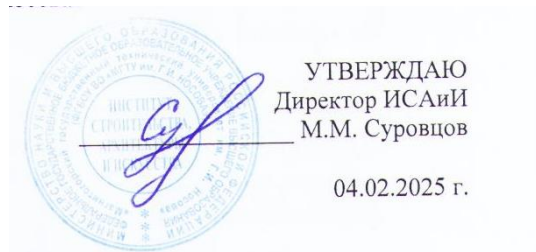




МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И.
Носова»



УТВЕРЖДАЮ
Директор ИСАиИ
М.М. Суровцов

04.02.2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

ВТОРИЧНЫЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ РЕСУРСЫ

Направление подготовки (специальность)
08.03.01 Строительство

Направленность (профиль/специализация) программы
Теплогазоснабжение и вентиляция

Уровень высшего образования - бакалавриат

Форма обучения
очная

Институт/ факультет	Институт строительства, архитектуры и искусства
Кафедра	Урбанистики и инженерных систем
Курс	4
Семестр	7

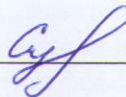
Магнитогорск
2025 год

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО - бакалавриат по направлению подготовки 08.03.01 Строительство (приказ Минобрнауки России от 31.05.2017 г. № 481)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
Урбанистики и инженерных систем

15.01.2025, протокол № 6

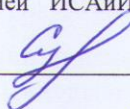
Зав. кафедрой



М.М. Суровцов

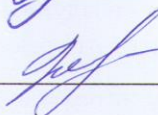
Рабочая программа одобрена методической комиссией ИСАиИ
04.02.2025 г., протокол № 3

Председатель



М.М. Суровцов

Рабочая программа составлена:
доцент кафедры, канд. техн. наук



Ю.А. Морева

Рецензент:

исполнительный директор ООО "МЕТАМ", канд. техн. наук



Г.А. Павлова

Лист актуализации рабочей программы

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2026 - 2027 учебном году на заседании кафедры Урбанистики и инженерных систем

Протокол от ____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ М.М. Суровцов

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2027 - 2028 учебном году на заседании кафедры Урбанистики и инженерных систем

Протокол от ____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ М.М. Суровцов

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2028 - 2029 учебном году на заседании кафедры Урбанистики и инженерных систем

Протокол от ____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ М.М. Суровцов

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2029 - 2030 учебном году на заседании кафедры Урбанистики и инженерных систем

Протокол от ____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ М.М. Суровцов

1 Цели освоения дисциплины (модуля)

Целью освоения дисциплины «Использование вторичных энергетических ресурсов» является формирование у обучающихся знаний на основе научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта, необходимых для решения вопросов снижения энергопотребления в инженерных системах путем использования вторичных энергетических ресурсов.

2 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина Вторичные энергетические ресурсы входит в часть учебного плана формируемую участниками образовательных отношений образовательной программы.

Для изучения дисциплины необходимы знания (умения, владения), сформированные в результате изучения дисциплин/ практик:

Отопление

Инженерные системы и оборудование зданий

Теоретические основы теплотехники (техническая термодинамика и теплообмен)

Строительная физика

Знания (умения, владения), полученные при изучении данной дисциплины будут необходимы для изучения дисциплин/практик:

Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы

Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена

Энергосбережение в системах теплогазоснабжения и вентиляции

3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля) и планируемые результаты обучения

В результате освоения дисциплины (модуля) «Вторичные энергетические ресурсы» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции
ПК-1	Способен подготовить проектную и рабочую документацию по отдельным элементам и узлам, выполнять проекты систем отопления, вентиляции, кондиционирования воздуха, противодымной вентиляции
ПК-1.1	Выполняет подготовительный этап проектирования, включающий сбор и подготовку исходных данных
ПК-1.2	Выполняет работы по проектированию элементов и систем

4. Структура, объём и содержание дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных единиц 72 акад. часов, в том числе:

- контактная работа – 37 акад. часов;
- аудиторная – 36 акад. часов;
- внеаудиторная – 1 акад. часов;
- самостоятельная работа – 35 акад. часов;
- в форме практической подготовки – 0 акад. час;

Форма аттестации - зачет

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа студента	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код компетенции
		Лек.	лаб. зан.	практ. зан.				
1. Раздел 1. Вторичные энергоресурсы. Общие положения								
1.1 Традиционные источники энергии. Проблемы традиционной энергетики	7	1			3	Самостоятельное изучение учебной литературы	Устный опрос	ПК-1.1 ПК-1.2
1.2 Вторичные энергоресурсы. Классификация. Основные направления использования ВЭР. Источники вторичных энергоресурсов.		2			3	Самостоятельное изучение литературы	Устный опрос. Коллоквиум	ПК-1.1 ПК-1.2
Итого по разделу		3			6			
2. Раздел 2. Теплотехническое оборудование в системах утилизации ВЭР								
2.1 Теплообменники с тепловыми трубами. Теплообменники с промежуточным теплоносителем. Теплообменные аппараты рекуперативного типа (на тепловых трубах, пластинчатые, с промежуточными теплоносителями). Теплообменные аппараты регенеративного типа. Радиационные теплообменные аппараты. Водяные экономайзеры.	7	3		4	5	Самостоятельное изучение учебной литературы. Подготовка к практическому занятию.	Устный опрос. Практическое занятие	ПК-1.1 ПК-1.2
2.2 Котлы-утилизаторы. Классификация по		2		2	5	Поиск дополнительной	Коллоквиум	ПК-1.1 ПК-1.2

температуре продуктов сгорания на входе в котел, по параметрам пара, по способу циркуляции воды, по конструктивному принципу.						информации по заданной теме (работа с библиографическим материалами, справочниками, каталогами, словарями, энциклопедиями). Подготовка к практическим занятиям.		
Итого по разделу		5		6	10			
3. Раздел 3. Применение тепловых насосов для утилизации средне- и низкопотенциальных тепловых ВЭР								
3.1 Общие сведения о тепловых насосах. Источники низкопотенциальной теплоты для их работы. Области применения. Использование низкопотенциального тепла с помощью тепловых насосов. Парокомпрессионные тепловые насосы. Принцип действия одноступенчатых и многоступенчатых тепловых насосов. Схемы использования тепловых насосов для утилизации низкопотенциальных ВЭР. Р Абсорбционные тепловые насосы. Область применения. Пароэжекторные тепловые насосы.	7	3		4	6	Поиск дополнительной информации по заданной теме (работа с библиографическим материалами, справочниками, каталогами, словарями, энциклопедиями). Подготовка к практическим занятиям.	Устный опрос. Практическое занятие	ПК-1.1 ПК-1.2
Итого по разделу		3		4	6			
4. Раздел 4. Утилизация горючих вторичных энергетических ресурсов								
4.1 Характеристики топлива. Источники и способы утилизации горючих отходов. Котел и его основные элементы. Этапы сжигание топлива. Технологии сжигания топлива. Конструкции топок для сжигания древесной массы. Теплотехнические свойства древесных отходов.	7	4		4	5	Поиск дополнительной информации по заданной теме (работа с библиографическим материалами, справочниками, каталогами, словарями, энциклопедиями). Подготовка к практическому занятию.	Устный опрос. Практическое занятие	ПК-1.1 ПК-1.2

Итого по разделу		4		4	5			
5. Раздел 5. Использование ВЭР для получения холода								
5.1 Общие сведения о сорбционных и абсорбционных холодильных машинах. Устройство и принцип действия сорбционных и абсорбционных холодильных машин. Комбинированная выработка теплоты, холода и электрической энергии.	7	2		2	5	Поиск дополнительной информации по заданной теме (работа с библиографическим материалами, справочниками, каталогами, словарями, энциклопедиями)	Устный опрос. Практическое занятие	ПК-1.1 ПК-1.2
Итого по разделу		2		2	5			
6. Раздел 6. Теплота вытяжного вентиляционного воздуха								
6.1 Принцип работы, конструкции рекуперативных и регенеративных теплообменников. Утилизация теплоты в системах вентиляции при использовании тепловых труб	7	1		2	3	Самостоятельное изучение учебной литературы. Подготовка к практическому занятию	Устный опрос. Консультация. Подготовка к зачету	ПК-1.1 ПК-1.2
Итого по разделу		1		2	3			
Итого за семестр		18		18	35		зачёт	
Итого по дисциплине		18		18	35		зачет	

5 Образовательные технологии

Реализация компетентного подхода предусматривает использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся.

При обучении студентов дисциплине «Использование вторичных энергетических ресурсов» следует осуществлять следующие образовательные технологии:

1. Традиционные образовательные технологии. Учебные занятия с использованием традиционных технологий проводятся в формах:
 - информационной лекции;
 - практического занятия, посвященного освоению конкретных умений и навыков по предложенному алгоритму;
2. Технологии проблемного обучения. С использованием этой технологии проводятся практические занятия в форме практикума;
3. Информационно-коммуникационные образовательные технологии. Формы учебных занятий, проводимых с использованием информационно-коммуникационных технологий:
 - лекция-визуализация;
 - практическое занятие в форме презентации.

6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Представлено в приложении 1.

7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

Представлены в приложении 2.

8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) Основная литература:

1. Вторичные энергоресурсы и энергосберегающие технологии в промышленности : учебное пособие / Ю. Л. Курбатов, А. Б. Бирюков, П. А. Гнитиёв, Т. Г. Олешкевич. — Вологда : Инфра-Инженерия, 2022. — 196 с. — ISBN 978-5-9729-0796-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/281579> (дата обращения: 06.04.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Комков, В. А. Энергосбережение в жилищно-коммунальном хозяйстве : учебное пособие / В.А. Комков, Н.С. Тимахова. — 2-е изд. — Москва : ИНФРА-М, 2025. — 204 с. + Доп. материалы [Электронный ресурс]. — (Среднее профессиональное образование). - ISBN 978-5-16-006849-7. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.ru/catalog/product/2178854> (дата обращения: 06.04.2025). – Режим доступа: по подписке.

б) Дополнительная литература:

1. Протасевич, А. М. Энергосбережение в системах теплогазоснабжения, вентиляции и кондиционирования воздуха : учеб. пособие / А.М. Протасевич. - Минск : Новое знание ; Москва : ИНФРА-М, 2019. – 286 с.: ил. — (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-005515-2. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1013521> (дата обращения: 21.04.2025). – Режим доступа: по подписке.
2. Удалов, С. Н. Возобновляемые источники энергии : учебное пособие / С. Н.

Удалов. - 3-е изд., перераб. и доп. - Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2014. - 459 с. (Серия «Учебники НГТУ»). - ISBN 978-5-7782-2467-4. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/556622> (дата обращения: 21.04.2025). - Текст : электронный.

в) Методические указания:

1. Морева, Ю. А. Использование нетрадиционных источников энергии в системах теплогазоснабжения и вентиляции : учебно-методическое пособие / Ю. А. Морева, Л. Г. Старкова, Л. И. Короткова ; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2017. - 74 с. : ил., табл. - URL: <https://host.megaprolib.net/MP0109/Download/MObject/1997> (дата обращения: 06.04.2025). - Макрообъект. - Текст : электронный.

г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

Программное обеспечение

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
7Zip	свободно распространяемое ПО	бессрочно
FAR Manager	свободно распространяемое ПО	бессрочно
Браузер Mozilla Firefox	свободно распространяемое ПО	бессрочно
Браузер Yandex	свободно распространяемое ПО	бессрочно

Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Название курса	Ссылка
Электронные ресурсы библиотеки МГТУ им. Г.И. Носова	https://host.megaprolib.net/MP0109/Web
Российская Государственная библиотека. Каталоги	https://www.rsl.ru/ru/4readers/catalogues/
Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования (РИНЦ)	URL: https://elibrary.ru/project_risc.asp

9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

Лекционные аудитории: Мультимедийные средства хранения, передачи и представления информации (интерактивная доска в комплекте с проектором и компьютером); Демонстрационные стенды, плакаты, наглядные пособия.

Помещения для самостоятельной работы: Персональные компьютеры с пакетом MS Office, вы-ходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета.

Аудитории для практических занятий, групповых индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации: Демонстрационные стенды, плакаты, наглядные пособия; Приборы для определения параметров микроклимата помещения: анемометр крыльчатый АСО-3; чашечный анемометр АРИ-13; цифровой термоанемометр Testo 405; цифровой термометр ТК-5; термометр ЭТП-М; психрометр; пирометр инфракрасный.

Помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования: Шкафы и стеллажи для хранения учебно-методической документации, учебного оборудования и учебно-наглядных пособий; инструменты и оборудование для обслуживания.

.

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

По дисциплине «Вторичные энергетические энергоресурсы» предусмотрена аудиторная и внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся.

Аудиторная самостоятельная работа студентов предполагает проведение коллоквиумов на практических занятиях.

Примерные аудиторные коллоквиумы (АК):

АК №1 «Общие сведения о вторичных энергетических ресурсах».

Вопросы к коллоквиуму:

1. Назовите традиционные и нетрадиционные источники энергии.
2. Традиционные источники энергии.
3. Экологические проблемы традиционной энергетики.
4. Классификация ВЭР
5. Какие энергоресурсы относятся к горючим ВЭР?
6. Тепловые ВЭР
7. Основные направления использования ВЭР
8. Перечислите источники ВЭР

АК №2 «Теплотехническое оборудование в системах утилизации ВЭР».

Вопросы к коллоквиуму:

1. Принцип устройства теплообменников с тепловыми трубами.
2. Принцип работы теплообменников с промежуточным (жидким) теплоносителем.
3. Принцип работы теплообменников с промежуточным (газовым) теплоносителем.
4. Область применения вращающихся регенераторов.
5. Назначение водяных экономайзеров.
6. Назначение котлов-утилизаторов.
7. Классификация котлов-утилизаторов по температуре продуктов сгорания на входе в котел.
8. Классификация котлов-утилизаторов по параметрам пара.
9. Классификация котлов-утилизаторов по способу циркуляции воды
10. Классификация котлов-утилизаторов по конструктивному принципу.
11. Принцип работы теплообменных аппаратов рекуперативного типа.
12. Принцип работы теплообменных аппаратов регенеративного типа.

АК №3 «Применение тепловых насосов для утилизации низкопотенциальных тепловых ВЭР»

Вопросы к коллоквиуму:

1. Вторичные низкопотенциальные источники энергии.
2. Источники низкопотенциальных тепловых отходов.
3. Область применения тепловых насосов.
4. Принцип устройства парокомпрессионных тепловых насосов.
5. Принцип действия многоступенчатых тепловых насосов и схемы использования для утилизации низкопотенциальных ВЭР.
6. Рабочие вещества компрессионных тепловых насосов.
7. Область применения абсорбционных тепловых насосов.
8. Принцип работы парозежекторных тепловых насосов.

Внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся осуществляется в виде:

- изучения литературы по соответствующему разделу с проработкой материала

- поиска дополнительной информации по заданной теме (работа с библиографическим материалами, справочниками, каталогами, словарями, энциклопедиями);
- подготовки к практическим занятиям.

Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
ПК-1: Способен подготовить проектную и рабочую документацию по отдельным элементам и узлам, выполнять проекты систем отопления, вентиляции, кондиционирования воздуха, противодымной вентиляции		
ПК-1.1	Выполняет подготовительный этап проектирования, включающий сбор и подготовку исходных данных	Перечень контрольных вопросов для подготовки к зачету 9. Назовите традиционные и нетрадиционные источники энергии. 10. Традиционные источники энергии. 11. Классификация ВЭР 12. Какие энергоресурсы относятся к горючим ВЭР? 13. Тепловые ВЭР 14. Перечислите источники ВЭР 15. Принцип устройства теплообменников с тепловыми трубами. 16. Принцип работы теплообменников с промежуточным (жидким) теплоносителем. 17. Принцип работы теплообменников с промежуточным (газовым) теплоносителем. 18. Область применения вращающихся регенераторов. 19. Назначение водяных экономайзеров. 20. Назначение котлов-утилизаторов. 21. Классификация котлов-утилизаторов по температуре продуктов сгорания на входе в котел. 22. Классификация котлов-утилизаторов по параметрам пара. 23. Классификация котлов-утилизаторов по способу циркуляции воды 24. Классификация котлов-утилизаторов по конструктивному принципу. 25. Принцип работы теплообменных аппаратов рекуперативного типа. 26. Принцип работы теплообменных аппаратов регенеративного типа. 27. Вторичные низкопотенциальные источники энергии. 28. Источники низкопотенциальных тепловых отходов. 29. Область применения тепловых насосов. 30. Принцип устройства парокомпрессионных тепловых насосов. 31. Принцип действия многоступенчатых тепловых насосов и схемы использования для утилизации низкопотенциальных ВЭР. 32. Рабочие вещества компрессионных тепловых насосов. 33. Область применения абсорбционных тепловых насосов. 34. Принцип работы парожеткорных тепловых насосов. 35. Методы получения энергии из биомассы. 36. Принцип работы и конструкции установок прямого сжигания. 37. Принцип работы пиролизной установки. 38. Газификация как метод получения газообразного топлива. 39. Характеристики топлива. 40. Источники и способы утилизации горючих отходов. 41. Основные элементы котла. 42. Технологии сжигания топлива. 43. Конструкции топок для сжигания древесной массы. 44. Теплотехнические свойства древесных отходов. 45. Область применения сорбционных холодильных машин.

		46. Принцип работы абсорбционных холодильных машин. 47. Комбинированная выработка теплоты, холода и электрической энергии.
ПК-1.1	Выполняет работы по проектированию элементов и систем	Примерные практические задания: 1. Расчет биогазагенераторов (метантенков). 2. Выбрать оптимальный вариант теплонасосной установки с учетом требуемой тепловой мощности. 3. Тепловой баланс котла-утилизатора

б) Порядок проведения промежуточной аттестации, показатели и критерии оценивания:

Промежуточная аттестация по дисциплине «Вторичные энергетические ресурсы» включает теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень усвоения обучающимся знаний, степень сформированности умений и владений. Проводится в форме зачета.

Показатели и критерии оценивания зачета:

– на оценку **«зачтено»** – обучающийся демонстрирует достаточный уровень сформированности компетенций: основные знания, умения освоены не менее чем на 50%, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.

– на оценку **«не зачтено»** – обучающийся демонстрирует знания не более 40% теоретического материала, допускает существенные ошибки, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.