5
СР7.3	Подготовка к рубежному контролю	3
СР7.4	Другие виды самостоятельной работы	12
8	Курсовой проект	54
СР8.1	Выполнение курсового проекта	54

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

Самостоятельная работа студентов по дисциплине обеспечивается следующими учебно-методическими материалами:

1. Рабочая программа дисциплины.
2. Учебная литература и дополнительные материалы [Раздел 7 Рабочей программы дисциплины].
3. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» [Раздел 8 Рабочей программы дисциплины].
4. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины [Раздел 9 Рабочей программы дисциплины], обеспечивающие самостоятельную работу студента при подготовке к учебным занятиям, выполнении домашних работ, подготовке к контрольным мероприятиям и аттестациям.
5. Комплект индивидуальных заданий.

Студенты получают доступ к указанным материалам начиная с первого занятия по дисциплине.

6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ СТУДЕНТОВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Фонд оценочных средств (ФОС) для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине базируется на перечне компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы (раздел 1). ФОС обеспечивает объективный контроль достижения всех результатов обучения, запланированных для дисциплины.

ФОС включает в себя:

- перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы;
- описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания;
- типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, владений и (или) опыта деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы;
- методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, владений и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.

Контроль освоения дисциплины производится в соответствии с Положением о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации студентов МГТУ им. Н.Э. Баумана.

ФОС является приложением к данной рабочей программе дисциплины.

7. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И ДОПОЛНИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ, НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Литература по дисциплине

1. Тепловые агрегаты и установки Учебное пособие для обучающихся по направлению подготовки 08.03.01 Строительство / Баженова О.Ю., Баженова С.И., Зорин Д.А., Козлова И.В., Стенечкина К.С. - 2020. - URL: <http://www.iprbookshop.ru/101839.html>.
2. Бакланова, В. Г. Теплообменные аппараты низкотемпературных установок и систем термостатирования : учебное пособие / В. Г. Бакланова, Ю. А. Шевич. — Москва : МГТУ им. Н.Э. Баумана, [б. г.]. — Часть 1 : Аппараты трубчатого и пластинчато-ребристого типов — 2011. — 68 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/52215>
3. Централизованное теплоснабжение Учебное пособие / Воронин А.И., Аборнев Д.В., Фомушенко Л.В., Шагрова А.А. - 2018. - URL: <http://www.iprbookshop.ru/83244.html>.
4. Семёнов, Ю. П. Теплоснабжение предприятий лесного комплекса: учебное пособие / Ю. П. Семёнов, А. Б. Левин, В. Г. Малинин. — Москва : МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2010. — 185 с. — ISBN 978-5-8135-0528-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/104627>
5. Шкаровский, А. Л. Теплоснабжение : учебник / А. Л. Шкаровский. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2020. — 392 с. — ISBN 978-5-8114-5222-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/136185>
6. Теплоснабжение Учебное пособие / Подпороинов Б.Ф. - 2011. - URL: <http://www.iprbookshop.ru/28404.html>.

Дополнительные материалы

7. Процессы и аппараты. Расчет и проектирование аппаратов для тепловых и теплообменных процессов : учебник для вузов / А. Н. Остриков, В. Н. Василенко, Л. Н. Фролова, А. В. Терехина. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 440 с. — ISBN 978-5-8114-7644-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/163402>
8. Гнездилова, А. И. Тепловые и массообменные процессы : учебное пособие / А. И. Гнездилова. — Вологда : ВГМХА им. Н.В. Верещагина, 2016. — 108 с. — ISBN 978-5-98076-211-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/130876>

8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ СЕТИ ИНТЕРНЕТ, РЕКОМЕНДУЕМЫХ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ПРИ ОСВОЕНИИ ДИСЦИПЛИНЫ

1. Сайт кафедры ЛТ5-МФ «Проектирование объектов лесного комплекса»: <https://mf.bmstu.ru/info/faculty/lt/caf/lt5/>.
2. Открытая информационная группа кафедры в социальной сети «ВКонтакте»: <http://vk.com/bmstu1830>.
3. Российская государственная библиотека: <http://www.rsl.ru>.
4. Государственная публичная научно-техническая библиотека России: <http://www.gpntb.ru>.
5. Библиотека МГТУ им. Н.Э. Баумана: <http://library.bmstu.ru>.
6. Научно-техническая библиотека КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана: <https://bmstu-kaluga.ru/library>.
7. Научно-техническая библиотека МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана: <https://mf.bmstu.ru/info/library/>.
8. Научная электронная библиотека: <http://eLIBRARY.RU>.
9. Электронно-библиотечная система издательства «Лань»: <http://e.lanbook.com>.
10. Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека онлайн»: <http://biblioclub.ru>.
11. Электронно-библиотечная система «IPRbooks»: <http://www.iprbookshop.ru>.
12. Электронно-библиотечная система (ЭБС) «Юрайт»: <https://biblio-online.ru>.
13. Центральная библиотека образовательных ресурсов Минобрнауки РФ: www.edulib.ru.
14. Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов: <http://school-collection.edu.ru>.
15. Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов: <http://fcior.edu.ru>.

9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ СТУДЕНТОВ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Приступая к работе, каждый студент должен принимать во внимание нижеследующие положения.

Дисциплина построена по модульному принципу, каждый модуль представляет собой логически завершённый раздел курса. В первом семестре четыре модуля (включая экзамен). Во втором семестре три модуля, выполняется курсовой проект.

На первом занятии студент получает информацию для доступа к комплексу учебно-методических материалов по дисциплине.

Лекционные занятия посвящены рассмотрению ключевых, базовых положений курса и разъяснению учебных заданий, выносимых на самостоятельную проработку.

Семинарские занятия проводятся для закрепления усвоенной информации, приобретения навыков ее применения для решения практических задач в предметной области дисциплины.

Лабораторные работы предназначены для приобретения опыта практической реализации основной профессиональной образовательной программы. Методические указания к лабораторным работам прорабатываются студентами во время самостоятельной подготовки. Необходимый уровень подготовки контролируется перед проведением лабораторных работ.

Практическая подготовка при реализации учебной дисциплины организуется путем проведения практических занятий, практикумов, лабораторных работ и индивидуальных и(или) групповых консультаций, предусматривающих участие обучающихся в выполнении отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

Практическая подготовка может включать в себя отдельные занятия лекционного типа, которые предусматривают передачу учебной информации обучающимся, необходимой для последующего выполнения работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

Самостоятельная работа студентов включает следующие виды: в первом семестре проработка учебного материала лекций, подготовка к семинарам, подготовка к лабораторным работам, подготовка к экзамену, подготовка к рубежному контролю, выполнение расчетно-графической работы, во втором семестре проработка учебного материала лекций, подготовка к семинарам, выполнение курсового проекта, подготовка к рубежному контролю. Результаты всех видов работы студентов формируются в виде их личного рейтинга, который учитывается на промежуточной аттестации. Самостоятельная работа предусматривает не только проработку материалов лекционного курса, но и их расширение в результате поиска, анализа, структурирования и представления в компактном виде современной информации из всех возможных источников.

Текущий контроль проводится в течение каждого модуля, его итоговые результаты складываются из оценок по следующим видам контрольных мероприятий:

- Рубежный контроль
- Расчетно-графическая работа
- Лабораторные работы.

Освоение дисциплины и ее успешное завершение на стадии промежуточной аттестации возможно только при регулярной работе во время семестра и планомерном прохождении текущего контроля. Набрать рейтинг по всем модулям в каждом семестре, пройти по каждому модулю плановые контрольные мероприятия в течение экзаменационной сессии невозможно.

Для завершения работы в семестре студент должен выполнить все контрольные мероприятия.

Промежуточная аттестация по результатам первого семестра по дисциплине проходит в форме экзамена, контролирующего освоение ключевых, базовых положений дисциплины, составляющих основу остаточных знаний по ней. Промежуточная аттестация по результатам второго семестра проходит в форме дифференцированного зачета.

Методика оценки по рейтингу

Студент, выполнивший все предусмотренные учебным планом задания и сдавший все контрольные мероприятия, получает итоговую оценку по дисциплине за семестр в соответствии со шкалой:

Рейтинг	Оценка на экзамене, дифференцированном зачете	Оценка на зачете
85 – 100	отлично	Зачтено
71 – 84	хорошо	
60 – 70	удовлетворительно	
0 – 59	неудовлетворительно	Не зачтено

Оценивание дисциплины ведется в соответствии с Положением о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации студентов МГТУ им. Н.Э. Баумана.

10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ДИСЦИПЛИНЫ, ВКЛЮЧАЯ ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ, ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ И ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ БАЗ ДАННЫХ

Информационные технологии:

- Электронная информационно-образовательная среда МГТУ им. Н.Э. Баумана обеспечивает доступ к учебным планам, рабочим программам дисциплин (модулей), программам практик, электронным учебным изданиям и электронным образовательным ресурсам, указанным в рабочих программах дисциплин (модулей), программах практик, формирование электронного портфолио обучающегося, в том числе сохранение его работ и оценок за эти работы. Предусмотрена возможность синхронного и асинхронного взаимодействия студентов и преподавателей посредством технологий и служб по пересылке и получению электронных сообщений между пользователями компьютерной сети Интернет.
- e-mail преподавателя для оперативной связи: sapozhnikov.i.v@bmstu.ru

Программное обеспечение:

- Mathcad
- Microsoft Office
- PowerPoint
- Windows

Информационные справочные системы:

- Информационно-правовая система «Гарант» <http://www.garant.ru>;
- Информационно-правовая система «Консультант Плюс» <http://www.consultant.ru>;

Профессиональные базы данных:

- Ресурс «Машиностроение» <http://www.i-mash.ru>.
- Портал машиностроения <http://www.mashportal.ru>.

**11. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ,
НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

Перечень материально-технического обеспечения дисциплины

№, п/п	Вид занятий	Вид и наименование оборудования
1	Лекции	специально оборудованные аудитории с мультимедийными средствами, средствами звуковоспроизведения и имеющими выход в сеть Интернет; помещения для проведения аудиторных занятий, оборудованные учебной мебелью; аудитории оснащенные компьютерами с доступом к базам данных и сети Интернет; студии; компьютерные классы.
2	Семинары	специально оборудованные аудитории с мультимедийными средствами, средствами звуковоспроизведения и имеющими выход в сеть Интернет; помещения для проведения аудиторных занятий, оборудованные учебной мебелью; аудитории оснащенные компьютерами с доступом к базам данных и сети Интернет; студии; компьютерные классы.
3	Лабораторные работы	специально оборудованные аудитории с мультимедийными средствами, средствами звуковоспроизведения и имеющими выход в сеть Интернет; помещения для проведения аудиторных занятий, оборудованные учебной мебелью; аудитории оснащенные компьютерами с доступом к базам данных и сети Интернет; студии; компьютерные классы.
4	Самостоятельная работа	библиотека, имеющая рабочие места для студентов; выставочные залы; аудитории, оснащенные компьютерами с доступом к сети Интернет. Социокультурное пространство университета позволяет студенту качественно выполнять самостоятельную работу.

ЛИСТ ВНЕСЕНИЯ ИЗМЕНЕНИЙ

1). П.7. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ, ЧИТАТЬ В СЛЕДУЮЩЕЙ РЕДАКЦИИ:

7. Перечень учебной литературы и дополнительных материалов, необходимых для освоения дисциплины

Литература по дисциплине:

1. Тепловые агрегаты и установки Учебное пособие для обучающихся по направлению подготовки 08.03.01 Строительство / Баженова О.Ю., Баженова С.И., Зорин Д.А., Козлова И.В., Стенечкина К.С. - 2020. - URL: <http://www.iprbookshop.ru/101839.html>.
2. Бакланова, В. Г. Теплообменные аппараты низкотемпературных установок и систем термостатирования : учебное пособие / В. Г. Бакланова, Ю. А. Шевич. — Москва : МГТУ им. Н.Э. Баумана, [б. г.]. — Часть 1 : Аппараты трубчатого и пластинчато- ребристого типов — 2011. — 68 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/52215>
3. Централизованное теплоснабжение Учебное пособие / Воронин А.И., Аборнев Д.В., Фомущенко Л.В., Шагрова А.А. - 2018. - URL: <http://www.iprbookshop.ru/83244.html>.
4. Семёнов, Ю. П. Теплоснабжение предприятий лесного комплекс : учебное пособие / Ю. П. Семёнов, А. Б. Левин, В. Г. Малинин. — Москва : МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2010. — 185 с. — ISBN 978-5-8135-0528-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/104627>
5. Шкаровский, А. Л. Теплоснабжение : учебник / А. Л. Шкаровский. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2020. — 392 с. — ISBN 978-5-8114-5222-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/136185>
6. Теплоснабжение Учебное пособие / Подпороинов Б.Ф. - 2011. - URL: <http://www.iprbookshop.ru/28404.html>.

2). П.10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ДИСЦИПЛИНЫ, ВКЛЮЧАЯ ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ, ЧИТАТЬ В СЛЕДУЮЩЕЙ РЕДАКЦИИ:

10. Перечень информационных технологий, используемых при изучении дисциплины, включая перечень программного обеспечения, информационных справочных систем и профессиональных баз данных

Программное обеспечение:

- Foxit Reader
- Mathcad
- OpenOffice

Преподаватель кафедры:

Сапожников И.В., доцент (к.н.), кандидат технических наук, доцент, sapozhnikov.i.v@bmstu.ru

ЛИСТ ВНЕСЕНИЯ ИЗМЕНЕНИЙ

1). П.7. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ, ЧИТАТЬ В СЛЕДУЮЩЕЙ РЕДАКЦИИ:

7. Перечень учебной литературы и дополнительных материалов, необходимых для освоения дисциплины

Литература по дисциплине:

1. Тепловые агрегаты и установки Учебное пособие для обучающихся по направлению подготовки 08.03.01 Строительство / Баженова О.Ю., Баженова С.И., Зорин Д.А., Козлова И.В., Стенечкина К.С. - 2020. - URL: <http://www.iprbookshop.ru/101839.html>.
2. Бакланова, В. Г. Теплообменные аппараты низкотемпературных установок и систем термостатирования : учебное пособие / В. Г. Бакланова, Ю. А. Шевич. — Москва : МГТУ им. Н.Э. Баумана, [б. г.]. — Часть 1 : Аппараты трубчатого и пластинчато- ребристого типов — 2011. — 68 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/52215>
3. Централизованное теплоснабжение Учебное пособие / Воронин А.И., Аборнев Д.В., Фомущенко Л.В., Шагрова А.А. - 2018. - URL: <http://www.iprbookshop.ru/83244.html>.
4. Семёнов, Ю. П. Теплоснабжение предприятий лесного комплекс : учебное пособие / Ю. П. Семёнов, А. Б. Левин, В. Г. Малинин. — Москва : МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2010. — 185 с. — ISBN 978-5-8135-0528-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/104627>
5. Шкаровский, А. Л. Теплоснабжение : учебник / А. Л. Шкаровский. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2020. — 392 с. — ISBN 978-5-8114-5222-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/136185>
6. Теплоснабжение Учебное пособие / Подпороинов Б.Ф. - 2011. - URL: <http://www.iprbookshop.ru/28404.html>.

2). П.10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ДИСЦИПЛИНЫ, ВКЛЮЧАЯ ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ, ЧИТАТЬ В СЛЕДУЮЩЕЙ РЕДАКЦИИ:

10. Перечень информационных технологий, используемых при изучении дисциплины, включая перечень программного обеспечения, информационных справочных систем и профессиональных баз данных

Программное обеспечение:

- Foxit Reader
- LibreOffice
- Mathcad

Преподаватель кафедры:

Сапожников И.В., доцент (к.н.), кандидат технических наук, доцент, sapozhnikov.i.v@bmstu.ru

ЛИСТ ВНЕСЕНИЯ ИЗМЕНЕНИЙ

1). П.7. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ, ЧИТАТЬ В СЛЕДУЮЩЕЙ РЕДАКЦИИ:

7. Перечень учебной литературы и дополнительных материалов, необходимых для освоения дисциплины

Литература по дисциплине:

1. Тепловые агрегаты и установки Учебное пособие для обучающихся по направлению подготовки 08.03.01 Строительство / Баженова О.Ю., Баженова С.И., Зорин Д.А., Козлова И.В., Стенечкина К.С. - 2020. - URL: <http://www.iprbookshop.ru/101839.html>.
2. Бакланова, В. Г. Теплообменные аппараты низкотемпературных установок и систем термостатирования : учебное пособие / В. Г. Бакланова, Ю. А. Шевич. — Москва : МГТУ им. Н.Э. Баумана, [б. г.]. — Часть 1 : Аппараты трубчатого и пластинчато- ребристого типов — 2011. — 68 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/52215>
3. Централизованное теплоснабжение Учебное пособие / Воронин А.И., Аборнев Д.В., Фомущенко Л.В., Шагрова А.А. - 2018. - URL: <http://www.iprbookshop.ru/83244.html>.
4. Семёнов, Ю. П. Теплоснабжение предприятий лесного комплекс : учебное пособие / Ю. П. Семёнов, А. Б. Левин, В. Г. Малинин. — Москва : МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2010. — 185 с. — ISBN 978-5-8135-0528-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/104627>
5. Теплоснабжение Учебное пособие / Подпороинов Б.Ф. - 2011. - URL: <http://www.iprbookshop.ru/28404.html>.

2). П.10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ДИСЦИПЛИНЫ, ВКЛЮЧАЯ ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ, ЧИТАТЬ В СЛЕДУЮЩЕЙ РЕДАКЦИИ:

10. Перечень информационных технологий, используемых при изучении дисциплины, включая перечень программного обеспечения, информационных справочных систем и профессиональных баз данных

Программное обеспечение:

- LibreOffice
- Mathcad
- Mozilla Firefox

Преподаватель кафедры:

Сапожников И.В., доцент (к.н.), кандидат технических наук, доцент, sapozhnikov.i.v@bmstu.ru