

**Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
"Ивановский государственный политехнический университет"**

УТВЕРЖДАЮ

Директор института _____

_____ 2026 г.

Компьютерное моделирование систем энергоресурсоснабжения

рабочая программа дисциплины (модуля)

Закреплена за кафедрой	СиИС (Строительства и инженерных систем)		
Учебный план	08.04.01 Строительство		
Программа магистратуры	Энергоресурсоснабжение городов и промышленных предприятий		
Квалификация	магистр		
Форма обучения	очная		
Общая трудоемкость	3 ЗЕТ		
Часов по учебному плану	96	Виды контроля в семестрах: экзамен, 2 семестр	
в том числе:			
аудиторные занятия	30		
самостоятельная работа	34		
часов на контроль	32		

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр	2		Итого	
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Лекции	20	20	20	20
Практические	10	10	10	10
Итого ауд.	30	30	30	30
Контактная работа	30	30	30	30
Сам. работа	34	34	34	34
Часы на контроль	32	32	32	32
Итого	96	96	96	96

Программу составил(и):

Ваганов Ф.А., доцент, _____

Рецензент(ы):

Кормашова Е.Р., Директор ИАСТ, _____

Рабочая программа дисциплины

Компьютерное моделирование систем энергоресурсоснабжения

Разработана в соответствии с ФГОС ВО

Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования - магистратура по направлению подготовки 08.04.01 Строительство. Утвержден приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 31 мая 2017 г. N 482

составлена на основании учебного плана

08.04.01 Строительство

утвержденного ученым советом вуза от 07.05.2026 протокол №7

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры

СиИС (Строительства и инженерных систем)

Зав. кафедрой Крупнов Е.И. _____

Согласовано

Зав. выпускающей кафедрой СиИС Крупнов Е.И. _____

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Цели:	- познакомить обучающихся с основными понятиями теории компьютерного моделирования, научить использовать математический аппарат для проектирования моделей различного характера, а также научить работать в современных системах моделирования с целью разработки инновационных компьютерных моделей.
Задачи:	- сформировать систему основных понятий компьютерного моделирования систем энергоресурсоснабжения; - познакомить обучающихся с пакетами прикладных программ моделирования систем энергоресурсоснабжения; - познакомить обучающихся с реальными моделями и особенностями построения моделей для различных сфер человеческой деятельности человека как базовой основы для дальнейшего построения собственных компьютерных моделей систем энергоресурсоснабжения; - показать значение начального этапа (определение цели и систематизация начальных данных) и его место при создании реально существующей модели; - сформировать практические умения строить компьютерные модели и применять их при решении реальных задач; - научить обучающихся численным методам решения прикладных задач; - научить обучающихся оценивать преимущества и недостатки различных видов компьютерного моделирования с помощью того или иного программного обеспечения; - сформировать навыки переноса имеющихся знаний на изучение подобных систем программирования; - практическое применение в работе конкретного математического аппарата при исследованиях, проектировании и эксплуатации энергетических систем.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Цикл (раздел) ОП:	Б1.В.01.02
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающегося:
	Дисциплина основывается на знаниях, полученных при освоении дисциплин бакалавриата.
2.2	Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:
	Знания и умения, полученные при изучении дисциплины «Компьютерное моделирование систем энергоресурсоснабжения», необходимы для последующего изучения соответствующих разделов дисциплин профильной направленности, а также для выполнения выпускной квалификационной работы.

3. ФОРМИРУЕМЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ И ИНДИКАТОРЫ ИХ ДОСТИЖЕНИЯ

ПК-1:Способен осуществлять подготовку проектной документации	
ПК-1.1.	Формирование требований к объему и составу исходных данных для разработки проектной документации
ПК-1.2.	Выдача исходных данных для разработки проектной и рабочей документации
ПК-1.3.	Формирование вариантов проектных решений
ПК-1.6.	Выполнение проверочных расчетов инженерных систем
ПК-1.7.	Проверка созданной информационной модели инженерных систем
В результате освоения дисциплины (модуля) обучающийся должен:	
Знать:	исходные данные для разработки проектной документации.
Уметь:	формировать варианты проектных решений, а также требования к объему и составу исходных данных для разработки проектной документации, а также уметь принимать решения по созданию цифровой информационной модели.
Владеть:	методами проверки информационной модели.

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)			
Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Примечание
Раздел 1. Введение в компьютерное моделирование. Понятие моделирования. Системный подход к компьютерному моделированию. Классификация моделей и видов моделирования.			
/Лек/	2	4	
/Пр/	2	2	
/СР/	2	5	
Раздел 2. Технология моделирования систем. Теория подобия. Этапы математического моделирования. Принципы построения и требования к моделям систем. Формы представления математических моделей. Технические и программные средства моделирования.			
/Лек/	2	4	
/Пр/	2	2	
/СР/	2	9	
Раздел 3. Общая информационная модель СИМ. Серии стандартов СИМ (МЭК). Технология и терминология. Модели данных для основных участников информационного обмена в энергетической отрасли.			
/Лек/	2	4	
/Пр/	2	2	
/СР/	2	8	
Раздел 4. Профили модели СИМ. Внесение изменений и расширение модели для отражения специфики российской энергетики. Пакеты и классы СИМ. Регламент внесения изменений и расширения модели и профилей СИМ. Специфика российской и международной энергетики.			
/Лек/	2	4	
/Пр/	2	2	
/СР/	2	6	
Раздел 5. Моделирование систем энергоресурсоснабжения. Моделирование систем энергоресурсоснабжения с использованием программ для математического моделирования (MathLAB, Mathcad, Electronics Workbench, Revit).			
/Лек/	2	4	
/Пр/	2	2	
/СР/	2	6	
/Эк/	2	32	

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ
В рамках внутренней системы оценки качества подготовки для текущего контроля и промежуточной аттестации в университете применяется балльно-рейтинговая система оценки знаний обучающихся (очной формы обучения). При реализации образовательной программы в университете применяются электронное обучение и дистанционные образовательные технологии. Для проведения аудиторной и внеаудиторной контактной работы используются технологии видеоконференцсвязи. Для проведения всех видов занятий используется электронная информационно-образовательная среда вуза. В соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 08.04.01 «Строительство» реализация компетентностного подхода предусматривает широкое использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий (деловых и ролевых игр, разбор конкретных ситуаций, психологические и иные тренинги) в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся. В рамках данной дисциплины предусмотрены встречи с представителями российских и зарубежных компаний, государственных и общественных организаций, мастер-классы экспертов и специалистов. При проведении занятий и организации самостоятельной работы обучающихся используются следующие технологии. Традиционные технологии обучения, предполагающие передачу информации в готовом виде, формирование учебных умений по образцу: информационная лекция, лекция-визуализация, практические занятия, лабораторные работы, самостоятельная работа. Лекции Информационная лекция в классическом варианте предполагает одностороннее изложение больших объемов информационного материала. Она побуждает к дополнительному изучению книг, разъясняя их ключевые пункты. Лекция-визуализация учит обучающегося преобразовывать устную и письменную информацию в визуальную форму, выделяя при этом наиболее значимые и существенные элементы. На лекции используются схемы, рисунки, чертежи и т.п. Проведение лекции сводится к связному развернутому комментированию преподавателем подготовленных наглядных пособий. В некоторых случаях к работе по созданию визуальных материалов возможно привлечение и обучающихся (например, поручить некоторым из них подготовить наглядные материалы по разделам темы занятий, которые потом совместно с преподавателем прокомментировать на лекции). В таком случае у обучающихся будут формироваться

соответствующие умения, развиваться высокий уровень активности, воспитываться личностное отношение к содержанию обучения.

Практические занятия

В основе практических занятий лежит упражнение, в рамках которого решаются познавательные задачи и большое внимание уделяется овладению навыками решения практических задач, умению устанавливать связи между теоретическими основами и практической деятельностью.

Самостоятельная работа

Средством формирования профессиональных компетенций выступает, помимо аудиторной, и самостоятельная работа. Это планируемая работа обучающихся, выполняемая по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия.

При организации внеаудиторной самостоятельной работы по данной дисциплине используются следующие её формы:

- кейс-задача включает в себя работу с научно-технической литературой; с нормативными документами; составление библиографического списка; подготовка информационного сообщения; создание материалов презентаций; подготовка научной статьи к печати и т.д.;
- подготовка к проверке текущего контроля знаний включает в себя работу с конспектом лекций; с ресурсами Интернета; составление плана и тезисов ответа;
- подготовка к практическим занятиям, включает в себя работу с конспектом лекций; с нормативными документами и справочной литературой; с ресурсами Интернета;
- подготовка к лабораторным работам, включает в себя работу с конспектом лекций; с нормативными документами и справочной литературой; с ресурсами Интернета.

6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА

Вопросы к разделу 1.

1. Основные понятия математической модели. Синтез, анализ, оптимизация.
2. Классификация видов моделирования.
3. Основы детерминированного, стохастического, математического, статистического, динамического, дискретного, непрерывного и физического моделирования.
4. Сущность компьютерного моделирования сложной системы.
5. Основные требования, предъявляемые к модели: полнота, гибкость, точность.
6. Основные этапы моделирования технических систем: построение описательной модели системы и её формализация.
7. Алгоритмизация модели и её компьютерная реализация; получение и интерпретация результатов моделирования.
8. Три основных класса ошибок моделирования: ошибки формализации, ошибки решения, ошибки задания параметров системы.
9. Схема взаимосвязи технологических этапов моделирования.
10. Обзор математических теорий для формализации неопределенной информации в моделях: многозначная логика; теория вероятности; теория ошибок; теория средних интервалов; теория субъективных вероятностей; теория нечетких множеств; теория нечетких мер и интегралов.

Вопросы к разделу 2.

1. Обоснование выбора математической модели.
2. Точность модели.
3. Проверка адекватности математических моделей.
4. Упрощенность моделей.
5. Определяющие соотношения и эмпирические зависимости в математических моделях.
6. Размерность величин и формулирующих задачу выражений.
7. Моделирование дифференциальными уравнениями в частных производных.
8. Замыкание математических моделей.
9. Существование, множественность и единственность решений.
10. Выбор математических методов решения формулируемой задачи.
11. Существование аналитического решения.
12. Асимптотические разложения.
13. Дискретизация задач.
14. Исследование решений.
15. Выбор и контроль точности решения.
16. Контроль размерностей.
17. Верификация модели.

Вопросы к экзамену:

1. Этапы математического моделирования.
2. Модели, основанные на принципе наименьшего действия и принципе сохранения.
3. Последовательность построения и испытания математических моделей на примере задачи о растяжении и сжатии бруса.
4. Последовательность построения и испытания математических моделей на примере задачи об изгибе бруса.
5. Последовательность построения и испытания математических моделей на примере задачи о потере устойчивости бруса.
6. Метод Ритца.
7. Метод Бубнова-Галеркина.
8. Метод Ньютона для решения нелинейных задач.
9. Внутренние силы, напряжения, деформации, перемещения в твердом теле.
10. Напряженно-деформированное состояние твердого тела. Тензор деформаций, тензор напряжений и главные напряжения.
11. Закон Гука, как уравнение состояния в механике деформируемого твердого тела. Уравнения статического равновесия и уравнения равновесия в движении. Уравнения совместности деформаций.
12. Выражение изменения энергии в деформируемом твердом теле.

13. Поиск экстремумов функций и функционалов.
14. Наименьшее действие. Принцип Лагранжа.
15. Классификация объектов по типу поведения. Аналитические и имитационные модели.
16. Понятие модели исследуемого объекта или явления.
17. Уравнение Эйлера.
18. Идеи, привлекаемые в качестве основы математических моделей. Отражение свойств и характеристик объекта в математической модели.
19. Принципы причинности.
20. Задачи анализа и синтеза.
21. Точность математической модели.
22. Линейные и нелинейные математические модели.
23. Законы сохранения.
24. Краевая задача и задача Коши. Аналитическое решение. Асимптотические разложения.
25. Дискретные и непрерывные математические модели.
26. Моделирование дифференциальными уравнениями в частных производных. Линеаризация.
27. Вероятностные модели.
28. Вариационные модели.
29. Существование, множественность и единственность решений математической задачи.
30. Понятие верификации модели.
31. Дискретизация задач. Метод Эйлера.
32. Понятие вычислительного эксперимента. Триада «модель – алгоритм – программа». Численное моделирование.
33. Системы линейных уравнений и их решение. Проблема собственных значений.
34. Сведение решения задач математического моделирования к решению задач линейной алгебры. Метод конечных разностей и метод конечного элемента.
35. Уравнения состояния.
36. Упрощающие гипотезы и допущения в механике деформируемого твердого тела. Представление твердого тела сплошной средой. Упругое тело. Пластическое тело.
37. Алгоритмы решения. Программирование и программное обеспечение для решения задач.
38. Формулировка и решение задач статики и динамики твердого тела. Двумерные и одномерные задачи теории упругости.
39. Понятие модели исследуемого объекта или явления.
40. Наименьшее действие. Принцип Лагранжа. Принцип Гамильтона-Остроградского.

ФОС по дисциплине представлен в ПРИЛОЖЕНИИ к РПД.

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

7.1. Рекомендуемая литература

7.1.1 Основная литература

	Авторы, составители	Заглавие, назначение, ссылка	Издательство, год
Л1.1	Голубева Н.В.	Математическое моделирование систем и процессов : учебное пособие: https://e.lanbook.com/book/76825 , ,	Санкт-Петербург : Лань, 2016,
Л1.2	Куксин А.В.	Электроснабжение промышленных предприятий : учебное пособие : https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=618499 , ,	М. : Вологда : Инфра-Инженерия, 2021,
Л1.3	Волкова В.Н. и др.	Моделирование систем и процессов : учебник для вузов, ,	М. : Издательство Юрайт, 2021,
Л1.4	Митрофанов С.В.	Моделирование в электроэнергетике : учебное пособие: https://e.lanbook.com/book/97981 , ,	Оренбург : ОГУ, 2015,

7.1.2 Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие, назначение, ссылка	Издательство, год
Л2.1	Казанцева Н.В.	Математическое моделирование в программных пакетах Excel и MathCad : учебно-методическое пособие: https://e.lanbook.com/book/121397 , ,	Екатеринбург : УрГУПС, 2018,
Л2.2	Черняк А.А.	Математические расчеты в среде Mathcad : учебное пособие для вузов, ,	М. : Издательство Юрайт, 2021,
Л2.3	Красавин А.В.	Компьютерный практикум в среде matlab : учебное пособие для вузов, ,	М. : Издательство Юрайт, 2021,

7.2. Электронные учебные издания и электронные образовательные ресурсы

E-learning Портал электронного образования ИВГПУ: <https://moodle.ivgpu.ru/>

7.3. Информационное обеспечение дисциплины

7.3.1 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, в том числе отечественного производства

	Лицензионное программное обеспечение вуза: Microsoft Windows, Microsoft Office, Autodesk Revit, MathWorks MatLAB 2015b. Программы Microsoft Office EXCEL, Microsoft Word. Свободно распространяемое: программный пакет Moodle. Прикладное программное обеспечение: Google Chrome, Opera, Mozilla Firefox и др.
--	---

7.3.2 Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем

7.3.2.1	ЭБС "Университетская Библиотека Онлайн", https://biblioclub.ru
7.3.2.2	Электронная библиотека ИВГПУ, https://lib.ivgpu.ru/
7.3.2.3	ЭБС издательства "Лань", https://e.lanbook.com/

8. МТО (ОБОРУДОВАНИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА ОБУЧЕНИЯ)

Методический кабинет и лаборатории кафедры, библиотечный фонд ИВГПУ, компьютерные классы, оборудованные современными компьютерами, объединёнными в локальную сеть с пакетом лицензионного программного обеспечения и доступом в Internet. Разработанные лабораторные работы, включающие в себя обучающие тексты, набор пошаговых инструкций, учебных задач и заданий, демонстрационный материал и тестовые задания, размещены на магнитных носителях с программным обеспечением.

9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Все виды аудиторных занятий сочетают образовательную, воспитательную, практическую и методическую функции. Предусмотрена контактная работа с обучающимися: аудиторная и внеаудиторная, а также в электронной информационно-образовательной среде.

Самостоятельное изучение отдельных вопросов, позволяет акцентировать внимание на более глубоком изучении отдельных вопросов.

При чтении лекций применяются следующие активные и интерактивные методы: информационная лекция, лекция-визуализация, блиц-игра, идейная карусель.

При проведении лабораторных работ используются традиционные технологии обучения.

При организации внеаудиторной самостоятельной работы по данной дисциплине используются следующие её формы:

- кейс-задача;
- подготовка к проверке текущего контроля знаний;
- подготовка к лабораторным работам;

При подготовке к лекционным занятиям необходимо продумать план его проведения, содержание вступительной, основной и заключительной части лекции, ознакомиться с новинками учебной и методической литературы, публикациями периодической печати по теме лекционного занятия. Предварительно определить средства материально-технического обеспечения лекционного занятия и порядок их использования в ходе чтения лекции. В ходе лекционного занятия преподаватель должен назвать тему, учебные вопросы, ознакомить обучающихся с перечнем основной и дополнительной литературы по теме занятия. Желательно дать обучающимся краткую аннотацию основных первоисточников. Во вступительной части лекции обосновать место и роль изучаемой темы в учебной дисциплине, раскрыть ее практическое значение. Если читается не первая лекция, то необходимо увязать ее тему с предыдущей, не нарушая логики изложения учебного материала. Раскрывая содержание учебных вопросов, акцентировать внимание обучающихся на основных категориях, явлениях и процессах, особенностях их протекания. Раскрывать сущность и содержание различных точек зрения и научных подходов к объяснению тех или иных явлений и процессов.

Следует аргументировано обосновать собственную позицию по спорным теоретическим вопросам, приводить примеры, задавать по ходу изложения лекционного материала риторические вопросы. Это способствует активизации мыслительной деятельности обучающихся, повышению их внимания и интереса к материалу лекции, ее содержанию. Преподаватель должен руководить работой обучающихся по конспектированию лекционного материала, подчеркивать необходимость отражения в конспектах основных положений изучаемой темы, особо выделяя, категорийный аппарат. В заключительной части лекции необходимо сформулировать общие выводы по теме, раскрывающие содержание всех вопросов, поставленных в лекции.

Для максимального усвоения дисциплины рекомендуется проведение письменного опроса обучающихся по материалам лекций. Подборка вопросов осуществляется на основе изученного теоретического материала.

При подготовке к лабораторным работам необходимо определить средства материально-технического обеспечения занятия и порядок их использования. На занятии преподаватель должен назвать тему и цель практического занятия и использовать разные интерактивные методы, а также технологии обратной связи.

Обучающиеся ведут рабочую тетрадь, которая содержит следующее: тему занятия, основную часть (сведения из теории, примеры решения задач, решение задач и т.д.), схемы и графики.

Обучающиеся ведут рабочую тетрадь, которая содержит следующее: тему лабораторной работы, цель работы, краткие сведения из теории, журнал наблюдений, формулы, расчеты, таблицы обработки опытных данных, графики, схемы, вывод по работе.

10. УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ООП ВО ДЛЯ ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ И ИНВАЛИДОВ

Преподавание дисциплины должно учитывать особенности познавательной деятельности и личностной особенности обучающихся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) и инвалидов (по возможности на лекциях, семинарах, лабораторных работах и т.д.). Учет особенностей обучающихся с инвалидностью в полной мере проявляется на предусмотренных для таких обучающихся индивидуальных консультациях по дисциплине.

Необходимо во время преподавания в общей группе учитывать реальные возможности лиц с ОВЗ и инвалидов. Коррекция методики преподавания для данной группы лиц возможна на индивидуальных занятиях. Преподаватель должен учитывать физиологические особенности обучаемого и разработать рекомендации и приемы выполнения поставленной задачи индивидуально. Возможен подбор индивидуального задания с коррекцией уровня сложности выполняемого задания.

Специальные условия для получения образования обучающимися с ограниченными возможностями здоровья условия обучения, воспитания и развития таких обучающихся, включающие в себя использование специальных образовательных программ и методов обучения и воспитания, специальных учебников, учебных пособий и дидактических материалов, специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования, предоставление услуг ассистента (помощника), оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь, проведение групповых и индивидуальных коррекционных занятий, обеспечение доступа в здания организаций, осуществляющих образовательную деятельность, и другие условия, без которых невозможно или затруднено освоение образовательных программ обучающимися с ограниченными возможностями здоровья.

При обучении лиц с ограниченными возможностями здоровья электронное обучение и дистанционные образовательные технологии должны предусматривать возможность приема-передачи информации в доступных для них формах.

Необходимо учитывать тот факт, что обучающиеся не всегда имеют физическую возможность посещать занятия. Поэтому целесообразно разрабатывать дистанционную информационную поддержку процесса обучения. Таким средством могут являться обучающие компьютерные фильмы по данной дисциплине, презентации, которые обучающийся может просматривать дома в комфортной среде и без лимита времени.

Обучающиеся из числа лиц с ОВЗ и инвалидов обеспечиваются печатными и (или) электронными образовательными ресурсами в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья.

При проведении занятий в компьютерных лабораториях целесообразно использовать проектор для наиболее удобного размещения обучающегося с ОВЗ при изложении материала занятия.