

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Гриб Владислав Валерьевич
Должность: Ректор
Дата подписания: 27.02.2026 00:35:55
Уникальный программный ключ:
637517d24e103c3db032acf37e839d98ec1c5bb2f5eb89c29a4f114b73411



**Образовательное частное учреждение высшего образования
«Московский университет имени А.С. Грибоедова»
(ИМПЭ им. А.С. Грибоедова)**

МЕЖДУНАРОДНЫЙ ИНЖЕНЕРНЫЙ ИНСТИТУТ

УТВЕРЖДАЮ

И.о. директора
международного
инженерного института
_____ А. А. Панарин
«17» декабря 2025г.

**Рабочая программа дисциплины
Моделирование энерготехнологических процессов**

**Направление подготовки
13.03.02 Электроэнергетика и электротехника
(уровень бакалавриат)**

**Направленность (профиль):
«Электротехнологические системы и установки»**

Форма обучения: очная, заочная

Москва

Рабочая программа дисциплины «Моделирование энерготехнологических процессов». Направление подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, Направленность (профиль): «Электротехнологические системы и установки» / А. А. Панарин – М.: ИМПЭ им. А. С. Грибоедова. – 21с.

Рабочая программа дисциплины высшего образования бакалавриата составлена на основе федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника (уровень бакалавриат), утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования РФ от 28 февраля 2018 года № 144, Профессиональный стандарт «Специалист по эксплуатации трансформаторных подстанций и распределительных пунктов и управлению режимами работы муниципальных электрических сетей», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 25 апреля 2023 г. № 329н.

Разработчики: А. А. Панарин, профессор, д. э. н.

Ответственный рецензент: А. А. Кузнецов, профессор, доктор технических наук, заведующий кафедрой «Теоретическая электротехника» ФГБОУ ВО «Омский государственный университет путей сообщения»
(Ф.И.О., уч. степень, уч. звание, должность)

Рабочая программа дисциплины рассмотрена и одобрена на заседании кафедры электроэнергетики и электротехники 17.12.2025г. протокол №6

Заведующий кафедрой _____/А. А. Панарин
(подпись)

Согласовано от библиотеки _____/О. Е. Степкина
(подпись)

1.Анотация к дисциплине.

Рабочая программа дисциплины «Моделирование энерготехнологических процессов» составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника (уровень бакалавриата), утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования РФ от 28 февраля 2018 года № 144.

Рабочая программа содержит обязательные для изучения темы по дисциплине «Моделирование энерготехнологических процессов». Дисциплина дает целостное представление о системе знаний в сфере комплексного изучения знакового поведения человека.

Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы.

Настоящая дисциплина включена в обязательную часть, Блока 1 учебных планов по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, уровень бакалавриата.

Дисциплина изучается на 4 курсе, в 7 семестре для очной и заочной форм обучения, форма контроля – экзамен.

Цель изучения дисциплины:

Цель преподавания дисциплины: формирование знаний о принципах моделирования электротехнологических процессов, включая методы математического моделирования:

- познакомить обучающихся с принципами и подходами к моделированию электротехнологических процессов, происходящих в различных установках и системах;
- научить использовать методы математического моделирования и интерпретировать результаты моделирования применительно к исследованию электротехнологических процессов, установок и систем различных классов;
- научить использовать прикладные программные средства математического моделирования (ELCUT, MathCAD и др.).

Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины:

Изучение дисциплины «Моделирование энергоотехнологических процессов» направлено на формирование следующих компетенций:

ОПК-3. Способен применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач

ОПК-4. Способен использовать методы анализа и моделирования электрических цепей и электрических машин

ПК-1. Способен участвовать в проектировании электротехнологических установок.

2. Перечень планируемых результатов обучения, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование компетенций, предусмотренных ФГОС ВО по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника (уровень бакалавриата) на основе профессиональных стандартов, соотнесенных с федеральным государственным образовательным стандартом по указанному направлению подготовки:

– «Работник по техническому обслуживанию и ремонту кабельных линий электропередачи», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 28 декабря 2015 года № 1165н;

– «Работник по техническому обслуживанию и ремонту воздушных линий электропередач», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 29 декабря 2015 года № 1178н;

– «Работник по обслуживанию оборудования подстанций электрических сетей», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 29 декабря 2015 года № 1177н;

Код компетенции	Результаты освоения ОПОП (содержание компетенций)	Индикаторы достижения компетенций	Формы образовательной деятельности, способствующие формированию и развитию компетенции
ОПК-3	Способен применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач	<p>ОПК-3.1. Применяет математический аппарат аналитической геометрии, линейной алгебры, дифференциального и интегрального исчисления функции одной переменной</p> <p>ОПК-3.2. Применяет математический аппарат теории функции нескольких переменных, теории функций комплексного переменного, теории рядов, теории дифференциальных уравнений</p> <p>ОПК-3.3. Применяет математический аппарат теории вероятностей и математической статистики</p> <p>ОПК-3.4. Применяет математический аппарат численных методов</p> <p>ОПК-3.5. Демонстрирует понимание физических явлений и применяет законы механики, термодинамики, электричества и магнетизма</p> <p>ОПК-3.6. Демонстрирует знание элементарных основ оптики, квантовой механики и атомной физики</p>	<p>Контактная работа: Лекции Практические занятия Самостоятельная работа</p>
ОПК-4	Способен использовать методы анализа и моделирования электрических цепей и электрических машин	<p>ОПК-4.1. Использует методы анализа и моделирования линейных и нелинейных цепей постоянного и переменного тока</p> <p>ОПК-4.2. Использует методы расчета переходных процессов в электрических цепях постоянного и переменного тока</p> <p>ОПК-4.3. Применяет знания основ теории электромагнитного поля и цепей с распределенными параметрами</p> <p>ОПК-4.4.</p>	<p>Контактная работа: Лекции Практические занятия Самостоятельная работа</p>

		<p>Демонстрирует понимание принципа действия электронных устройств ОПК-4.5.</p> <p>Анализирует установившиеся режимы работы трансформаторов и вращающихся электрических машин различных типов, использует знание их режимов работы и характеристик ОПК-4.6.</p> <p>Применяет знания функций и основных характеристик электрических и электронных аппаратов</p>	
ПК-1.	Способен участвовать в проектировании электротехнологических установок.	<p>ПК-1.1. Выполняет сбор и анализ данных для проектирования, составляет конкурентно-способные варианты технических решений.</p> <p>ПК-1.2. Обосновывает выбор целесообразного решения.</p> <p>ПК-1.3. Подготавливает разделы предпроектной документации на основе типовых технических решений.</p> <p>ПК-1.4. Демонстрирует понимание взаимосвязи задач проектирования и эксплуатации.</p>	<p>Контактная работа:</p> <p>Лекции</p> <p>Практические занятия</p> <p>Самостоятельная работа</p>

3. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины «Моделирование энерготехнологических процессов» составляет 4 зачетные единицы.

3.1 Объем дисциплины по видам учебных занятий

Объем дисциплины	Всего часов	
	очная форма обучения	заочная форма обучения
Общая трудоемкость дисциплины	144	144
Контактная работа обучающихся с преподавателем (всего)	64	12
Аудиторная работа (всего):	64	12
в том числе:		
лекции	32	4
семинары, практические занятия	32	8
лабораторные работы		
Контроль	36	36
Внеаудиторная работа (всего):	44	96
в том числе:		
Самостоятельная работа обучающихся (всего)	44	96
Вид промежуточной аттестации обучающегося (экзамен)	+	+

4. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий.

4.1 Разделы дисциплины и трудоемкость по видам учебных занятий (в академических часах)

для очной формы обучения

№ п/п	Разделы и темы учебной дисциплины	Семестр	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу и трудоемкость (в часах)						Вид оценочного средства текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации (по семестрам)	
			Всего	Из них аудиторные занятия			Самостоятельная работа	Контрольная работа		Курсовая работа
				Лекции	Лабораторный практикум	Практические занятия /семинары				
1	Тема 1. Описание задач моделирования электротехнологических процессов	7	20	6		6	8			Опрос
2	Тема 2. Аналитические и численные методы моделирования электротехнологических процессов	7	22	6		6	10			Опрос
3	Тема 3. Использование метода конечных элементов (МКЭ) для моделирования электротехнологических процессов	7	20	6		6	8			Опрос
4	Тема 4. Моделирование электротехнологических процессов в системе MathCAD	7	22	6		6	8			Опрос
5	Тема 5. Моделирование электротехнологических процессов в системе ELCUT	7	26	8		8	10			Опрос
6	Контроль	7	36							Экзамен
	ИТОГО		144	32		32	44			

для заочной формы обучения

№ п/п	Разделы и темы учебной дисциплины	Семестр	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу и трудоемкость (в часах)						Вид оценочного средства текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации (по семестрам)	
			Всего	Из них аудиторные занятия			Самостоятельная работа	Контрольная работа		Курсовая работа
				Лекции	Лабораторный практикум	Практические занятия /семинары				
1	Тема 1. Описание задач моделирования электротехнологических процессов	7	20			2	18			Опрос
2	Тема 2. Аналитические и численные методы моделирования электротехнологических процессов	7	24	2		2	20			Опрос
3	Тема 3. Использование метода конечных элементов (МКЭ) для моделирования электротехнологических процессов	7	20			2	18			Опрос
4	Тема 4. Моделирование электротехнологических процессов в системе MathCAD	7	22			2	20			Опрос
5	Тема 5. Моделирование электротехнологических процессов в системе ELCUT	7	22	2			20			Опрос
6	Контроль	7	36							Экзамен
	ИТОГО		144	4		8	96			

4.2 Содержание дисциплины, структурированное по разделам (темам)

1. Описание задач моделирования электротехнологических процессов.

Основные понятия моделирования, классификация моделей. Математическое моделирование. Характеристика электротехнологических установок и систем различных классов (электродуговые печи сопротивления, установки индукционного, диэлектрического, дугового, плазменного, электронно-лучевого нагрева, рудно-термические печи, установки электрошлакового переплава и др.) как объектов моделирования. Особенности задач математического моделирования ряда электротехнологических систем, связанные с нелинейностью, распределенностью параметров, вероятностным характером процессов. Объекты электротехнологии как комплексные системы.

2. Аналитические и численные методы моделирования электротехнологических процессов.

Математическое моделирование. Метод конечных разностей (МКР). Применение метода конечных разностей к моделированию электротехнологических процессов, включая многомерные задачи теплопроводности, совместное решение электромагнитных и тепловых задач (индукционный и другие виды нагрева), в том числе в нелинейной постановке.

3. Использование метода конечных элементов (МКЭ) для моделирования электротехнологических процессов.

Основные концепции МКЭ. Построение дискретной модели и функций формы элементов. Система уравнений МКЭ. Локальная и глобальная матрицы. Решение системы уравнений МКЭ. Особенности программной реализации МКЭ.

4. Моделирование электротехнологических процессов в системе MathCAD.

Применение MathCAD к структурному моделированию систем автоматического управления, источников питания и механизмов электротехнологических установок.

5. Моделирование электротехнологических процессов в системе ELCUT.

Пакеты прикладных программ, реализующих МКЭ. Введение в моделирование электромагнитных, тепловых и газо-гидродинамических процессов в электротехнологических системах с использованием пакета ELCUT. Задание геометрии системы, граничных условий, выбор дискретизации расчетной области.

5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Самостоятельная работа обучающихся при изучении курса «Моделирование электротехнологических процессов» предполагает, в первую очередь, работу с основной и дополнительной литературой. Результатами этой работы становятся выступления на практических занятиях, участие в обсуждении.

Методика самостоятельной работы предварительно разъясняется преподавателем и в последующем может уточняться с учетом индивидуальных особенностей обучающихся. Время и место самостоятельной работы выбираются обучающимися по своему усмотрению с учетом рекомендаций преподавателя.

Самостоятельную работу над дисциплиной следует начинать с изучения рабочей программы дисциплины «Моделирование электротехнологических процессов», которая содержит основные требования к знаниям, умениям и навыкам обучаемых. Обязательно следует вспомнить рекомендации преподавателя, данные в ходе установочных занятий. Затем – приступить к изучению отдельных разделов и тем в порядке, предусмотренном программой.

Получив представление об основном содержании раздела, темы, необходимо изучить материал с помощью учебников, указанных в разделе 7 указанной программы. Целесообразно составить краткий конспект или схему, отображающую смысл и связи основных понятий данного раздела и включенных в него тем. Затем, как показывает опыт, полезно изучить выдержки из первоисточников. При желании можно составить их краткий конспект. Обязательно следует записывать возникшие вопросы, на которые не удалось ответить самостоятельно.

Наименование темы	Вопросы, вынесенные на самостоятельное изучение	Формы самостоятельно й работы	Учебно-методическое обеспечение	Форма контроля
Описание задач моделирования электротехнологических процессов	Основные понятия моделирования, классификация моделей. Математическое моделирование. Характеристика электротехнологических установок и систем различных классов (электропечи сопротивления, установки индукционного, диэлектрического, дугового, плазменного, электронно-лучевого нагрева, рудно-термические печи, установки электрошлакового переплава и др.) как объектов моделирования. Особенности задач математического моделирования ряда электротехнологических систем, связанные с нелинейностью, распределенностью параметров, вероятностным характером процессов. Объекты электротехнологии как комплексные системы.	Работа в библиотеке, включая ЭБС. Подготовка доклада-презентации.	Литература к теме, работа с интернет источниками	Опрос
Аналитические и численные методы моделирования электротехнологических процессов	Математическое моделирование. Метод конечных разностей (МКР). Применение метода конечных разностей к моделированию электротехнологических процессов, включая многомерные задачи теплопроводности, совместное решение электромагнитных и тепловых задач (индукционный и другие виды нагрева), в том числе в нелинейной постановке.	Работа в библиотеке, включая ЭБС. Подготовка доклада-презентации	Литература к теме, работа с интернет источниками	Опрос
Использование метода конечных	Основные концепции МКЭ. Построение дискретной модели и функций формы элементов.	Работа в библиотеке, включая ЭБС.	Литература к теме, работа с	Опрос

элементов (МКЭ) для моделирования электротехнологических процессов	Система уравнений МКЭ. Локальная и глобальная матрицы. Решение системы уравнений МКЭ. Особенности программной реализации МКЭ.	Подготовка доклада-презентации.	интернет источниками	
Моделирование электротехнологических процессов в системе MathCAD	Моделирование электродинамических процессов и процессов теплообмена в системе MathCAD	Работа в библиотеке, включая ЭБС. Подготовка доклада-презентации.	Литература к теме, работа с интернет источниками	Опрос
Моделирование электротехнологических процессов в системе ELCUT	Изучение возможностей пакета прикладных программ ELCUT для моделирования электротехнологических процессов	Работа в библиотеке, включая ЭБС. Подготовка доклада-презентации.	Литература к теме, работа с интернет источниками	Опрос

6. Оценочные материалы для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине «Основы инженерного проектирования»

6.1. Описание показателей и критериев оценивания компетенций, описание шкал оценивания

№ п/п	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Шкала и критерии оценки, балл	Критерии оценивания компетенции
1.	Опрос	Опрос регулярно проводится во время практических занятий с целью проверки базовых знаний обучающихся по изученным темам. Обучающимся предлагается ответить на ряд вопросов, касающихся основных терминов и понятий, концепций и фактов по материалу изученных тем. Ответы должны быть достаточно полными и содержательными. К устному опросу должны быть готовы все обучающиеся.	«зачтено» - если обучающийся демонстрирует знание материала по теме, основанные на знакомстве с обязательной литературой и современными публикациями; дает логичные, аргументированные ответы на поставленные вопросы. Также оценка «зачтено» ставится, если обучающимся допущены незначительные неточности в ответах, которые он исправляет путем наводящих вопросов со стороны преподавателя. «незачтено» - имеются существенные пробелы в знании основного материала по теме, а также допущены принципиальные ошибки при изложении материала.	ОПК-3, ОПК-4, ПК-1.
2	Практическое задание	Практические задания	«отлично» - практическое задание содержит полную	ОПК-3, ОПК-4, ПК-

		предлагаются обучающимся заранее, с тем, чтобы у них была возможность подготовиться к процедуре проверки. Выполнение практических заданий предполагает их подготовку в письменном виде.	информацию, основанную на обязательных литературных источниках и современных публикациях; подготовлен качественный материал (пособия, таблицы, конспекты занятий); обучающийся свободно владеет содержанием, ясно и грамотно излагает материал; свободно и корректно отвечает на вопросы и замечания; материал оформлен на высоком уровне. «хорошо» - представленное практическое задание раскрыто, однако содержит неполную информацию; подготовлен материал (пособия, таблицы, конспекты занятий); обучающийся ясно и грамотно излагает материал; аргументированно отвечает на вопросы и замечания, однако обучающемся допущены незначительные ошибки в изложении материала и ответах на вопросы. «удовлетворительно» - практические задания выполнены поверхностно, имеют затруднения с использованием научно-понятийного аппарата и терминологии курса; отсутствует сопроводительный демонстрационный материал. «неудовлетворительно» - практическое задание не подготовлено, либо имеет существенные пробелы по представленной тематике, основан на недостоверной информации, обучающимся допущены принципиальные ошибки при подготовке практического материала.	1.
3	Контрольная работа	Контрольная работа проводится в целях контроля знаний обучающихся. Задания для подготовки к контрольной работе	«зачтено» выставляется, если обучающийся представил в письменном виде полностью и содержательно выполненные задания контрольной работы. «не зачтено» выставляется, если обучающийся не	ОПК-3, ОПК-4, ПК-1.

		предлагаются обучающимся заранее, с тем, чтобы у них была возможность подготовиться к процедуре проверки. Выполнение контрольной работы предполагает подготовку в письменном виде заданий.	представил письменный вариант выполненных заданий или допустил существенные отклонения от заданий контрольной работы, выполнил не в полном объеме.	
	Доклад-презентация	Публичное выступление по представлению полученных результатов в программе Microsoft PowerPoint	«отлично» – доклад выполнен в соответствии с заявленной темой, презентация легко читаема и ясна для понимания, грамотное использование терминологии, свободное изложение рассматриваемых проблем, докладчик правильно ответил на все вопросы в ходе дискуссии; «хорошо» – некорректное оформление презентации, грамотное использование терминологии, в основном свободное изложение рассматриваемых проблем, докладчик частично правильно ответил на все вопросы в ходе дискуссии; «удовлетворительно» – отсутствие презентации, докладчик испытывал затруднения при выступлении и ответе на вопросы в ходе дискуссии; «неудовлетворительно» - докладчик не раскрыл тему	ОПК-3, ОПК-4, ПК-1.

6.2. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения основной профессиональной образовательной программы

№ п/п	Форма контроля/ коды оцениваемых компетенций	Процедура оценивания	Шкала и критерии оценки, балл
1	Экзамен ОПК-3, ОПК-4, ПК-1.	Правильность ответов на все вопросы (верное, четкое и достаточно глубокое изложение идей, понятий,	-«5» (отлично) – ответ правильный, логически выстроен, приведены необходимые выкладки,

		фактов и т.д.); Сочетание полноты и лаконичности ответа; Наличие практических навыков по дисциплине (решение задач или заданий); Ориентирование в учебной, научной и специальной литературе; Логика и аргументированность изложения; Грамотное комментирование, приведение примеров, аналогий; Культура ответа.	использована профессиональная лексика. Задания решены правильно. Обучающийся правильно интерпретирует полученный результат. -«4» (хорошо)– ответ в целом правильный, логически выстроен, приведены необходимые выкладки, использована профессиональная лексика. Ход решения задания правильный, ответ неверный. Обучающийся в целом правильно интерпретирует полученный результат. -«3» (удовлетворительно)– ответ в основном правильный, логически выстроен, приведены не все необходимые выкладки, использована профессиональная лексика. Задания решены частично. -«2» (неудовлетворительно)– ответы на теоретическую часть неправильные или неполные. Задания не решены
--	--	---	--

6.3. Типовые контрольные задания и/или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения основной профессиональной образовательной программы.

Перечень вопросов для обсуждения на практических занятиях

Тема 1. Описание задач моделирования электротехнологических процессов.

1. Основные понятия моделирования, классификация моделей.
2. Математическое моделирование.
3. Характеристика электротехнологических установок и систем различных классов (электропечи сопротивления, установки индукционного, диэлектрического, дугового, плазменного, электронно-лучевого нагрева, рудно-термические печи, установки электрошлакового переплава и др.) как объектов моделирования.
4. Особенности задач математического моделирования ряда электротехнологических систем, связанные с нелинейностью, распределенностью параметров, вероятностным характером процессов.
5. Объекты электротехнологии как комплексные системы.

Тема 2. Аналитические и численные методы моделирования электротехнологических процессов.

1. Математическое моделирование.
2. Метод конечных разностей (МКР).
3. Применение метода конечных разностей к моделированию электротехнологических процессов

Тема 3. Использование метода конечных элементов (МКЭ) для моделирования электротехнологических процессов.

1. Основные концепции МКЭ.
2. Построение дискретной модели и функций формы элементов.
3. Система уравнений МКЭ. Локальная и глобальная матрицы.
4. Решение системы уравнений МКЭ.
5. Особенности программной реализации МКЭ.

Тема 4. Моделирование электротехнологических процессов в системе MathCAD.

1. Применение MathCAD к структурному моделированию систем автоматического управления.
2. Источников питания и механизмов электротехнологических установок.

Тема 5. Моделирование электротехнологических процессов в системе ELCUT.

1. Пакеты прикладных программ, реализующих МКЭ.
2. Введение в моделирование электромагнитных, тепловых и газо-гидродинамических процессов в электротехнологических системах с использованием пакета ELCUT.
3. Задание геометрии системы, граничных условий, выбор дискретизации расчетной области.

6.3.1. Типовые задания для проведения промежуточной аттестации обучающихся.

Промежуточная аттестация по дисциплине «Моделирование энерготехнологических процессов» проводится в форме экзамена

Типовые вопросы к экзамену

1. Задачи математического моделирования электротермических процессов и установок.
2. Этапы математического моделирования.
3. Типовые процедуры проектирования электротермических процессов и установок.
5. Процедуры анализа и синтеза.
6. Особенности математических моделей на разных этапах проектирования электротермических процессов и установок.
7. Аналитические и численные методы моделирования электротермических процессов.
8. Самосогласованная краевая задача электродинамики, тепломассопереноса и термомеханики.
9. Общий подход к решению самосогласованных задач.
10. Использование метода конечных разностей и конечных элементов для моделирования электротехнологических процессов.
11. Двумерные и осесимметричные модели теплопроводности для случая термообработки в электротермических установках.
12. Применение пакета прикладных программ ELCUT, реализующих метод конечных элементов (МКЭ), для моделирования электротехнологических процессов.
13. Моделирование процессов СВЧ термообработки диэлектриков.
14. Моделирование систем управления электротермическими установками.

6.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.

С целью определения уровня овладения компетенциями, закрепленными за дисциплиной, в заданные преподавателем сроки проводится текущий и промежуточный контроль знаний, умений и навыков каждого обучающегося. Все виды текущего контроля осуществляются на практических занятиях. Исключение составляет устный опрос, который может проводиться в начале или конце лекции в течение 15-20 мин. с целью закрепления знаний терминологии по дисциплине. При оценке компетенций принимается во внимание формирование профессионального мировоззрения, определенного уровня включённости в занятия, рефлексивные навыки, владение изучаемым материалом.

Процедура оценивания компетенций обучающихся основана на следующих стандартах:

1. Периодичность проведения оценки.
2. Многоступенчатость: оценка (как преподавателем, так и обучающимися группы) и самооценка обучающегося, обсуждение результатов и комплекс мер по устранению недостатков.
3. Единство используемой технологии для всех обучающихся, выполнение условий сопоставимости результатов оценивания.
4. Соблюдение последовательности проведения оценки.

Текущая аттестация обучающихся. Текущая аттестация обучающихся по дисциплине «Моделирование электротехнологических процессов» проводится в соответствии с локальными нормативными актами и является обязательной.

Текущая аттестация по дисциплине «Моделирование электротехнологических процессов» проводится в форме опроса и контрольных мероприятий по оцениванию фактических результатов обучения обучающихся и осуществляется ведущим преподавателем.

Объектами оценивания выступают:

1. учебная дисциплина (активность на занятиях, своевременность выполнения различных видов заданий, посещаемость всех видов занятий по аттестуемой дисциплине);
2. степень усвоения теоретических знаний в качестве «ключей анализа»;
3. уровень овладения практическими умениями и навыками по всем видам учебной работы;
4. результаты самостоятельной работы (изучение книг из списка основной и дополнительной литературы).

Активность обучающегося на занятиях оценивается на основе выполненных обучающимся работ и заданий, предусмотренных данной рабочей программой дисциплины.

Кроме того, оценивание обучающегося проводится на текущем контроле по дисциплине. Оценивание обучающегося на контрольной неделе проводится преподавателем независимо от наличия или отсутствия обучающегося (по уважительной или неуважительной причине) на занятии. Оценка носит комплексный характер и учитывает достижения обучающегося по основным компонентам учебного процесса за текущий период.

Промежуточная аттестация обучающихся. Промежуточная аттестация обучающихся по дисциплине «Моделирование электротехнологических процессов» проводится в соответствии с локальными нормативными актами и является обязательной.

Промежуточная аттестация по дисциплине «Моделирование электротехнологических процессов» проводится в соответствии с учебным планом в период зачетно-экзаменационной сессии в соответствии с графиком проведения.

Обучающиеся допускаются к экзамену по дисциплине в случае выполнения им учебного плана по дисциплине: выполнения всех заданий и мероприятий, предусмотренных программой дисциплины.

Оценка знаний обучающегося на экзамене определяется его учебными достижениями в семестровый период и результатами текущего контроля знаний и выполнением им задания.

Знания умения, навыки обучающегося на оцениваются как: зачтено и не зачтено
Основой для определения оценки служит уровень усвоения обучающимися материала, предусмотренного данной рабочей программой.

7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

Основная учебная литература

1. Ким, К. К. Моделирование процессов тепло- и массообмена в теплогенераторах : монография / К. К. Ким, О. В. Приходченко, А. А. Просолович. — Москва : Ай Пи Ар Медиа, 2023. — 160 с. — ISBN 978-5-4497-2428-1. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/135240.html>. - ЭБС «IPRbooks»

2. Автоматизация формирования уравнений переходных процессов в электроэнергетических системах : учебное пособие / М. А. Люлина, Н. Н. Меньшиков, Е. Н. Попков, А. О. Фешин. — Санкт-Петербург : Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, 2022. — 133 с. — ISBN 978-5-7422-7845-0. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/128637.html>. - ЭБС «IPRbooks»

3. Кожевников, В. Ю. Расчет и моделирование электромагнитов постоянного тока : учебное пособие / В. Ю. Кожевников, С. Г. Калганова. — Саратов : Саратовский государственный технический университет имени Ю.А. Гагарина, ЭБС АСВ, 2022. — 76 с. — ISBN 978-5-7433-3515-2. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/128036.html>. - ЭБС «IPRbooks»

4. Моделирование и оптимизация перспективных схем электрохимической обработки : монография / В. П. Житников, А. Н. Зайцев, Н. М. Шерыхалина [и др.]. — Москва, Вологда : Инфра-Инженерия, 2022. — 436 с. — ISBN 978-5-9729-0919-3. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/124262.html>. - ЭБС «IPRbooks»

5. Пичуев, А. В. Энергоемкость технологических процессов : учебно-методическое пособие / А. В. Пичуев, С. М. Карпенко, А. Б. Садридинов. — Москва : Издательский Дом МИСиС, 2021. — 103 с. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/116990.html>. - ЭБС «IPRbooks»

6. Бурьков, Д. В. Математическое и имитационное моделирование электротехнических и робототехнических систем: учебное пособие / Д. В. Бурьков, Ю. П. Волощенко. — Ростов-на-Дону, Таганрог : Издательство Южного федерального университета, 2020. — 159 с. — ISBN 978-5-9275-3625-2. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/107953.html>. - ЭБС «IPRbooks»

Дополнительная учебная литература

1. Расчет тепловых процессов и установок в примерах и задачах : практикум / В. В. Шалай, А. Г. Михайлов, П. А. Батраков [и др.]. — Москва : Ай Пи Ар Медиа, 2023. — 119 с. — ISBN 978-5-4497-1937-9, 978-5-8149-2126-0. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/128995.html>. - ЭБС «IPRbooks».

2. Математическое моделирование в машиностроении: аппарат моделирования, континуальные и дискретные модели материалов : учебное пособие / В. И. Рязских, А. П. Бырдин, Т. И. Костина, А. А. Сидоренко. — 2-е изд. — Воронеж : Воронежский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2024. — 139 с. — ISBN 978-5-7731-1175-7. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/141236.html>. - ЭБС «IPRbooks».

3. Гаврилова, А. А. Технические измерения и автоматизация теплоэнергетических процессов : учебное пособие для СПО / А. А. Гаврилова, А. Г. Салов. — Саратов : Профобразование, 2022. — 157 с. — ISBN 978-5-4488-1419-8. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/116302.html>. - ЭБС «IPRbooks»

4. Музылева, И. В. Расчёт и моделирование электрических и логических схем : учебное пособие / И. В. Музылева, П. С. Пономарев, Л. Н. Языкова. — Липецк : Липецкий государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2020. — 75 с. — ISBN 978-5-00175-038-3. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/109735.html>. - ЭБС «IPRbooks»

8. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

Вид деятельности	Методические указания по организации деятельности обучающегося
Лекция	<p>Работа на лекции является очень важным видом деятельности обучающихся для изучения дисциплины. Краткие записи лекций (конспектирование) помогает усвоить материал. Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; пометить важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Конспект лучше подразделять на пункты, параграфы, соблюдая красную строку. Принципиальные места, определения, формулы следует сопровождать замечаниями: «важно», «особо важно», «хорошо запомнить» и т.п. или подчеркивать красной ручкой. Целесообразно разработать собственную символику, сокращения слов, что позволит сконцентрировать внимание обучающегося на важных сведениях.</p> <p>Работая над конспектом лекций, всегда следует использовать не только учебник, но и ту литературу, которую дополнительно рекомендовал лектор. По результатам работы с конспектом лекции следует обозначить вопросы, термины, материал, который вызывают трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на практическом занятии.</p> <p>Лекционный материал является базовым, с которого необходимо начать освоение соответствующего раздела или темы</p>
Практическая работа	<p>Практическая работа выполняется с целью закрепления знаний, полученных обучающимся в ходе лекционных и семинарских занятий и приобретения навыков самостоятельного понимания и применения специальной литературой. Написание практической работы призвано оперативно установить степень усвоения обучающимся учебного материала дисциплины и формирования соответствующих компетенций. Практическая работа выполняется обучающимся, в срок установленный преподавателем в письменном (печатном или рукописном) виде. Перед написанием работы необходимо внимательно ознакомиться с содержанием вопросов (или задачи) по лекции, учебнику, изучить рекомендуемую литературу. Ответы на вопросы должны быть полными, обстоятельно изложены и в целом раскрывающими содержание вопроса. Используя материал, нужно давать точные и конкретные ссылки на соответствующие источники: указать их название, кем и где опубликованы.</p>
Устный опрос	<p>Устный опрос - это средство контроля, организованное как специальная беседа преподавателя с обучающимся на темы, связанные</p>

	<p>с изучаемой дисциплиной, и рассчитанное на выявление объема знаний у обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме и т.п. Проблематика, выносимая на устный опрос определена в заданиях для самостоятельной работы обучающегося, а также может определяться преподавателем, ведущим семинарские занятия. Во время проведения опроса обучающийся должен уметь обсудить с преподавателем соответствующую проблематику на уровне диалога.</p>
<p>Доклад</p>	<p>Доклад - это результат самостоятельной работы обучающегося, представляющий собою публичное выступление, в ходе которого автор раскрывает содержание темы, суть проблемы, которой посвящен доклад, приводит различные точки зрения, а также собственные взгляды на нее. Содержание материала должно быть логичным, изложение материала носит проблемно-поисковый характер. Выбор темы доклада осуществляется обучающимся не менее чем за неделю до планируемого выступления. Тематика докладов доводится до сведения обучающихся ведущим преподавателем. При выборе темы доклада важно учитывать ее актуальность, соответствие содержанию изучаемой темы дисциплины, научную разработанность, возможность обращения к необходимым источникам для изучения темы доклада, личный интерес к данной теме. Примерные этапы работы над докладом таковы: формулирование темы, подбор и изучение основных источников по теме; составление библиографии; систематизация информации; разработка плана; написание доклада; публичное выступление. При подготовке доклада необходимо использовать не только обязательную литературу, но и дополнительные источники. Доклад может сопровождаться слайд-презентацией. Выступающему, по окончании представления доклада, могут быть заданы вопросы по теме выступления.</p>
<p>Самостоятельная работа</p>	<p>Самостоятельная работа проводится с целью: систематизации и закрепления полученных теоретических знаний и практических умений обучающихся; углубления и расширения теоретических знаний у обучающегося; формирования умений использовать учебную и специальную литературу; развития познавательных способностей и активности обучающихся: творческой инициативы, самостоятельности, ответственности, организованности; формирование самостоятельности мышления, способностей к саморазвитию, совершенствованию и самоорганизации; формирования общекультурных компетенций; развитию исследовательских умений обучающихся. Формы и виды самостоятельной работы обучающихся: чтение основной и дополнительной литературы – самостоятельное изучение материала по рекомендуемым литературным источникам; работа с библиотечным каталогом, самостоятельный подбор необходимой литературы; работа со словарем, справочником; поиск необходимой информации в сети Интернет; конспектирование источников; реферирование источников; составление аннотаций к прочитанным литературным источникам; составление рецензий и отзывов на прочитанный материал; составление обзора публикаций по теме; составление и разработка терминологического словаря; составление хронологической таблицы; составление библиографии (библиографической картотеки); подготовка к различным формам текущей и промежуточной аттестации (к практической работе, зачету. Технология организации самостоятельной работы обучающихся включает использование информационных и материально-технических ресурсов</p>

	<p>образовательного учреждения: библиотеку с читальным залом, укомплектованную в соответствии с существующими нормами; учебно-методическую базу учебных кабинетов, компьютерные классы с возможностью работы в Интернет; аудитории (классы) для консультационной деятельности; учебную и учебно-методическую литературу, разработанную с учетом увеличения доли самостоятельной работы обучающихся, и иные методические материалы. Перед выполнением обучающимися самостоятельной работы преподаватель проводит консультирование по выполнению задания, который включает цель задания, его содержания, сроки выполнения, ориентировочный объем работы, основные требования к результатам работы, критерии оценки. Во время выполнения обучающимися самостоятельной работы и при необходимости преподаватель может проводить индивидуальные и групповые консультации. Самостоятельная работа может осуществляться индивидуально или группами обучающихся в зависимости от цели, объема, конкретной тематики самостоятельной работы, уровня сложности, уровня умений обучающихся. Контроль самостоятельной работы обучающихся предусматривает: соотнесение содержания контроля с целями обучения; объективность контроля; валидность контроля (соответствие предъявляемых заданий тому, что предполагается проверить); дифференциацию контрольно-измерительных материалов. Формы контроля самостоятельной работы: просмотр и проверка выполнения самостоятельной работы преподавателем; организация самопроверки, взаимопроверки выполненного задания в группе; обсуждение результатов выполненной работы на занятии; проведение письменного опроса; проведение устного опроса.</p>
<p>Подготовка к экзамену</p>	<p>При подготовке к экзамену необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рабочую программу дисциплины, учебную и рекомендуемую литературу. Основное в подготовке к сдаче экзамена — это повторение всего материала дисциплины, по которому необходимо сдавать зачета. При подготовке к сдаче экзамена обучающийся весь объем работы должен распределять равномерно по дням, отведенным для подготовки к экзамену, контролировать каждый день выполнение намеченной работы. По завершению изучения дисциплины сдается экзамена. В период подготовки обучающийся вновь обращается к уже изученному (пройденному) учебному материалу. Подготовка обучающегося к экзамену включает в себя три этапа: самостоятельная работа в течение семестра; непосредственная подготовка в дни, предшествующие экзамену по темам курса; подготовка к ответу на задания. Экзамен проводится по вопросам, охватывающим весь пройденный материал дисциплины, включая вопросы, отведенные для самостоятельного изучения. Для успешной сдачи экзамена по дисциплине обучающиеся должны принимать во внимание, что все основные категории дисциплины, которые указаны в рабочей программе, нужно знать, понимать их смысл и уметь его разъяснить; указанные в рабочей программе формируемые компетенции в результате освоения дисциплины должны быть продемонстрированы обучающимся; практические занятия способствуют получению более высокого уровня знаний и, как следствие, более высокой оценке на экзамене; готовиться к экзамену необходимо начинать с первой лекции и первого практического занятия.</p>

8.1. Требования к материально-техническому и учебно-методическому обеспечению программы бакалавриата

8.1.1. Университет располагает материально-технической базой, соответствующей действующим противопожарным правилам и нормам и обеспечивающей проведение всех видов дисциплинарной и междисциплинарной подготовки, практической и научно-исследовательской работ обучающихся, предусмотренных учебным планом.

Помещения представляют собой учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных программой бакалавриата, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения, состав которых определяется в рабочих программах дисциплин (модулей).

В Университете имеются специализированные аудитории для проведения занятий по информационным технологиям.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа к электронной информационно-образовательной среде Университета.

Электронная информационно-образовательная среда Университета включает:

1. Официальный сайт Университета (<https://www.iile.ru/>)
2. Электронная информационно-образовательная среда «1С: Университет» договор от 10.09.2018 г. №ПРКТ-18281 (бессрочно)
3. Программы для ЭВМ. Система дистанционного обучения «Mirapolis» - Лицензионный договор №107/06/24-к от 27.06.2024 (Спецификация к Лицензионному договору №107/06/24-к от 27.06.2024, срок действия с 02.07.2025 по 01.07.2026 г.) <https://impe.lms.mirapolis.ru/mira/>
4. Программа для ЭВМ. Виртуальная комната «Mirapolis» - Лицензионный договор №107/06/24-к от 27.06.2024 (Спецификация к Лицензионному договору №107/06/24-к от 27.06.2024, срок действия с 02.07.2025 по 01.07.2026 г.) <https://impe.lms.mirapolis.ru/mira/>
5. Система тестирования INDIGO лицензионное соглашение (Договор от 07.11.2018 г. №Д-54792, дополнительное соглашение № Д-5479/6 о пролонгации договора до 01.06.2026г.) <http://212.48.35.211:85/>

8.1.2. Университет обеспечен необходимым комплектом лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства (состав определяется в рабочих программах дисциплин (модулей) и подлежит обновлению при необходимости).

Перечень лицензионного программного обеспечения, в том числе отечественного производства:

1. Операционная система «Атлант» - Atlant Academ от 24.01.2024 г. (бессрочно)
2. Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Расширенный Russian Edition договор-оферта № Tr000941765 от 16.10.2025 г.

8.1.3. Обучающимся обеспечен доступ (удаленный доступ) к современным профессиональным базам данных и информационным справочным системам, состав которых определяется в рабочих программах дисциплин (модулей) и обновляется при необходимости, но не реже одного раз в год.

Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

1. Информационно-поисковая система «Консультант Плюс» - Договор №МИ-ВИП-79717-56/2022 (бессрочно)
2. Электронно-библиотечная система IPRsmart лицензионный договор от 01.09.2024 г. №11652/24С (срок действия до 31.08.2027 г.) <https://www.iprbookshop.ru/>
3. Научная электронная библиотека eLIBRARY лицензионный договор SCIENC INDEX № SIO -3079/2026 от 30.01.2026 г. (срок действия до 29.01.2027г.) <https://elibrary.ru>

8.1.4. Обучающиеся из числа инвалидов и лиц с ОВЗ обеспечены электронными образовательными ресурсами в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья.

Раздел 9. Материально-техническое обеспечение образовательного процесса

Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	<u>Оборудование:</u> специализированная мебель (мебель аудиторная (11 столов, 22 стульев, доска аудиторная навесная), стол преподавателя, стул преподавателя). <u>Технические средства обучения:</u> персональный компьютер; мультимедийное оборудование (проектор, экран).
Помещение для самостоятельной работы	Специализированная мебель (9 столов, 9 стульев), персональные компьютеры с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду Университета