Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 18.09.2025 17:19:39
Уникальный программный ключ:
8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1d6

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

Факультет урбанистики и городского хозяйства

УТВЕРЖДАЮ
Декан
_____/К.И. Лушин/
27 февраля 2025 года

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Проектирование и эксплуатация теплоэнергетических установок

Направление подготовки
13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Профиль
Распределенная тепловая энергетика

Квалификация
Магистр

Формы обучения
Очная и заочная

Москва, 2025 г.

Разработчик(и):

Профессор кафедры «Промышленная теплоэнергетика», д.т.н., профессор _____ / С.Д. Корнеев /
И.О. Фамилия

Согласовано:

Заведующий кафедрой «Промышленная теплоэнергетика», к.т.н., доцент _____ / Л.А. Марюшин /
И.О. Фамилия

Содержание

1. Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине 4
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы 5
3. Структура и содержание дисциплины 5
   - 3.1. Виды учебной работы и трудоемкость 5
   - 3.2. Тематический план изучения дисциплины 6
   - 3.3. Содержание дисциплины 7
   - 3.4. Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий 8
4. Учебно-методическое и информационное обеспечение 9
   - 4.1. Нормативные документы и ГОСТы 9
   - 4.2. Основная литература 9
   - 4.3. Дополнительная литература 9
   - 4.4. Электронные образовательные ресурсы 9
   - 4.5. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение 10
   - 4.6. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы 10
5. Материально-техническое обеспечение 11
6. Методические рекомендации 11
   - 6.1. Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения 11
   - 6.2. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины 12
7. Фонд оценочных средств 12
   - 7.1. Методы контроля и оценивания результатов обучения 12
   - 7.2. Шкала и критерии оценивания результатов обучения 12
   - 7.3. Оценочные средства 13

1. Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине

К **основным целям** освоения дисциплины «Проектирование и эксплуатация теплоэнергетических установок» следует отнести:

– формирование знаний о современных принципах, методах и средствах проектирования и эксплуатации теплоэнергетических установок;

– изучение способов повышения эффективности эксплуатации теплоэнергетических установок, выработка навыков у студентов самостоятельно формулировать и решать задачи проектирования тепловых энергоустановок;

– подготовка студентов к деятельности в соответствии с квалификационной характеристикой магистра по направлению, в том числе формирование умений по выявлению необходимых усовершенствований и разработке новых, более эффективных методов проектирования и эксплуатации теплоэнергетических установок.

К **основным задачам** освоения дисциплины «Проектирование и эксплуатация теплоэнергетических установок» следует отнести:

– выработать навыки у студентов самостоятельно формулировать задачи проектирования и эксплуатации теплоэнергетических установок;

– научить мыслить системно на примерах решать задачи проектирования и эксплуатации теплоэнергетических установок с учетом технологических и экономических факторов;

– научить анализировать существующие принципы и методы проектирования и эксплуатации теплоэнергетических установок, разрабатывать и внедрять необходимые изменения с позиций повышения эффективности;

– дать информацию о новых направлениях и методах проектирования и эксплуатации теплоэнергетических установок в отечественной и зарубежной практике, развивать способности объективно оценивать их преимущества и недостатки;

– научить анализировать результаты моделирования проектных и рабочих ситуаций, производить поиск оптимизационного решения с помощью всевозможных методов.

Обучение по дисциплине «Проектирование и эксплуатация теплоэнергетических установок» направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций:

Код и наименование компетенций	**Индикаторы достижения компетенции**
ПК-1 Способность к разработке концепций и проведению теплотехнических расчетов объектов профессиональной деятельности	ИПК-1.1. Использует нормативно-техническую документацию при выполнении отдельных разделов проектов ИПК-1.2. Проводит выбор наилучших схем теплотехнических систем и конструкций теплотехнических аппаратов при выполнении отдельных разделов проектов ИПК-1.3. Участвует в проведении авторского надзора при проведении работ по выполнению проекта ИПК-1.4. Применяет типовых и новых проектных решений для соблюдения требований энергетической эффективности зданий, строений, сооружений
ПК-3 способность к организации работ по эксплуатации тепломеханическог о оборудования	ИПК-3.1. Способен эксплуатировать энергетическое и тепломеханического оборудования ИПК-3.2. Способен ремонтировать энергетическое и тепломеханического оборудования ИПК-3.3. Способен модернизировать энергетическое и тепломеханического оборудования

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к части, формируемая участниками образовательных отношений блока Б1 «Дисциплины (модули)».

Дисциплина «Проектирование и эксплуатация теплоэнергетических установок» взаимосвязана логически и содержательно-методически со следующими дисциплинами и практиками ООП:

- Управление технологическими процессами в теплоэнергетике и теплотехнике;
- Современные проблемы теплоэнергетики, теплотехники и теплотехнологий;
- Перспективные направления и энергосбережение в теплотехнологиях;
- Проектирование и эксплуатация высокотемпературных теплотехнологических установок;
- Проектирование и эксплуатация систем отопления и вентиляции;
- Проектирование и эксплуатация источников и систем теплоснабжения;
- Использование вторичных энергоресурсов в промышленности.

3. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет **4** зачетных(е) единиц(ы) (144 часа).

3.1 Виды учебной работы и трудоемкость
(по формам обучения)

3.1.1. Очная форма обучения

№ п/п	Вид учебной работы	Количество часов	Семестры
			3
1	**Аудиторные занятия**	**50**	**50**
	В том числе:		
1.1	Лекции	20	20
1.2	Семинарские/практические занятия	30	30
1.3	Лабораторные занятия		
2	**Самостоятельная работа**	**94**	**94**
	В том числе:		
2.1	Реферат	24	24
2.2	Самостоятельное изучение	70	70
3	**Промежуточная аттестация**		
	Зачет/диф.зачет/экзамен		**экзамен**
	Итого	**144**	**144**

3.1.2. Заочная форма обучения

№ п/п	Вид учебной работы	Количество часов	Семестры
			3
1	**Аудиторные занятия**	**20**	**20**
	В том числе:		
1.1	Лекции	10	10
1.2	Семинарские/практические занятия	10	10
1.3	Лабораторные занятия		
2	**Самостоятельная работа**	**124**	**124**

	В том числе:		
2.1	Реферат	24	24
2.2	Самостоятельное изучение	100	100
3	**Промежуточная аттестация**		
	Зачет/диф.зачет/экзамен		**экзамен**
	Итого	**144**	**144**

3.2 Тематический план изучения дисциплины

(по формам обучения)

3.2.1. Очная форма обучения

№ п/п	Разделы/темы дисциплины	Трудоемкость, час					
		Всего	Аудиторная работа				Самостоятельная работа
			Лекции	Семинарские/ практические занятия	Лабораторные занятия	Практическая подготовка	
1	Тема 1. Введение	8	1				7
2	Тема 2. Теплоносители	9	1	1			7
3	Тема 3. Основы проектирования тепломассообменных установок	11	2	1			8
4	Тема 4. Конструкционные материалы энергетических установок	10	1	1			8
5	Тема 5. Конструирование энергетических установок	10	1	1			8
6	Тема 6. Монтаж и эксплуатация энергетических установок	11	2	1			8
7	Тема 7. Рекуперативные аппараты и установки	11	2	1			8
8	Тема 8. Выпарные аппараты и установки	11	2	1			8
9	Тема 9. Энергетические установки контактного типа	11	2	1			8
10	Тема 10. Сушильные установки	11	2	1			8
11	Тема 11. Ректификационные установки	30	2	20			8
12	Тема 12. Энергетические установки с подвижной границей раздела фаз	11	2	1			8
	Итого	**144**	**20**	**30**			**94**

3.2.2. Заочная форма обучения

№ п/п	Разделы/темы дисциплины	Трудоемкость, час					
		Всего	Аудиторная работа				Самостоятельная работа
			Лекции	Семинарские/ практические занятия	Лабораторные занятия	Практическая подготовка	
1	Тема 1. Введение	12					12
2	Тема 2. Теплоносители	12					12
3	Тема 3. Основы проектирования тепломассообменных установок	11	1				10
4	Тема 4. Конструкционные материалы энергетических установок	11	1				10
5	Тема 5. Конструирование энергетических установок	11	1				10
6	Тема 6. Монтаж и эксплуатация энергетических установок	11	1				10
7	Тема 7. Рекуперативные аппараты и установки	11	1				10
8	Тема 8. Выпарные аппараты и установки	11	1				10
9	Тема 9. Энергетические установки контактного типа	11	1				10
10	Тема 10. Сушильные установки	11	1				10
11	Тема 11. Ректификационные установки	21	1	10			10
12	Тема 12. Энергетические установки с подвижной границей раздела фаз	11	1				10
Итого		**144**	**10**	**10**			**124**

3.3 Содержание дисциплины

Тема 1. Введение

Предмет, задачи и содержание дисциплины. Роль теплоэнергетических установок в развитии экономики. Классификация основных типов теплоэнергетических установок. Тепловое потребление. Основные термины и определения.

Тема 2. Теплоносители

Классификация и свойства теплоносителей. Многокомпонентные теплоносители.

Тема 3. Основы проектирования тепломассообменных установок

Проектное задание. Технический проект установки. Макетное проектирование. Основы моделирования и оптимизации тепломассообменных установок. Математические методы при проектировании тепломассообменных установок.

Тема 4. Конструкционные материалы энергетических установок

Требования к материалам энергоустановок. Неметаллические материалы для энергетического аппаратостроения.

Тема 5. Конструирование энергетических установок

Основы конструирования энергоустановок. Расчет на прочность элементов энергоустановок. Конструирование и расчет тонкостенных аппаратов. Сборка и сварка узлов энергоустановок. Испытания аппаратов.

Тема 6. Монтаж и эксплуатация энергетических установок

Организация монтажных работ. Испытания энергоустановок. Эксплуатация энергоустановок. Система планово-предупредительных ремонтов. Виды ремонта.

Тема 7. Рекуперативные аппараты и установки

Рекуперативные теплообменные аппараты. Конструктивный и поверочный методы расчета теплообменных аппаратов. Методы теплотехнического расчета теплоэнергетических установок. Методы интенсификации теплообмена в энергетических установках. Электронагревательные энергетические установки.

Тема 8. Выпарные аппараты и установки

Многоступенчатые выпарные установки. Переходные режимы и динамические характеристики многоступенчатых выпарных установок. Типовые конструкции выпарных аппаратов. Оптимизация выпарных установок и технико-экономические показатели ее работы.

Тема 9. Энергетические установки контактного типа

Теплообменники контактного типа, выбор конструкции. Расчет полезного объема насадочного контактного теплообменника. Математическое моделирование процессов гидродинамики и теплообмена в контактных аппаратах. Аппараты с погружными горелками.

Тема 10. Сушильные установки

Классификация сушимых материалов, сушильных установок и сушильных агентов. Выбор и обоснование оптимального способа и режимов сушки. Сушка жидкотекучих материалов. Расчет сушильных установок. Сушка жидких и пастообразных материалов.

Тема 11. Ректификационные установки

Расчет ректификационных колонн непрерывного действия. Ректификационные установки периодического действия. Тепловой баланс ректификационных установок. Математические модели ректификационных колонн. Гидродинамика и гидравлическое сопротивление барботажных колонн. Оптимизация ректификационных установок.

Тема 12. Энергетические установки с подвижной границей раздела фаз

Процессы теплообмена при химических превращениях. Абсорбционные установки.

3.4 Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий

3.4.1. Семинарские/практические занятия

Расчет тарельчатой ректификационной колонны с ситчатыми тарелками

4. Учебно-методическое и информационное обеспечение

4.1 Нормативные документы и ГОСТы

1. Приказ Минэнерго РФ от 24 марта 2003 г. № 115 «Об утверждении Правил технической эксплуатации тепловых энергоустановок»
2. Приказ Минэнерго России от 16.08.2019 № 858 «Об утверждении Методических указаний по технологическому проектированию тепловых электростанций»
3. ГОСТ 26691-85 «Теплоэнергетика. Термины и определения».
4. ГОСТ 19431-2023 «Энергетика и электрификация. Термины и определения»
5. ГОСТ Р 59182-2020 «Единая энергетическая система и изолированно работающие энергосистемы. Тепловые электрические станции. Газотурбинные установки. Организация эксплуатации и технического обслуживания. Нормы и требования»
6. СП 90.13330.2012 «Электростанции тепловые»

4.2 Основная литература

1. Мостовенко, Л.В. Основы промышленной теплоэнергетики : учебное пособие / Л.В. Мостовенко, В.П. Белоглазов. — Нижневартовск: НВГУ, 2021. — 124 с. — ISBN 978-5-00047-661-1. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/296747

2. Семенов, Б.А. Инженерный эксперимент в промышленной теплотехнике, теплоэнергетике и теплотехнологиях: учебное пособие / Б.А. Семенов. — 2-е изд., доп. — Санкт-Петербург: Лань, 2022. — 400 с. — ISBN 978-5-8114-1392-8. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/209639

3. Ларкин, Д.К. Тепломассообменное оборудование предприятий: учебное пособие для вузов / Д.К. Ларкин. — 2-е изд. — Москва: Издательство Юрайт, 2025. — 246 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-12032-5. — Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/542101

4.3 Дополнительная литература

1. Мостовенко Л.В., Белоглазов В.I. Основы промышленной теплоэнергетики: учебное пособие / Л.В. Мостовенко, В.П. Белоглазов. Нижневартовск: изд-во НВГУ, 2021. 124 с.

2. Малышев, В.С. Тепломассообменное оборудование предприятий: учеб. пособие по дисциплине "Тепломассообменное оборудование предприятий" для обучающихся по направлению подготовки 13.03.01 "Теплоэнергетика и теплотехника". В 2 ч. Ч. 1. Теоретический курс / В.С. Малышев, С.П. Пантилеев. - Мурманск: Изд-во МГТУ, 2022. – 204 с.

3. Малышев, В. С. Тепломассообменное оборудование предприятий: учеб. пособие по дисциплине "Тепломассообменное оборудование предприятий" для обучающихся по направлению подготовки 13.03.01 "Теплоэнергетика и теплотехника". В 2 ч. Ч. 2. Теоретический курс / В.С. Малышев, С.П. Пантилеев. - Мурманск: Изд-во МГТУ, 2022. – 182 с.

4.4 Электронные образовательные ресурсы

Проведение занятий и аттестаций возможно в дистанционном формате с применением системы дистанционного обучения университета (СДО-LMS) на основе разработанных кафедрой электронных образовательных ресурсов (ЭОР) по всем разделам программы:

Название ЭОР	Ссылка
Проектирование и эксплуатация теплоэнергетических установок	https://online.mospolytech.ru/course/view.php?id=7398

Разработанный ЭОР включает в себя: лекционный и практический материал; самостоятельную работу (в виде реферата, РГР); видеоматериалы; промежуточный и итоговый тесты.

Порядок проведения работ в дистанционном формате устанавливается отдельными распоряжениями проректора по учебной работе и/или центром учебно-методической работы.

Каждый студент обеспечен индивидуальным неограниченным доступом к электронным библиотекам университета *(*http://lib.mami.ru/lib/content/elektronnyy-katalog*)*.

Ссылка на электронную библиотеку:
https://online.mospolytech.ru/course/view.php?id=7621&section=1

4.5 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

1. МойОфис – российская компания-разработчик безопасных офисных решений для общения и совместной работы с документами (Альтернатива MS Office) https://myoffice.ru/
2. Платформа nanoCAD – это российская платформа для проектирования и моделирования объектов различной сложности. Поддержка форматов *.dwg и IFC делает ее отличным решением для совмещения САПР- и BIM-технологий. Функционал платформы может быть расширен с помощью специальных модулей https://www.nanocad.ru/support/education/
3. Система трехмерного моделирования «КОМПАС-3D» https://edu.ascon.ru/main/download/freeware/
4. VALTEC.PRG.3.1.3. Программа для теплотехнических и гидравлических расчетов https://valtec.ru/document/calculate/
5. Онлайн расчеты АВОК-СОФТ https://soft.abok.ru/help_desk/

4.6 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. Российская национальная библиотека http://www.nlr.ru
2. ЭБС «Университетская библиотека онлайн» https://biblioclub.ru/index.php
3. Научная электронная библиотека http://www.elibrary.ru
4. Российская государственная библиотека http://www.rsl.ru
5. Образовательная платформа ЮРАЙТ http://www.urait.ru
6. «Техэксперт» – справочная система, предоставляющая нормативно-техническую, нормативно-правовую информацию https://техэксперт.сайт/
7. НП «АВОК» – помощник инженера по отоплению, вентиляции, кондиционированию воздуха, теплоснабжению и строительной теплофизике https://www.abok.ru/
8. Е-ДОСЬЕ – Электронный эколог. Независимая информация о российских организациях, база нормативных документов и законодательных актов https://e-ecolog.ru/
9. Инженерная сантехника VALTEC (каталог продукции и нормативная документация) https://valtec.ru/

5. Материально-техническое обеспечение

Для проведения лекционных занятий используются аудитории, оснащенные компьютерами, интерактивными досками, мультимедийными проекторами и экранами: АВ2404, АВ2415 и аудитории общего фонда. Для проведения семинарских и лабораторных работ используются аудитории: АВ2406, АВ1101 и аудитории корпуса УРБАН.ТЕХНОГРАД Инновационно-образовательном комплексе «Техноград», который расположен на территории ВДНХ.

6. Методические рекомендации

6.1 Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения

6.1.1 Преподаватель организует преподавание дисциплины в соответствии с требованиями «Положения об организации образовательного процесса в Московском политехническом университете и его филиалах», утверждённым ректором университета.

6.1.2 На первом занятии преподаватель доводит до сведения студентов содержание рабочей программы дисциплины (РПД).

6.1.3 Преподаватель особенно обращает внимание студентов на:

- виды и формы проведения занятий по дисциплине, включая порядок проведения занятий с применением технологий дистанционного обучения и системы дистанционного обучения университета (СДО Московского Политеха);
- виды, содержание и порядок проведения текущего контроля успеваемости в соответствии с фондом оценочных средств;
- форму, содержание и порядок проведения промежуточной аттестации в соответствии с фондом оценочных средств, предусмотренным РПД.

6.1.4 Преподаватель доводит до сведения студентов график выполнения учебных работ, предусмотренных РПД.

6.1.5 Преподаватель рекомендует студентам основную и дополнительную литературу.

6.1.6 Преподаватель предоставляет перед промежуточной аттестацией (экзаменом или зачётом) список вопросов для подготовки.

6.1.7 Преподаватели, которые проводят лекционные и практические (семинарские) занятия, согласуют тематический план практических занятий, чтобы использовать единую систему обозначений, терминов, основных понятий дисциплины.

6.1.8 При подготовке к семинарскому занятию по перечню объявленных тем преподавателю необходимо уточнить план их проведения, согласно РПД, продумать формулировки и содержание учебных вопросов, выносимых на обсуждение, ознакомиться с перечнем вопросов по теме семинара.

В ходе семинара во вступительном слове раскрыть практическую значимость темы семинарского занятия, определить порядок его проведения, время на обсуждение каждого учебного вопроса. Использовать фронтальный опрос давая возможность выступить всем студентам, присутствующим на занятии.

В заключительной части семинарского занятия следует подвести итоги: дать оценку выступлений каждого студента и учебной группы в целом. Раскрыть положительные стороны и недостатки проведенного семинарского занятия. Ответить на вопросы студентов. Выдать задания для самостоятельной работы по подготовке к следующему занятию.

6.1.9 Целесообразно в ходе защиты рефератов, лабораторных работ, курсовых работ и проектов задавать выступающим и аудитории дополнительные и уточняющие вопросы с целью выяснения их позиций по существу обсуждаемых проблем.

Возможно проведение занятий и аттестаций в дистанционном формате с применением системы дистанционного обучения университета (СДО Московского Политеха).

6.1.10 Порядок проведения работ в дистанционном формате устанавливается отдельными распоряжениями проректора по учебной работе и/или центром учебно-методической работы.

6.2 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

6.2.1 Студенту необходимо составить для себя график выполнения учебных работ, предусмотренных РПД с учётом требований других дисциплин, изучаемых в текущем семестре.

6.2.2 При проведении занятий и процедур текущей и промежуточной аттестации с использованием инструментов информационной образовательной среды дистанционного образования университета (СДО Московского Политеха), как во время контактной работы с преподавателем, так и во время самостоятельной работы студент должен обеспечить техническую возможность дистанционного подключения к системам дистанционного обучения. При отсутствии такой возможности обсудить ситуацию с преподавателем дисциплины.

6.2.3 К промежуточной аттестации допускаются только обучающиеся, выполнившие все виды учебной работы, предусмотренные рабочей программой дисциплины (РПД).

7. Фонд оценочных средств

7.1 Методы контроля и оценивания результатов обучения

Контроль успеваемости и качества подготовки проводится в соответствии с требованиями "Положения об организации образовательного процесса в Московском политехническом университете".

Для контроля успеваемости и качества освоения дисциплины настоящей программой предусмотрены следующие виды контроля:

– контроль текущей успеваемости (текущий контроль);

– промежуточная аттестация.

В процессе обучения используются следующие оценочные формы самостоятельной работы студентов, оценочные средства текущего контроля успеваемости и промежуточных аттестаций:

- обсуждение вопросов по изученным темам;
- собеседование / устный опрос;
- разноуровневые задачи;
- подготовка к тестированию и тестирование;
- экзамен.

7.2 Шкала и критерии оценивания результатов обучения

Показателем оценивания компетенций на различных этапах их формирования является достижение обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю).

Форма промежуточной аттестации: экзамен.

Промежуточная аттестация обучающихся в форме экзамена проводится по результатам выполнения всех видов учебной работы, предусмотренных учебным планом по данной дисциплине (модулю), при этом учитываются результаты текущего контроля успеваемости в течение семестра. Оценка степени достижения обучающимися планируемых

результатов обучения по дисциплине (модулю) проводится преподавателем, ведущим занятия по дисциплине (модулю) методом экспертной оценки. По итогам промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) выставляется оценка «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно».

К промежуточной аттестации допускаются только студенты, выполнившие все виды учебной работы, предусмотренные рабочей программой по дисциплине «Проектирование и эксплуатация теплоэнергетических установок».

Шкала оценивания	Описание
Отлично	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности. При этом могут быть допущены незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.
Хорошо	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует неполное, правильное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, либо если при этом были допущены 2-3 несущественные ошибки.
Удовлетворительно	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует соответствие знаний, в котором освещена основная, наиболее важная часть материала, но при этом допущена одна значительная ошибка или неточность.
Неудовлетворительно	Не выполнен один или более видов учебной работы, предусмотренных учебным планом. Студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, студент испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

7.3 Оценочные средства

7.3.1. Текущий контроль

Для проведения текущего контроля применяются следующие формы: разноуровневые задачи и задания; доклад, сообщение; устный опрос, собеседование; тесты.

7.3.2. Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация проводится на соответствующих формам обучения семестрах в форме экзамена.

Экзамен проводится по билетам, ответы предоставляются письменно с последующим устным собеседованием. Билеты формируются из вопросов представленного ниже перечня. В билет включается два вопроса из разных разделов дисциплины и одно практическое задание. Перечень вопросов соответствует темам, изученным на лекционных и семинарских занятиях (прилагается). Время на подготовку письменных ответов – до 40 мин, устное собеседование – до 10 минут.

7.3.3. Вопросы для зачета/экзамена

1. Основы проектирования тепломассообменных установок. Проектное задание.
2. Основы проектирования тепломассообменных установок. Технический проект установки.
3. Основы проектирования тепломассообменных установок. Макетное проектирование.
4. Основы проектирования тепломассообменных установок. Основы моделирования и оптимизации тепломассообменных установок.
5. Основы проектирования тепломассообменных установок. Математические методы при проектировании тепломассообменных установок.
6. Рекуперативные аппараты и установки. Рекуперативные теплообменные аппараты.
7. Рекуперативные аппараты и установки. Конструктивный и поверочный методы расчета теплообменных аппаратов.
8. Рекуперативные аппараты и установки. Методы теплотехнического расчета теплоэнергетических установок.
9. Рекуперативные аппараты и установки. Методы интенсификации теплообмена в энергетических установках.
10. Рекуперативные аппараты и установки. Электронагревательные энергетические установки.
11. Энергетические установки контактного типа. Теплообменники контактного типа, выбор конструкции.
12. Энергетические установки контактного типа. Расчет полезного объема насадочного контактного теплообменника.
13. Энергетические установки контактного типа. Математическое моделирование процессов гидродинамики и теплообмена в контактных аппаратах.
14. Энергетические установки контактного типа. Аппараты с погружными горелками.
15. Сушильные установки. Классификация сушимых материалов, сушильных установок и сушильных агентов.
16. Сушильные установки. Выбор и обоснование оптимального способа и режимов сушки.
17. Сушильные установки. Сушка жидкотекучих материалов.
18. Сушильные установки. Расчет сушильных установок.
19. Сушильные установки. Сушка жидких и пастообразных материалов.
20. Энергетические установки с подвижной границей раздела фаз. Процессы теплообмена при химических превращениях.
21. Энергетические установки с подвижной границей раздела фаз. Абсорбционные установки.
22. Теплоносители. Классификация и свойства теплоносителей.
23. Теплоносители. Многокомпонентные теплоносители.
24. Ректификационные установки. Расчет ректификационных колонн непрерывного действия.
25. Ректификационные установки. Ректификационные установки периодического действия.
26. Ректификационные установки. Тепловой баланс ректификационных установок.
27. Ректификационные установки. Математические модели ректификационных колонн.
28. Ректификационные установки. Гидродинамика и гидравлическое сопротивление барботажных колонн.
29. Ректификационные установки. Оптимизация ректификационных установок.

30. Конструкционные материалы энергетических установок. Требования к материалам энергоустановок.

31. Конструкционные материалы энергетических установок. Неметаллические материалы для энергетического аппаратостроения.

32. Конструирование энергетических установок. Основы конструирования энергоустановок.

33. Конструирование энергетических установок. Расчет на прочность элементов энергоустановок.

34. Конструирование энергетических установок. Конструирование и расчет тонкостенных аппаратов.

35. Конструирование энергетических установок. Сборка и сварка узлов энергоустановок.

36. Конструирование энергетических установок. Испытания аппаратов.

37. Монтаж и эксплуатация энергетических установок. Организация монтажных работ.

38. Монтаж и эксплуатация энергетических установок. Испытания энергоустановок.

39. Монтаж и эксплуатация энергетических установок. Эксплуатация энергоустановок.

40. Монтаж и эксплуатация энергетических установок. Система планово-предупредительных ремонтов.

41. Монтаж и эксплуатация энергетических установок. Виды ремонта.