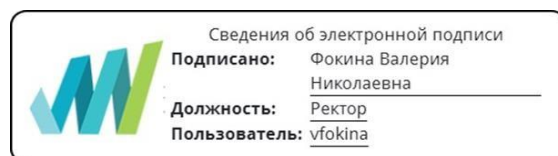


**Автономная некоммерческая организация высшего образования
«Открытый университет экономики, управления и права»
(АНО ВО ОУЭП)**

УТВЕРЖДАЮ

Ректор АНО ВО ОУЭП Фокина В.Н.



Утверждено протоколом заседания
кафедры Информатики
№ 10-04 от 10 апреля 2026 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.09 МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРОТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ УСТАНОВОК

Для направления подготовки:

13.03.02 Электроэнергетика и электротехника
(уровень бакалавриата)

Типы задач профессиональной деятельности:

проектный

Направленность (профиль):

Электротехнические системы и технологии

Форма обучения:

очная

Москва 2026

Разработчик: Разработчик: Волов Вячеслав Теодорович, д.пед.н., д.соц.н., д.тех.н., д.физ.-мат.н., профессор

Рабочая программа разработана в соответствии с требованиями ФГОС ВО 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника (уровень бакалавриата), утв. Приказом Министерства образования и науки РФ от 28 февраля 2018 г. N 144

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий кафедрой Информатики к.тех.н., профессор Федоров Сергей Евгеньевич

Протокол заседания кафедры № 10-04 от 10.04.2026 г.

СОДЕРЖАНИЕ

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ	4
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП	4
2.1. Место дисциплины в учебном плане:	4
3. КОМПЕТЕНЦИИ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	4
4. РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ ОБУЧАЮЩИМСЯ	4
5. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ВИДОВ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ ПО СЕМЕСТРАМ	5
6. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	5
7. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ РАБОТ	7
8. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ	7
9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	7
9.1. Рекомендуемая литература:	7
9.2. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения.....	7
9.3. Перечень современных профессиональных баз данных, информационных справочных систем и ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»	8
10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	8
11. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ	9
ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ	10
11.1. Особенности организации образовательного процесса для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья, инвалидов (детей-инвалидов) (в случае наличия таких категорий, обучающихся).....	10
<i>Приложение 1</i>	13

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель: изучение основ современных численных и аналитических методов решения задач математической физики и освоение навыков решения практических задач электротехнологий современными методами.

Задачи: изучение численных и аналитических методов решения задач математической физики, формирование навыков решения задач математической физики для систем индукционного нагрева с использованием современных программных средств, умения постановки краевых задач.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

2.1. Место дисциплины в учебном плане:

Блок: Блок 1. Дисциплины (модули).

Часть: Формируемая участниками образовательных отношений.

Осваивается (семестр):

очная форма обучения – 6

3. КОМПЕТЕНЦИИ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

ПК-1 - Способен участвовать в проектировании объектов профессиональной деятельности

4. РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ ОБУЧАЮЩИМСЯ

Код и наименование компетенции	Результаты обучения
ПК-1 Способен участвовать в проектировании объектов профессиональной деятельности	Знает: основы моделирования электротехнологических установок, физику процессов, протекающих в этих системах, а также методы и средства компьютерного моделирования Умеет: разрабатывать модели электротехнологических установок, проводить анализ функциональности и производительности, а также оптимизировать параметры систем Владеет: навыками работы с программным обеспечением для моделирования, анализа данных и визуализации результатов, а также способности применять полученные модели для проектирования и усовершенствования технологических процессов

5. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ВИДОВ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ ПО СЕМЕСТРАМ

Общая трудоемкость дисциплины «Моделирование электротехнологических установок» для обучающихся очной формы обучения, реализуемой в АНО ВО ОУЭП по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, составляет: 5 з.е. / 180 час.

Вид учебной работы	Всего число часов и (или) зачетных единиц
	Очная
Аудиторные занятия	72
<i>в том числе:</i>	
Лекции	18
Практические занятия	54
Лабораторные работы	-
Самостоятельная работа	72
<i>в том числе:</i>	
часы на выполнение КР / КП	
Промежуточная аттестация:	
Вид	Экзамен – 6 сем.
Трудоемкость (час.)	36
Общая трудоемкость з.е. / час.	5 з.е. / 180 час.

6. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

№	Наименование темы дисциплины	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Самост. работа (в т.ч. КР / КП)
Очная форма обучения					
1	Характеристика электромагнитных и температурных полей в электротермических установках	1	3		7
2	Общая характеристика методов расчета и исследования технологических установок и процессов	1	3		7
3	Математическое описание физических полей	2	6		7
4	Классификация методов решения дифференциальных уравнений	2	6		7
5	Интегральные уравнения	2	6		7
6	Особенности комбинированных методов расчета	2	6		7
7	Решение переопределенных систем	2	6		7
8	Понятие об обратных задачах	2	6		7
9	Технология вычислительного эксперимента	2	6		8
10	Современные пакеты программ решения полевых задач	2	6		8

№	Наименование темы дисциплины	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Самост. работа (в т.ч. КР / КП)
	Итого семестр (часов)	18	54	-	72
	Форма контроля:	Экзамен			36
	Всего по дисциплине:	180 / 5 з.е.			

СОДЕРЖАНИЕ ТЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Тема 1. Характеристика электромагнитных и температурных полей в электротермических установках

Взаимосвязь электромагнитных и тепловых полей в технологических установках.

Тема 2. Общая характеристика методов расчета и исследования технологических установок и процессов

Алгоритмы и программы. Методы и языки программирования. Структурное программирование. Пакеты и комплексы прикладных программ для исследования и проектирования технологических установок. Алгоритмизация и постановка проектных задач. Методо-ориентированные пакеты программ, их структура и характеристики. Проблемно-ориентированные пакеты программ, их структура и характеристики.

Тема 3. Математическое описание физических полей

Дифференциальная и интегральная постановка. Уравнения в частных производных, их классификация. Понятия аппроксимации, устойчивости и сходимости.

Тема 4. Классификация методов решения дифференциальных уравнений

Аналитические и численные методы. Основы метода конечных разностей. Разностная аппроксимация. Основы метода конечных элементов.

Тема 5. Интегральные уравнения

Уравнения Фредгольма. Метод осреднения ядра. Понятие регуляризации. Особенности решения систем алгебраических уравнений.

Тема 6. Особенности комбинированных методов расчета

Общая схема построения комбинированных методов. Методология разработки совмещенных моделей.

Тема 7. Решение переопределенных систем

Геометрическая интерпретация. Нормальные системы и линейная задача наименьших квадратов. Связь чисел обусловленности матриц исходной и нормальной систем. Выравнивание данных методом наименьших квадратов.

Тема 8. Понятие об обратных задачах

Примеры обратных задач. Условия корректности. Примеры некорректных задач. Задачи определения коэффициентов обыкновенных дифференциальных уравнений и

систем. Задача определения начального распределения температуры по измерению температуры в точке. Задача определения источника в уравнении теплопроводности. Задача определения коэффициента в уравнении теплопроводности.

Тема 9. Технология вычислительного эксперимента

Понятие вычислительного эксперимента. Структура вычислительного эксперимента. Современная реализация вычислительного эксперимента при исследовании электротермических устройств.

Тема 10. Современные пакеты программ решения полевых задач

Основные тенденции, направления развития и совершенствования методов моделирования. Построение коммерческих пакетов для решения задач математической физики.

7. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ РАБОТ

Курсовая работа не предусмотрена

8. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Примерный фонд оценочных средств представлен в Приложении 1.

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Рекомендуемая литература:

1. Калинин, С. В. Математическое моделирование устройств и систем: учебное пособие / С. В. Калинин, Н. В. Мальцев. — Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2022. — 152 с. — ISBN 978-5-7782-4620-1. — Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/126568.html>

2. Математическое моделирование электромеханических установок в среде Comsol Multiphysics : учебно-методическое пособие / И. А. Смольянов, Ф. Н. Сарапулов, С. Ф. Сарапулов [и др.] ; под редакцией Ф. Н. Сарапулова. — Екатеринбург: Издательство Уральского университета, 2021. — 256 с. — ISBN 978-5-7996-3373-8. — Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/books/161234/details>

9.2. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения.

Программное обеспечение, необходимое для реализации дисциплины:

Лицензионное программное обеспечение (в том числе, отечественного производства)

Информационная технология. Аттестационный интеллектуальный информационный робот контроля оригинальности и профессионализма «ИИР КОП» (отечественное ПО)

Информационная технология. Онлайн тестирование цифровой платформы Ровеб (отечественное ПО)

Операционная система Windows Professional 10

Платформа проведения аттестационных процедур с использованием каналов связи (отечественное ПО)

Платформа проведения вебинаров (отечественное ПО)

ПО браузер – приложение операционной системы, предназначенное для просмотра Web-страниц

Электронный информационный ресурс «Личная студия обучающегося» (отечественное ПО)

Электронный информационный ресурс. Экспертный интеллектуальный информационный робот Аттестация ассессоров (отечественное ПО)

Свободно распространяемое программное обеспечение

Мой Офис Веб-редакторы <https://edit.myoffice.ru> (отечественное ПО);

ПО «Блокнот» - стандартное приложение операционной системы (MS Windows, Android и т.д.), предназначенное для работы с текстами.

ПО Open Office.org Draw - http://qsp.su/tools/onlinehelp/about_license_gpl_russian.html

ПО OpenOffice.Org Calc - http://qsp.su/tools/onlinehelp/about_license_gpl_russian.html;

ПО OpenOffice.Org Writer - http://qsp.su/tools/onlinehelp/about_license_gpl_russian.html

ПО OpenOffice.Org.Base - http://qsp.su/tools/onlinehelp/about_license_gpl_russian.html;

ПО OpenOffice.org.Impress -http://qsp.su/tools/onlinehelp/about_license_gpl_russian.html

КОМПАС-3D <https://ascon.ru/products/kompas-3d/>

9.3. Перечень современных профессиональных баз данных, информационных справочных систем и ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

1. <http://www.consultant.ru/> - справочная правовая система КонсультантПлюс
2. <http://www.iprbookshop.ru> - Электронно-библиотечная система IPRSmart (ЭБС IPRSmart) –электронная библиотека по всем отраслям знаний
3. <https://cyberleninka.ru/> - научная электронная библиотека КиберЛенинка
4. <https://gufo.me/> - справочная база энциклопедий и словарей
5. <https://ro-edu.ru/> - Медиапортал «Российское образование»
6. <https://rusneb.ru/> - федеральная государственная информационная система и единое электронное пространство знаний, объединяющее оцифрованные фонды российских библиотек, музеев и архивов
7. <https://universarium.org/> - российская межвузовская платформа от ведущих университетов и компаний
8. <https://www.elibrary.ru/> - электронно-библиотечная система eLIBRARY.RU, крупнейшая в России электронная библиотека научных публикаций
9. <https://www.garant.ru/> - справочная правовая система Гарант
10. <https://www.lektorium.tv/> - российская образовательная платформа, которая предлагает массовые открытые онлайн-курсы (МООК) и лекции от ведущих вузов, научных институтов и компаний

10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Помещения для осуществления образовательного процесса по дисциплине представляют собой аудитории для проведения учебных занятий, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения с возможностью подключения к сети «Интернет».

Наименование оборудованных учебных кабинетов	Перечень основного оборудования
Учебная аудитория для проведения учебных занятий	Комплект специализированной учебной мебели, отвечающий установленным нормам и требованиям: столы, стулья, персональные компьютеры с программным обеспечением и доступом в Интернет, шкаф книжный, доска передвижная поворотная магнитная (маркерная), тумба, кулер малый. Рабочее место преподавателя: стол, стул, персональный компьютер с программным обеспечением и доступом в Интернет.
Учебная аудитория для проведения учебных занятий	Комплект специализированной учебной мебели, отвечающий установленным нормам и требованиям: столы, стулья, столы рабочие электроmontажные, табурет антистатический (полиуретановый), проектор, проекционный настенный экран, шкаф для одежды, стеллажи. Миниатюрная электротехническая лаборатория МЭЛ-2. Микропроцессорный учебный комплекс (МУК-1) «Классик-1». Лабораторные стенды: Комплект лабораторного оборудования «Электротехника, основы электроники, электрические машины, электропривод», ЭЛБ-241.022.11". Комплект лабораторного оборудования «Теоретические основы электротехники», ЭЛБ-241.062.04". Лабораторный стенд «Трехфазный асинхронный двигатель», ЭЛБ-241.130.01". Лабораторный стенд «Электробезопасность в системах электроснабжения», ЭЛБ-240.002.03. Рабочее место преподавателя: стол, стул.
Помещение для самостоятельной работы обучающихся	Комплект специализированной учебной мебели, отвечающий установленным нормам и требованиям: столы, стулья, персональные компьютеры с программным обеспечением и доступом в Интернет.
Многофункциональная аудитория для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья, инвалидов (детей-инвалидов)	Комплект специализированной мебели, отвечающий установленным нормам и требованиям (столы для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья, инвалидов (детей-инвалидов)), персональные компьютеры, веб-камера, гарнитура, информационная система «Исток» - для слабослышащих, клавиатура Брайля, клавиатура беспроводная с большими кнопками и накладкой для лиц с ОВЗ, портативное устройство для чтения/увеличения "Pearl", подключаемое к ПК, инвалидное кресло-коляска. Рабочее место преподавателя: стол, стул, веб-камера персональный компьютер с программным обеспечением и доступом в Интернет.

11. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины проводится в форме лекций, практических и/или лабораторных занятий, организации самостоятельной работы обучающихся, консультаций.

Главное назначение лекции - обеспечить теоретическую основу обучения, развить интерес к учебной деятельности и конкретной учебной дисциплине, сформировать у обучающихся ориентиры для самостоятельной работы над учебной дисциплиной.

Основной целью практических и/или лабораторных занятий является обсуждение наиболее сложных теоретических вопросов, их методологическая и методическая проработка, выполнение практических заданий.

Самостоятельная работа с учебной, учебно-методической и научной литературой, дополняется работой с тестирующими системами, тренинговыми программами, с информационными базами, электронными образовательными ресурсами в электронной информационно-образовательной среде организации и сети Интернет.

Цель самостоятельной работы - подготовка современного компетентного специалиста и формирование способностей и навыков к непрерывному самообразованию и профессиональному совершенствованию.

Реализация поставленной цели предполагает решение следующих задач:

- качественное освоение теоретического материала по изучаемой дисциплине, углубление и расширение теоретических знаний с целью их применения на уровне междисциплинарных связей;
- систематизация и закрепление полученных теоретических знаний и практических навыков;
- формирование умений по поиску и использованию нормативной, правовой, справочной и специальной литературы, а также других источников информации;
- развитие познавательных способностей и активности, творческой инициативы, самостоятельности, ответственности и организованности;
- формирование самостоятельности мышления, способностей к саморазвитию, самообразованию, самосовершенствованию и самореализации;
- развитие научно-исследовательских навыков;
- формирование умения решать практические задачи (в профессиональной деятельности), используя приобретенные знания, способности и навыки.

Самостоятельная работа является неотъемлемой частью образовательного процесса.

Самостоятельная работа предполагает инициативу самого обучающегося в процессе сбора и усвоения информации, приобретения новых знаний, умений и навыков и

ответственность его за планирование, реализацию и оценку результатов учебной деятельности. Процесс освоения знаниями при самостоятельной работе не обособлен от других форм обучения.

Самостоятельная работа по подготовке письменных работ должна:

- быть выполнена индивидуально (или являться частью коллективной работы);
- представлять собой законченную разработку (этап разработки), в которой анализируются актуальные проблемы по определенной теме и ее отдельных аспектов;
- отражать необходимую и достаточную компетентность автора;
- иметь учебную, научную и/или практическую направленность;
- быть оформлена структурно и логически последовательно;
- содержать краткие и четкие формулировки, убедительную аргументацию, доказательность и обоснованность выводов;
- соответствовать этическим нормам (правила цитирования и парафраз; ссылки на использованные библиографические источники; исключение плагиата, дублирования собственного текста и использования чужих работ).

11.1. Особенности организации образовательного процесса для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья, инвалидов (детей-инвалидов) (в случае наличия таких категорий, обучающихся)

Образовательный процесс включает в себя теоретическое обучение, все виды практик, воспитательную работу, мероприятия по комплексному сопровождению для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья, инвалидов (детей-инвалидов) с учетом их возрастных и индивидуальных особенностей.

Образовательная программа может быть адаптирована для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья, инвалидов (детей-инвалидов) (адаптивная образовательная программа). Адаптивная образовательная программа разрабатывается на основании личного заявления обучающегося (законного представителя) и рекомендаций психолого-медико-педагогической комиссии и/или справке медико-социальной экспертизы, индивидуальная программа реабилитации или абилитации.

При разработке адаптивной образовательной программы учитываются особые образовательные потребности обучающихся с ограниченными возможностями здоровья, инвалидов (детей-инвалидов), исходя из особенностей их психофизического развития, индивидуальных возможностей.

Обучающимся с ограниченными возможностями здоровья, инвалидам (детям-инвалидам) по их заявлению предоставляются специальные технические средства, программные средства и услуги ассистента (помощника), оказывающего необходимую техническую помощь.

При реализации адаптивной образовательной программы обучающимся с ограниченными возможностями здоровья, инвалидам (детям-инвалидам) предоставляются следующие возможности:

- использование специальных технических средств;
- обеспечение электронными образовательными ресурсами, использующими аудио сопровождение учебного материала;
- обеспечение электронными образовательными ресурсами с возможностью увеличения размера шрифта;
- обеспечение печатными образовательными ресурсами;
- особенности процедур аттестации.

При реализации адаптивной образовательной программы применяются следующие формы контроля и оценки результатов обучения обучающихся с ограниченными возможностями здоровья, инвалидов (детей-инвалидов) в зависимости от характера ограничений здоровья.

Для обучающихся с нарушением зрения:

- устная проверка: дискуссии, тренинги, круглые столы и др.;
- с использованием компьютера и специального программного обеспечения: работа с электронными образовательными ресурсами, тестирование, рефераты, курсовые проекты и др.;
- при возможности, письменная проверка с использованием шрифта Брайля, увеличенного шрифта, использование специальных технических средств: контрольные работы, тестирование, домашние задания, эссе, отчеты и др.

Для обучающихся с нарушением слуха:

- письменная проверка: контрольные, тестирование, домашние задания, эссе, отчеты и др.;
- с использованием компьютера и специального программного обеспечения: работа с электронными образовательными ресурсами, тестирование, рефераты, курсовые проекты и др.;
- при возможности, устная проверка с использованием специальных технических и программных средств, дискуссии, тренинги, круглые столы и др.

Для обучающихся с нарушением опорно-двигательного аппарата:

- письменная проверка с использованием специальных технических средств: контрольные работы, тестирование, домашние задания, эссе, отчеты и др.;

- устная проверка с использованием специальных технических средств: дискуссии, тренинги, круглые столы и др.;

- с использованием компьютера и специального программного обеспечения: работа с электронными образовательными ресурсами, тестирование, рефераты, курсовые проекты и др.

При проведении промежуточной аттестации по дисциплине обеспечивается соблюдение следующих общих требований:

- проведение аттестации для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья, инвалидов (детей-инвалидов) в одной аудитории совместно с обучающимися, не имеющими инвалидности и ОВЗ, если это не создает трудностей для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья, инвалидов (детей-инвалидов) и иных обучающихся при прохождении аттестации;

- присутствие в аудитории ассистента (помощника), оказывающего обучающимся с ограниченными возможностями здоровья, инвалидам (детям-инвалидам) необходимую техническую помощь с учетом их индивидуальных особенностей (занять рабочее место, передвигаться, прочесть и оформить задание, общаться с экзаменатором);

- обеспечение возможности беспрепятственного доступа обучающихся с ограниченными возможностями здоровья, инвалидов (детей-инвалидов) в аудиторию, спортивный зал, санитарные и другие вспомогательные помещения.

По письменному заявлению обучающегося с ограниченными возможностями здоровья, инвалидов (детей-инвалидов) продолжительность сдачи экзамена может быть увеличена по отношению к установленной продолжительности его сдачи:

- продолжительность сдачи экзамена, проводимого в письменной форме, - не более чем на 90 минут;

- продолжительность подготовки обучающегося к ответу на экзамене, проводимом в устной форме, - не более чем на 20 минут.

О необходимости обеспечения специальных условий для проведения аттестации обучающихся с ограниченными возможностями здоровья, инвалидов (детей-инвалидов), обучающийся должен сообщить письменно не позднее, чем за 10 дней до начала аттестации. К заявлению прилагаются документы, подтверждающие наличие у обучающегося индивидуальных особенностей (при отсутствии указанных документов в организации).

**Автономная некоммерческая организация высшего образования
«Открытый университет экономики, управления и права»
(АНО ВО ОУЭП)**

Фонд оценочных средств

Текущего контроля и промежуточной аттестации
по дисциплине (модулю)

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.09 МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРОТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ УСТАНОВОК

Для направления подготовки:

13.03.02 Электроэнергетика и электротехника
(уровень бакалавриата)

Типы задач профессиональной деятельности:
проектный

Направленность (профиль):

Электротехнические системы и технологии

Форма обучения:

очная

Москва 2026

Результаты обучения по дисциплине

Код и наименование компетенции	Результаты обучения
ПК-1 Способен участвовать в проектировании объектов профессиональной деятельности	Знает: основы моделирования электротехнологических установок, физику процессов, протекающих в этих системах, а также методы и средства компьютерного моделирования Умеет: разрабатывать модели электротехнологических установок, проводить анализ функциональности и производительности, а также оптимизировать параметры систем Владеет: навыками работы с программным обеспечением для моделирования, анализа данных и визуализации результатов, а также способности применять полученные модели для проектирования и усовершенствования технологических процессов

Показатели оценивания результатов обучения

Шкала оценивания			
Неудовлетворительно	Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
ПК-1 Способен участвовать в проектировании объектов профессиональной деятельности			
Не знает: основы моделирования электротехнологических установок, физику процессов, протекающих в этих системах, а также методы и средства компьютерного моделирования Не умеет: разрабатывать модели электротехнологических установок, проводить анализ функциональности и производительности, а также оптимизировать параметры систем Не владеет: навыками работы с программным обеспечением для моделирования,	Поверхностно знает: основы моделирования электротехнологических установок, физику процессов, протекающих в этих системах, а также методы и средства компьютерного моделирования В целом умеет: разрабатывать модели электротехнологических установок, проводить анализ функциональности и производительности, а также оптимизировать параметры систем, но испытывает затруднения В целом владеет:	Знает: основы моделирования электротехнологических установок, физику процессов, протекающих в этих системах, а также методы и средства компьютерного моделирования, но допускает несущественные ошибки Умеет: разрабатывать модели электротехнологических установок, проводить анализ функциональности и производительности Владеет: навыками работы с программным обеспечением для моделирования, анализа данных и	Знает: основы моделирования электротехнологических установок, физику процессов, протекающих в этих системах, а также методы и средства компьютерного моделирования Умеет: разрабатывать модели электротехнологических установок, проводить анализ функциональности и производительности, а также оптимизировать параметры систем Владеет: навыками работы с программным обеспечением для моделирования, анализа данных и

анализа данных и визуализации результатов, а также способности применять полученные модели для проектирования и усовершенствования технологических процессов	навыками работы с программным обеспечением для моделирования, анализа данных и визуализации результатов, а также способности применять полученные модели для проектирования и усовершенствования технологических процессов, но испытывает сильные затруднения	но иногда допускает ошибки Владеет: навыками работы с программным обеспечением для моделирования, анализа данных и визуализации результатов, а также способности применять полученные модели для проектирования и усовершенствования технологических процессов, но иногда допускает ошибки	визуализации результатов, а также способности применять полученные модели для проектирования и усовершенствования технологических процессов
--	---	---	---

Оценочные средства

Примеры тем для реферата:

1. Методы и инструменты моделирования электротехнических установок: сравнительный анализ программных средств.
2. Применение MATLAB/Simulink для моделирования и анализа динамики электросетей.
3. Моделирование процессов в системах распределения электроэнергии для повышения устойчивости сети.
4. Численные методы в моделировании электрических установок: от базовых принципов к современным алгоритмам.
5. Моделирование работы силовых преобразователей и инверторов в электротехнических системах.
6. Анализ и моделирование динамики электродвигателей и промышленных приводов.
7. Использование методов моделирования для оптимизации работы систем автоматизированного управления электростанциями.
8. Моделирование нелинейных электротехнических процессов и их влияние на качество энергии.
9. Применение цифровых двойников для мониторинга и диагностики электротехнических установок.
10. Моделирование аварийных режимов работы и разработка стратегий их восстановления в электросетях.
11. Интеграция возобновляемых источников энергии в электросети: моделирование и анализ влияния на систему.
12. Моделирование электромагнитных полей в компонентах электротехнических установок.
13. Применение распределённых вычислений в моделировании масштабных электротехнических сетей.
14. Разработка и верификация моделей электротехнических систем для оценки их надёжности и безопасности.
15. Моделирование процессов теплового воздействия в электротехнических установках и методы охлаждения.

16. Применение методов оптимизации в моделировании и проектировании энергосистем.
 17. Моделирование качественных характеристик электроэнергии в условиях переменных нагрузок.
 18. Анализ влияния гармонических искажений на работу электротехнических систем с помощью моделирования.
 19. Применение симуляционных моделей для исследования адаптивных систем управления электросетями.
 20. Перспективы развития моделирования электротехнических установок: интеграция виртуальной реальности и цифровых двойников.
- Оценка реферата производится по шкале «зачтено» / «не зачтено».*

Примеры тем для доклада

1. Исследование ключевых понятий, методов и инструментов, применяемых в моделировании.
 2. Обзор основных численных методов, таких как метод конечных элементов, метод молекулярной динамики и другие.
 3. Практическая демонстрация применения MATLAB/Simulink для моделирования, анализа и оптимизации электрических систем.
 4. Особенности динамического моделирования асинхронных и синхронных машин, их применения в электроприводах.
 5. Моделирование технологических процессов в различных областях (например, в аграрной или пищевой промышленности) для оптимизации производительности.
 6. Рассмотрение методов моделирования энергосистем, включая возобновляемые источники энергии и их интеграцию в существующие сети.
 7. Изучение методов анализа устойчивости и их значимости для проектирования и эксплуатации электротехнологических установок.
 8. Подходы к созданию моделей для систем автоматического управления и их влияние на функционирование установок.
 9. Роль искусственного интеллекта и машинного обучения в оптимизации и предсказании поведения электротехнологических установок.
 10. Обзор различных программных инструментов и методов, используемых в индустрии, их преимущества и недостатки.
 11. Моделирование для диагностики и профилактического обслуживания электротехнологических систем.
 12. Оценка устойчивости электротехнологических установок к внешним и внутренним воздействиям.
 13. Исследование новейших технологий, внедряющихся в электротехнологические установки и их моделирования.
 14. Экономический анализ, основанный на моделировании процессов и их влияние на затраты.
 15. Моделирование беспилотных систем для контроля и управления электротехнологическими установками.
- Оценка доклада производится по шкале «зачтено» / «не зачтено».*

Пример теста:

1. Что понимается под моделированием электротехнологических установок?
 - а) Процесс создания физических моделей установок;
 - б) Процесс создания абстрактных математических моделей для исследования поведения установок;
 - в) Процесс экспериментального исследования установок;
 - г) Процесс проектирования новых установок.

2. Какой основной целью моделирования электромеханических систем является?
- а) Увеличение стоимости установки;
 - б) Оптимизация проектирования и эксплуатации;
 - в) Создание сложных физических моделей;
 - г) Понимание основных принципов электротехник.
3. Какой из приведённых методов чаще всего используется при численном моделировании электротехнологических процессов?
- а) Метод конечных элементов;
 - б) Метод проб и ошибок;
 - в) Эмпирический метод;
 - г) Метод визуализации.
4. Какой программный инструмент часто используется для моделирования электротехнологических установок?
- а) Microsoft Word;
 - б) MATLAB/Simulink;
 - в) Adobe Photoshop;
 - г) Microsoft Excel.
5. Что такое «параметры модели» в контексте моделирования электротехнологических установок?
- а) Входные и выходные данные системы;
 - б) Применяемые программные инструменты;
 - в) Физические и математические характеристики, определяющие поведение модели;
 - г) Условия эксплуатации установок.
6. Каково основное назначение динамического моделирования электротехнологических установок?
- а) Определение статических характеристик установок;
 - б) Анализ временных процессов и динамического поведения системы;
 - в) Оценка стоимости установки;
 - г) Создание проектной документации.
7. Какой из следующих факторов может быть учтен при моделировании электротехнологических процессов?
- а) Температура окружающей среды;
 - б) Степень влажности;
 - в) Уровень напряжения и тока в системе;
 - г) Все вышеперечисленные.
8. Что такое "алиасинг" в контексте цифрового моделирования?
- а) Процесс заимствования алгоритмов;
 - б) Ошибка, возникающая при недостаточной дискретизации сигнала;
 - в) Процесс звуковой обработки;
 - г) Метод оптимизации работы модели.
9. Какое утверждение о статических моделях верно?
- а) Они учитывают динамическое поведение системы;
 - б) Они полезны для анализа устойчивости системы;
 - в) Они игнорируют временные изменения параметров;
 - г) Они всегда более точны, чем динамические модели.

10. Что такое "входные данные" в процессе моделирования электротехнологических установок?

- а) Результаты экспериментов;
- б) Исходные данные, используемые для создания модели;
- в) Разработка новых установок;
- г) Средства программирования.

Критерии оценивания тестовых заданий

Оценка формируется следующим образом:

- оценка «отлично» - 85-100% правильных ответов;
- оценка «хорошо» - 70-84% правильных ответов;
- оценка «удовлетворительно» - 40-69% правильных ответов;
- оценка «неудовлетворительно» - менее 39% правильных ответов.

Примеры вопросов для экзамена:

1. Какие физические явления определяются как основные в электротермических установках?
2. При создании математической модели системы индукционного нагрева необходимо учитывать...
3. Численный метод является оператором преобразования системы дифференциальных уравнений в ...
4. Какая разностная схема обладает условной устойчивостью?
5. Решение задачи электромагнитного поля методом интегральных уравнений основано на принципе...
6. В чем преимущества комбинированных (интегро-дифференциальных) методов решения задач электромагнитного поля?
7. Какой метод решения системы линейных уравнений высокого порядка с разреженной матрицей жесткости наиболее эффективен?
8. Решением коэффициентной обратной задачи является...
9. Решение задач электромагнитного поля в пакете ANSYS производится относительно...
10. Какой метод решения полевых задач в пакете ANSYS является основным?
11. Какие основные составляющие блоки электротехнологической установки для термообработки металла?
12. Какие физические явления определяются как основные в электротермических установках?
13. Какое уравнение для моделирования электромагнитных процессов при нагреве алюминиевой цилиндрической заготовки в охватывающем коротком индукторе является наиболее эффективным с точки зрения времени счета и числа переменных?
14. Краевая задача это...
15. Сформированная матрица жесткости методом конечных разностей является....
16. Какое основное преимущество метода конечных элементов перед методом конечных разностей?
17. Основой вычислительного эксперимента является...
18. Возможно ли в пакете ANSYS создать проблемно-ориентированную программу для автоматизации вычислительного эксперимента?
19. Основное преимущество пакета ANSYS перед другими аналогичными программными средствами?
20. Метод конечных разностей.
21. Метод конечных элементов.

Критерии оценки при проведении промежуточной аттестации

Оценивание знаний обучающихся осуществляется по 4-балльной шкале при проведении экзаменов и зачетов с оценкой (оценки «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» и «неудовлетворительно») или 2-балльной шкале при проведении зачета («зачтено», «не зачтено»).

При прохождении обучающимися промежуточной аттестации оцениваются:

1. Полнота, четкость и структурированность ответов на вопросы, аргументированность выводов.

2. Качество выполнения практических заданий (при их наличии): умение перевести теоретические знания в практическую плоскость; использование правильных форматов и методологий при выполнении задания; соответствие результатов задания поставленным требованиям.

3. Комплексность ответа: насколько полно и всесторонне обучающийся раскрыл тему вопроса и обратился ко всем ее аспектам.

Критерии оценивания

4-балльная шкала и 2-балльная шкалы	Критерии
«Отлично» или «зачтено»	1. Полные и качественные ответы на вопросы, охватывающие все необходимые аспекты темы. Обучающийся обосновывает свои выводы с использованием соответствующих фактов, данных или источников, демонстрируя глубокую аргументацию. 2. Обучающийся успешно переносит свои теоретические знания в практическую реализацию. Выполненные задания соответствуют высокому уровню качества, включая использование правильных форматов, методологий и инструментов. 3. Обучающийся анализирует и оценивает различные аспекты темы, демонстрируя способность к критическому мышлению и самостоятельному исследованию.
«Хорошо» или «зачтено»	1. Обучающийся предоставляет достаточно полные ответы на вопросы с учетом основных аспектов темы. Ответы обучающегося имеют ясную структуру и последовательность, делая их понятными и логически связанными. 2. Обучающийся способен применить теоретические знания в практических заданиях. Выполнение задания в целом соответствует требованиям, хотя могут быть некоторые недочеты или неточные выводы по полученным результатам. 3. Обучающийся представляет хорошее понимание темы вопроса, охватывая основные аспекты и направления ее изучения. Ответы обучающегося содержат достаточно информации, но могут быть некоторые пропуски или недостаточно глубокие суждения.
«Удовлетворительно» или «зачтено»	1. Ответы на вопросы неполные, не охватывают всех аспектов темы и не всегда структурированы или логически связаны. Обучающийся предоставляет верные выводы, но они недостаточно аргументированы или основаны на поверхностном понимании предмета вопроса.

	2. Обучающийся способен перенести теоретические знания в практические задания, но недостаточно уверен в верности примененных методов и точности в их выполнении. Выполненное задание может содержать некоторые ошибки, недочеты или расхождения. 3. Обучающийся охватывает большинство основных аспектов темы вопроса, но демонстрирует неполное или поверхностное их понимание, дает недостаточно развернутые объяснения.
«Неудовлетворительно» или «не зачтено»	1. Обучающийся отвечает на вопросы неполно, не раскрывая основных аспектов темы. Ответы обучающегося не структурированы, не связаны с заданным вопросом, отсутствует их логическая обоснованность. Выводы, предоставляемые обучающимся, представляют собой простые утверждения без анализа или четкой аргументации. 2. Обучающийся не умеет переносить теоретические знания в практический контекст и не способен применять их для выполнения задания. Выполненное задание содержит много ошибок, а его результаты не соответствуют поставленным требованиям и (или) неправильно интерпретируются. 3. Обучающийся ограничивается поверхностным рассмотрением темы и не показывает понимания ее существенных аспектов. Ответ обучающегося частичный или незавершенный, не включает анализ рассматриваемого вопроса, пропущены важные детали или связи.

ФОС для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации одобрен на заседании кафедры (Протокол заседания кафедры № 10-04 от 10.04.2026 г.).