

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
образования
«ИРКУТСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»

Структурное подразделение «Теплоэнергетики (138)»

УТВЕРЖДЕНА:
на заседании кафедры
Протокол №7 от 16 марта 2026 г.

Рабочая программа дисциплины

«МЕТОДОЛОГИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ В
ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКЕ»

Направление: 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Технология производства электрической и тепловой энергии

Квалификация: Магистр

Форма обучения: очная

Документ подписан простой электронной подписью Составитель программы: Бочкарев Виктор Александрович Дата подписания: 16.06.2026

Документ подписан простой электронной подписью Утвердил и согласовал: Самаркина Екатерина Владимировна Дата подписания: 20.06.2026
--

Год набора – 2026

Иркутск, 2026 г.

1 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесённых с планируемыми результатами освоения образовательной программы

1.1 Дисциплина «Методология исследования экологических факторов в теплоэнергетике» обеспечивает формирование следующих компетенций с учётом индикаторов их достижения

Код, наименование компетенции	Код индикатора компетенции
ПК-6 Способен организовывать разработку планов проведения исследований и планирование в области теплоэнергетики и теплотехники	ПК-6.2

1.2 В результате освоения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы

Код индикатора	Содержание индикатора	Результат обучения
ПК-6.2	Разрабатывает планы и организывает исследования экологических факторов в области теплоэнергетики и теплотехники	Знать последствия воздействия на экологию окружающей среды выбросов загрязняющих веществ энергоустановками. Уметь разрабатывать планы и организовывать исследования экологических факторов в области теплоэнергетики и теплотехники. Владеть методами анализа, систематизации и прогнозирования научно-исследовательского процесса в области экологии, нормативной документации по безопасности окружающей среды.

2 Место дисциплины в структуре ООП

Изучение дисциплины «Методология исследования экологических факторов в теплоэнергетике» базируется на результатах освоения следующих дисциплин/практик: «Современные технологии производства тепловой и электрической энергии», «Экологически чистые источники тепловой и электрической энергии», «Перспективы развития топливно-энергетического комплекса страны»

Дисциплина является предшествующей для дисциплин/практик: «Повышение надежности и продление ресурса котельных установок и паропроводов», «Надежность, живучесть и безопасность теплоэнергетических систем», «Производственная практика: научно-исследовательская работа (научно-исследовательский семинар)», «Производственная практика: преддипломная практика»

3 Объем дисциплины

Объем дисциплины составляет – 3 ЗЕТ

Вид учебной работы	Трудоемкость в академических часах
--------------------	------------------------------------

	(Один академический час соответствует 45 минутам астрономического часа)	
	Всего	Семестр № 3
Общая трудоемкость дисциплины	108	108
Аудиторные занятия, в том числе:	26	26
лекции	13	13
лабораторные работы	0	0
практические/семинарские занятия	13	13
Самостоятельная работа (в т.ч. курсовое проектирование)	46	46
Трудоемкость промежуточной аттестации	36	36
Вид промежуточной аттестации (итогового контроля по дисциплине)	Экзамен	Экзамен

4 Структура и содержание дисциплины

4.1 Сводные данные по содержанию дисциплины

Семестр № 3

№ п/п	Наименование раздела и темы дисциплины	Виды контактной работы						СРС		Форма текущего контроля
		Лекции		ЛР		ПЗ(СЕМ)				
		№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Показатели вредности энергетических топлив	1	2			1	1			Просмотр, Проверочная работа
2	Предельно-допустимая мощность ТЭС и котельных с учетом экологического воздействия	2	2			2	2	1, 2, 3	46	Просмотр, Отчет
3	Рассеивание выбросов загрязняющих веществ (з.в.) в атмосфере. Санитарно-защитная зона и определение ее границ	3	2			3	2			Просмотр, Отчет
4	Работа энергопредприятий в период неблагоприятных метеорологических условий (НМУ) для рассеивания выбросов з.в.	4	1			4	2			Проверочная работа
5	Выбор типа	5	2			5	2			Просмотр,

	золоуловителя для обеспечения необходимого уровня ПДК при рассеивании выбросов загрязняющих веществ									Отчет
6	Определение концентраций загрязняющих веществ в уходящих газах. Газоанализаторы: устройство и принцип работы	6	2			6	2			Просмотр, Отчет
7	Очистка дымовых газов от оксидов серы и азота	7	1			7	1			Проверочная работа
8	Экологически чистая ТЭС	8	1			8	1			Проверочная работа
	Промежуточная аттестация								36	Экзамен
	Всего		13				13		82	

4.2 Краткое содержание разделов и тем занятий

Семестр № 3

№	Тема	Краткое содержание
1	Показатели вредности энергетических топлив	Расчет показателей вредности при сжигании твердого, жидкого и газообразного топлив. Анализ показателей вредности энергетических топлив.
2	Предельно- допустимая мощность ТЭС и котельных с учетом экологического воздействия	Показатели, влияющие на выбор предельно- допустимой мощности ТЭС и котельных с учетом выбросов загрязняющих веществ в атмосферу.
3	Рассеивание выбросов загрязняющих веществ (з.в.) в атмосфере. Санитарно-защитная зона и определение ее границ	Факторы, влияющие на рассеивание загрязняющих веществ в атмосфере. Повышение эффективности рассеивания выбросов загрязняющих веществ в атмосфере. Понятие о санитарно-защитной зоне и определение ее границ.
4	Работа энергопредприятий в период неблагоприятных метеорологических условий (НМУ) для рассеивания выбросов з.в.	Неблагоприятные метеорологические условия для рассеивания выбросов з.в.. Разработка плана мероприятий по работе энергооборудования в период неблагоприятных метеорологических условий.

5	Выбор типа золоуловителя для обеспечения необходимого уровня ПДК при рассеивании выбросов загрязняющих веществ	Влияние характеристик сжигаемого топлива на выбор и работу золоуловителей. Повышение эффективности золоулавливания. Перспективы использования золы в народном хозяйстве.
6	Определение концентраций загрязняющих веществ в уходящих газах. Газоанализаторы: устройство и принцип работы	Расчетные методики для определения концентраций загрязняющих веществ в уходящих газах. Приборы для определения концентраций загрязняющих веществ в уходящих газах и требования, предъявляемые к ним.
7	Очистка дымовых газов от оксидов серы и азота	Перспективные способы очистки дымовых газов от оксидов серы и азота. Активные и пассивные способы снижения концентраций оксидов серы и азота при сжигании твердых и жидких топлив.
8	Экологически чистая ТЭС	Программа «Экологически чистая ТЭС». Нормативные значения концентраций выбросов загрязняющих веществ при проектировании «Экологически чистых ТЭС» и разработка мероприятий по их достижению.

4.3 Перечень лабораторных работ

Лабораторных работ не предусмотрено

4.4 Перечень практических занятий

Семестр № 3

№	Темы практических (семинарских) занятий	Кол-во академических часов
1	Определение показателей вредности энергетических топлив	1
2	Расчет предельно-допустимых выбросов от ТЭЦ или котельных	2
3	Расчет предельно-допустимой мощности ТЭЦ или котельной с учетом экологического воздействия	2
4	Расчет рассеивания выбросов з. в. и определение границ санитарно-защитной зоны	2
5	Разработка плана мероприятий при работе энергопредприятий в период неблагоприятных метеорологических условий (НМУ) для рассеивания выбросов з.в.	2
6	Выбор типа золоуловителя для обеспечения необходимого уровня ПДК при рассеивании выбросов з.в.	2
7	Газоанализаторы: устройство и принцип работы.	1

8	Просмотр учебного фильма «Влияние ТЭС на окружающую среду» и «Очистка дымовых газов от оксидов серы» и его обсуждение.	1
---	--	---

4.5 Самостоятельная работа

Семестр № 3

№	Вид СРС	Кол-во академических часов
1	Подготовка к практическим занятиям	6
2	Подготовка к сдаче и защите отчетов	10
3	Расчетно-графические и аналогичные работы	30

В ходе проведения занятий по дисциплине используются следующие интерактивные методы обучения: групповые дискуссии.

5 Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины

5.1 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

5.1.1 Методические указания для обучающихся по практическим занятиям

1. Росляков П.В. Методы защиты окружающей среды. – М.: Издательский дом МЭИ, 2007. – 336 с.
2. Бочкарев В.А. Методология исследования экологических факторов в теплоэнергетике [Электронный ресурс]: учеб. пособие. – Иркутск: Изд-во ИрГТУ, 2015. – 105 с.
3. Картавская В.М., Коваль Т.В. Основы промышленной экологии. Оценка ущерба от выбросов загрязняющих веществ в атмосферу: учеб пособие. – Иркутск: Изд-во ИрГТУ, 2007. – 196 с.

5.1.2 Методические указания для обучающихся по самостоятельной работе:

1. Росляков П.В. Методы защиты окружающей среды. – М.: Издательский дом МЭИ, 2007. – 336 с.
2. Бочкарев В.А. Методология исследования экологических факторов в теплоэнергетике [Электронный ресурс]: учеб. пособие. – Иркутск: Изд-во ИрГТУ, 2015. – 105 с.
3. Картавская В.М., Коваль Т.В. Основы промышленной экологии. Оценка ущерба от выбросов загрязняющих веществ в атмосферу: учеб пособие. – Иркутск: Изд-во ИрГТУ, 2007. – 196 с.

6 Фонд оценочных средств для контроля текущей успеваемости и проведения промежуточной аттестации по дисциплине

6.1 Оценочные средства для проведения текущего контроля

6.1.1 семестр 3 | Просмотр

Описание процедуры.

Просмотр выполнения заданий и самостоятельной работы (расчетно-графическая работа и реферат) проводится на практических занятиях

Практические занятия по дисциплине направлены на закрепление теоретических знаний,

более глубокое освоение уже имеющихся у магистрантов умений и навыков и приобретение новых умений и навыков, необходимых для формирования компетенций, приобретенных при изучении дисциплины..

Цель практического занятия – выработка основных умений и навыков, связанных с решением заданий на уровне, необходимом для изучения дисциплин профессионального цикла.

Задание на практическое занятие:

условия типовых заданий по соответствующей теме выдаются в начале занятия;

Требования по выполнению заданий:

все задания следует решать по предлагаемой преподавателем методике и в соответствии с типовыми примерами;

схемы можно выполнять от руки в соответствии с данными условиями, при построении графиков следует пользоваться линейкой и указывать масштаб;

Ход занятия:

повторение соответствующего теоретического материала, который был рассмотрен при подготовке к практическому занятию. Магистрант должен иметь при себе тетрадь для практических занятий;

решение типовых заданий самостоятельно и под контролем с пояснениями преподавателя

Критерии оценивания.

Каждое задание магистрант оформляет в рабочей тетради по схеме: задание; исходные данные; описание алгоритма расчетов со ссылкой на лекции и используемые источники, в том числе электронный ресурс кафедры теплоэнергетики и Интернет; результаты работы в виде схем, таблиц (таблиц-макетов) и графических зависимостей; выводы и при необходимости список использованных источников.

В конце занятия преподаватель анализирует работу магистрантов и оценивает участие каждого в процессе решения заданий, отмечая в своей ведомости полноту, правильность выполненных расчетов и качеству оформления: без замечаний – оценкой «плюс», с замечаниями – оценкой «плюс с точкой».

Полученные умения и навыки магистранты используют при выполнении расчетно-графической работы и реферата.

6.1.2 семестр 3 | Проверочная работа

Описание процедуры.

Проверочная работа - в нашем случае Входной контроль в начале занятий по изучению дисциплины проводится письменно в форме тестирования на практическом занятии для определения уровня подготовки. Каждому студенту выдается набор тестов, в которых необходимо выбрать правильный ответ. После завершения тестирования оценивается уровень остаточных знаний.

Критерии оценивания.

Остаточные знания оцениваются удовлетворительными, если правильные ответы составляют не менее 75 %.

6.1.3 семестр 3 | Отчет

Описание процедуры.

Отчет (расчетно-графическая работа, реферат и др). Перечень примерных тем рефератов:

1. Показатели вредности энергетических топлив (определение, классификация и развитие их в перспективе).
2. Образование и влияние парниковых газов на окружающую среду и человека.
3. Перспективные решения (технологии) снижения выбросов парниковых газов.
4. Комплексное использование энергетических топлив.
5. Безотходные и малоотходные технологии производства тепловой и электрической энергии в промышленных масштабах.
6. Программа «Экологически чистая энергетика» в современных условиях.
7. Перспективные технологии производства тепловой и электрической энергии в промышленных масштабах.
8. Современные технологии использования парниковых газов.
9. Перспективные технологии производства углекислоты из топочных газов
10. Современные и перспективные технологии очистки газов от твердых частиц, оксидов серы, азота, бенз(а)пирена.
11. Современные конструкции сухих и мокрых способов очистки газов от твердых частиц.
12. Современные конструкции электрофильтров в России и за рубежом.

Описание процедуры (подготовка реферата):

Студенты выбирают (и предлагают) самостоятельно темы реферата. По выбранной теме реферата в соответствии с разработанным планом (содержанием) необходимо выполнить соответственно литературный обзор и оформить его в виде пояснительной записки в соответствии с требованиями СТО 005-2020 «Система менеджмента качества. Учебно-методическая деятельность. Оформление курсовых проектов (работ) и выпускных квалификационных работ технических направлений подготовки и специальностей».

Пояснительная записка реферата должна содержать: план /задание/; введение, описание /исходные данные; описание основной (исследовательской) части со ссылкой на лекции и используемые источники, в том числе электронный ресурс кафедры теплоэнергетики и Интернет; результаты исследований в виде расчетов, схем, таблиц и графических зависимостей; заключение (выводы) и список использованных источников.

Описание процедуры (расчетно- графическая работа):

Тема расчетно-графической работы: «Оценка экологических показателей работы котельной»

Магистрантам выдаются задания по вариантам в соответствии со списочным составом группы. По теме расчетно-графической работы в соответствии с заданием (содержанием) необходимо выполнить расчеты и оформить их в виде пояснительной записки в соответствии с требованиями СТО 005-2020. Пояснительная записка должна содержать: задание; введение; описание алгоритма расчетов со ссылкой на лекции и использованные источники, в том числе электронный ресурс кафедры теплоэнергетики и Интернет; результаты расчетов (работы) в виде описаний, схем, таблиц и графических зависимостей; выводы заключение (выводы) и список использованных источников.

Критерии оценивания.

Расчетно-графическая работа/реферат оценивается по полноте раскрытия темы, правильности выполненных расчетов, качеству оформления пояснительной записки и защиты по 4-бальной системе (и в форме допуска к экзамену): 5 - отлично; 4- хорошо; 3 - удовлетворительно; 2- неудовлетворительно.

6.2 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

6.2.1 Критерии и средства (методы) оценивания индикаторов достижения компетенции в рамках промежуточной аттестации

Индикатор достижения компетенции	Критерии оценивания	Средства (методы) оценивания промежуточной аттестации
ПК-6.2	Способен разрабатывать планы и организовывать исследования экологических факторов в области теплоэнергетики и теплотехники	Устное собеседование по теоретическим вопросам. Защита расчетно-графической работы (РГР)

6.2.2 Типовые оценочные средства промежуточной аттестации

6.2.2.1 Семестр 3, Типовые оценочные средства для проведения экзамена по дисциплине

6.2.2.1.1 Описание процедуры

Типовые оценочные средства для проведения экзамена по дисциплине

Экзамен проводится по экзаменационным билетам. Экзаменационный билет включает два теоретических вопроса. На подготовку ответов отводится необходимое время.

Оцениваются знания по ответам по дисциплине.

Примерные вопросы для подготовки к сдаче экзамена:

1. Назначение показателей вредности энергетических топлив.
2. Показатели вредности первой группы и их характеристика.
3. Показатели вредности второй группы и их характеристика.
4. Показатели вредности третьей группы и их характеристика.
5. Анализ показателей вредности энергетических топлив.
6. Приемы и методы решения экологических задач.
7. Понятия ПДВ и его определение.
8. Предельно-допустимая мощность ТЭЦ или котельной с учетом экологических факторов.
9. Распределение максимальной приземной концентрации загрязняющих веществ при рассеивании в атмосфере.
10. Что называется санитарно-защитной зоной и ее назначение?
11. Определение границ санитарно-защитной зоны.
12. Неблагоприятные метеорологические факторы для рассеивания выбросов в атмосфере.
13. Мероприятия, реализуемые на энергопредприятиях в период НМУ.
14. Виды золоуловителей и их КПД.
15. Какие выбросы контролируются на ТЭС и котельных?
16. Чем отличаются ПДВ от ПДК?
17. Как контролируется содержание загрязняющих веществ в дымовых газах?

18. Показатели выбросов загрязняющих веществ для экологически чистых ТЭС.
19. Способы снижения выбросов оксидов азота.
20. Способы снижения выбросов оксидов серы.
21. Какие факторы оказывают влияние на концентрации загрязняющих веществ в атмосфере?
22. Способы повышения КПД золоуловителей.
23. Перспективные технологии очистки дымовых газов от оксидов серы.
24. Перспективные технологии очистки дымовых газов от оксидов азота.
25. Воздействие ТЭС на окружающую среду.
26. Программа «Экологически чистая энергетика».
27. Отличия санитарно-защитной зоны от зоны влияния.
28. Как определяется размер санитарно-защитной зоны?
29. Как определяется размер зоны влияния?
30. Влияние КПД очистки золоуловителя на выбросы бенз(а)пирена.
31. Каким коэффициентом определяется скорость осаждения твердых частиц?
32. Как рассчитывается высота трубы?

Экзаменационные билеты (примеры):

Экзаменационный билет 1:

1. Назначение показателей вредности энергетических топлив.
2. Что называется санитарно-защитной зоной и ее назначение?

Экзаменационный билет 2:

1. Анализ показателей вредности энергетических топлив.
2. Способы снижения выбросов оксидов азота.

Экзаменационный билет 3:

1. Влияние КПД очистки золоуловителя на выбросы бенз(а)пирена.
2. Чем отличаются ПДВ от ПДК?

6.2.2.1.1 Описание процедуры экзамена

К экзамену допускаются магистранты, прошедшие все этапы текущего контроля (защита расчетно-графической работы, реферата и выполненных практических заданий), а также представившие собственноручный конспект лекций.

Пример задания:

Экзаменационные билеты (примеры):

Экзаменационный билет 1:

1. Назначение показателей вредности энергетических топлив.
2. Что называется санитарно-защитной зоной и ее назначение?

Экзаменационный билет 2:

1. Анализ показателей вредности энергетических топлив.
2. Способы снижения выбросов оксидов азота.

Экзаменационный билет 3:

1. Влияние КПД очистки золоуловителя на выбросы бенз(а)пирена.
2. Чем отличаются ПДВ от ПДК?

6.2.2.1.2 Критерии оценивания

Отлично	Хорошо	Удовлетворительно	Неудовлетворительно
Глубоко и прочно усвоил материал	Твердо знает материал	Имеет знания только основного материала	Не знает значительной части программного

дисциплины, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязать теорию с практикой, свободно справляется с задачами и другими видами применения знаний, не затрудняется с ответом при видоизменении задания, использует в ответе материал научной литературы, правильно обосновывает принятое решение	дисциплины, грамотно и по существу излагает его, не допускает существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения	дисциплины, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушение логической последовательности в изложении программного материала, испытывает затруднения при ответах по практическому применению навыков	материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями отвечает по практическому применению навыков
--	--	--	---

7 Основная учебная литература

1. Росляков П. В. Методы защиты окружающей среды : учебник для студентов высших учебных заведений по направлению подготовки 140500 "Энергомашиностроение" / П. В. Росляков ; рец. А. С. Седлов, А. Г. Тумановский, 2007. - 334.

2. Жабо В. В. Охрана окружающей среды на ТЭС и АЭС : учебник для энергетических и энергостроительных техникумов / В. В. Жабо, 1992. - 240.

[Сайт] – URL: <http://elib.istu.edu/viewer/view.php?file=/files3/er-27323.pdf>

3. Картавская В. М. Основы промышленной экологии. Оценка ущерба от выбросов загрязняющих веществ в атмосферу : учебное пособие для студентов направления 140100 "Теплоэнергетика и теплотехника" / В. М. Картавская, Т. В. Коваль, 2014. - 198.

[Сайт] – URL: <http://elib.istu.edu/viewer/view.php?file=/files/er-6346.pdf>

4. Картавская В. М. Основы промышленной экологии. Расчет золоулавливающих установок : учебное пособие для студентов направления 140100 "Теплоэнергетика и теплотехника" / В. М. Картавская, Т. В. Коваль, 2014. - 132.

[Сайт] – URL: <http://elib.istu.edu/viewer/view.php?file=/files/er-6347.pdf>

8 Дополнительная учебная литература и справочная

1. Экология энергетики : учеб. пособие для вузов по всем специальностям направления подгот. диплом. специалистов 650800 "Теплоэнергетика"... / В. В. Авдеев [и др.], 2003. - 715.
 2. Методы защиты окружающей среды от загрязнений : указатель литературы. ... за 1972-1975 гг. / сост.: Е. А. Колотушина [и др.], 1976. - 259.
 3. Беспалова Светлана Устиновна. Охрана воздушного бассейна от выбросов ТЭС : учеб. пособие для дипломного проектирования / Светлана Устиновна Беспалова; Томск. политехн. ин-т, 1985. - 76.
 4. Охрана окружающей среды на ТЭС и АЭС : сб. науч. тр. / Всесоюз. гос. науч.-исслед. и проект.-изыскат. ин-т "Атомтеплоэлектропроект" [и др.], 1985. - 62.
 5. Картавская В. М. Основы промышленной экологии. Расчет золоулавливающих установок [Электронный ресурс] : учебное пособие / В. М. Картавская, В. В. Картавский, Т. В. Коваль, 2008. - 136.
- [Сайт] – URL: <http://elib.istu.edu/viewer/view.php?file=/files/er-5860.pdf>
6. Рихтер Лев Александрович. Охрана окружающей среды от шума тепловых электростанций : учеб. пособие для теплоэнерг. спец. вузов / Лев Александрович Рихтер, Владимир Борисович Тупов, 1990. - 95.
 7. Энергетика и охрана окружающей среды / В. И. Бабий [и др.]; под ред. Н. Г. Залогина и др., 1979. - 351.

9 Ресурсы сети Интернет

1. <http://library.istu.edu/>
2. <https://e.lanbook.com/>

10 Профессиональные базы данных

1. <http://new.fips.ru/>
2. <http://www1.fips.ru/>

11 Перечень информационных технологий, лицензионных и свободно распространяемых специализированных программных средств, информационных справочных систем

12 Материально-техническое обеспечение дисциплины

1. экран Screen Media Champion 274*206 с электроприводом
2. Мультимедиа-проектор Acer X1261 DLP