

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.»

Кафедра «Автоматизированные электротехнологические установки и системы»

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

по дисциплине

**Б1.В.ДВ1.1 «Моделирование электротехнологических процессов»**

направления подготовки

*13.06.01 «Электро- и теплотехника»*

Направленность - Электротехнология

## 1. Цели и задачи дисциплины

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

### **Задачи изучения дисциплины:**

- 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.).

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплина «Математическое моделирование электротермических процессов» относится вариативной части аспирантской программы направленности - Электротехнология.

Данная дисциплина имеет содержательно-методическую взаимосвязь с базовыми дисциплинами, изучаемыми аспирантами по соответствующим программам бакалавриата или специалитета «Высшая математика», «Информатика», «Физика», «Численные методы решения задач электродинамики и тепломассопереноса», «Теория электронагрева».

Основными требованиями к «входным знаниям», умениям и компетенциям обучающегося, необходимым при освоении данной дисциплины и приобретенным в результате освоения предшествующих дисциплин, являются следующие:

- знать методы решения задач математической физики (дифференциальные уравнения в частных производных);
- владеть основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации, использовать компьютер как средство работы с информацией;
- уметь использовать численные методы решения задач математической физики.

## 3. Требования к результатам освоения дисциплины

Изучение дисциплины направлено на формирование следующих компетенций: ОПК-3, ПК-3:

- способностью к разработке новых методов исследования и их применению в самостоятельной научно-исследовательской деятельности в области профессиональной деятельности (ОПК-3);
- способность выбирать и применять методы математического моделирования для поиска оптимального решения задач исследования (ПК-3).

**Аспирант должен знать:** методы математического моделирования электротехнологических процессов, программные средства, используемые для моделирования электротехнологических процессов.

**Аспирант должен уметь:** применять современные средства и методы моделирования электротехнологических процессов.

**Аспирант должен владеть:** навыками применения математических методов (численных и аналитических) для решения задач моделирования электротехнологических процессов.

#### 4. Распределение трудоемкости (час.) дисциплины по темам и видам занятий

№ Мо-дуля	№ Не-дели	№ Те-мы	Наименование темы	Часы/ из них в интерактивной форме				
				Всего	Лекции	Семинары	Практи-ческие	СРС
1	2	3	4	5	6	7	9	10
1	1-2	1	Описание задач моделирования электротехнологических процессов	12	2	-	2	8
	3-7	2	Аналитические и численные методы моделирования электротехнологических процессов	24	4	-	4	16
	8-11	3	Использование метода конечных элементов (МКЭ) для моделирования электротехнологических процессов	24	4	-	4	16
2	12-15	4	Моделирование электротехнологических процессов в системе MathCAD	24	4	-	4	16
	16-18	5	Моделирование электротехнологических процессов в системе EL-CUT	24	4	-	4	16
<b>Всего</b>				<b>108</b>	<b>18</b>	<b>-</b>	<b>18/8</b>	<b>72</b>

#### 5. Содержание лекционного курса

№ темы	Всего часов	№ лекции	Тема лекции. Вопросы, отрабатываемые на лекции	Учебно-методическое обеспечение
1	2	3	4	5
1	2	1	Описание задач моделирования электротермических процессов	Литература [1-3], конспект лекций в ИОС
2	4	2,3	Аналитические и численные методы моделирования электротехнологических процессов	Литература [1-3], конспект лекций в ИОС
3	4	4,5	Использование метода конечных элементов (МКЭ) для моделирования электротехнологических процессов	Литература [1-3], конспект лекций в ИОС
4	4	6,7	Моделирование электротехнологических процессов в системе MathCAD	Литература [1-3, 4-10], кон-

				спект лекций в ИОС
5	4	8,9	Моделирование электротехнологических процессов в системе ELCUT	Литература [1-3, 4-10], конспект лекций в ИОС

### 6. Перечень практических занятий

№ темы	Всего часов	№ занятия	Тема практического занятия. Задания, вопросы, отрабатываемые на практическом занятии	Учебно-методическое обеспечение
1	2	3	4	5
1-2	2	1	Модели нагрева объектов в электропечах сопротивления различной конструкции	Литература [1-3], конспект лекций в ИОС
3	2	2	Моделирование электродинамических и тепловых задач с помощью метода конечных элементов в СВЧ электротермических установках	Литература [1-3], конспект лекций в ИОС
4	2	3	Моделирование электротехнологических процессов с применением программного комплекса ELCUT	Литература [1-3], конспект лекций в ИОС
5	2	4	Моделирование электротехнологических процессов в электропечах сопротивления и СВЧ камерах лучевого типа в системе MathCAD	Литература [1-3, 4-10], конспект лекций в ИОС

### 7. Семинары

Учебным планом не предусмотрены

### 8. Задания для самостоятельной работы аспирантов

№ темы	Всего часов	Задания, вопросы, для самостоятельного изучения (задания)	Учебно-методическое обеспечение
1	2	3	4
1	8	Задач моделирования электротехнологических процессов	Литература [1-3]
2	16	Применение аналитических и численных методов для решения задач моделирования электротехнологических процессов	Литература [1-3]
3	16	Применение метода конечных элементов (МКЭ) и других численных методов для моделирования электротехнологических процессов	Литература [1-3],
4	16	Изучение возможностей пакета прикладных программ ELCUT для моделирования электротехнологических процессов	Литература [1-3, 4-10],
5	16	Моделирование электродинамических процессов и процессов теплообмена в системе MathCAD	Литература [1-3, 4-10],

### 9. Курсовая работа

Курсовая работа учебным планом не предусмотрена

## **10. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)**

Компетенции формируются в процессе освоения образовательной программы последовательно и взаимосвязано. Показателями выработки этих компетенций являются результаты работы аспиранта на практических занятиях, а также при текущих опросах на лекциях. Критерии оценивания компетенции устанавливаются преподавателем в соответствии с его педагогическим опытом и мастерством и включают в себя систему оценок: «освоил», «не освоил», оценки выставляются преподавателям при отчетах на практических занятиях.

Контрольные материалы, необходимые для оценки - отчеты по практическим работам. Фонд оценочных средств приведен в Приложении 1.

### **Вопросы для зачета**

Действующим учебным планом зачет не предусмотрен.

### **Вопросы для экзамена**

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.

## 11. Образовательные технологии

В соответствии с требованиями ФГОС ВО в данном курсе предусматривается использование активных и интерактивных форм проведения занятий (дискуссий, компьютерных интерактивных занятий, разбор конкретных ситуаций, групповых дискуссий, результатов работы исследовательских групп, вузовских и межвузовских конференций) в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся. На лекциях используются мультимедийные средства обучения.

Для выполнения указанных требований часы СРС используются для подготовки докладов (сообщений) на практических занятиях по рассмотренным на лекциях темам.

### Интерактивные методы обучения

(компьютерная симуляция, разбор конкретных ситуаций, решение задач)

Вид занятия	Вид интерактивного метода (имя файла ИОС)	Часы
Лекции	Использование мультимедийного оборудования, программ MathCAD и ELCUT; <a href="https://portal.sstu.ru/Fakult/EF/AEU/elet_ets_m226/default.aspx">https://portal.sstu.ru/Fakult/EF/AEU/elet_ets_m226/default.aspx</a>	18
Практические занятия	Использование мультимедийного оборудования, программ MathCAD и ELCUT; <a href="https://portal.sstu.ru/Fakult/EF/AEU/elet_ets_m226/default.aspx">https://portal.sstu.ru/Fakult/EF/AEU/elet_ets_m226/default.aspx</a>	15

## 12. Перечень учебно-методического обеспечения для обучающихся по дисциплине

### Основная литература

1. Аверченков В.И. Основы математического моделирования технических систем [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Аверченков В.И., Федоров В.П., Хейфец М.Л.— Электрон. текстовые данные.— Брянск: Брянский государственный технический университет, 2012.— 271 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/7003>.— ЭБС «IPRbooks».

2. Маликов Р.Ф. Основы математического моделирования [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Маликов Р.Ф.— Электрон. текстовые данные.— М.: Горячая линия - Телеком, 2010.— 368 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/12015>.— ЭБС «IPRbooks».

3. Данилов А.М. Математическое и компьютерное моделирование сложных систем [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Данилов А.М., Гарькина И.А., Домке Э.Р.— Электрон. текстовые данные.— Пенза: Пензенский государственный университет архитектуры и строительства, ЭБС АСВ, 2011.— 296 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/23100>.— ЭБС «IPRbooks».

### Дополнительная литература

4. Заводинский В.Г. Компьютерное моделирование наночастиц и наносистем [Электронный ресурс]/ Заводинский В.Г.— Электрон. текстовые данные.— М.: ФИЗМАТЛИТ, 2013.— 176 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/24421>.— ЭБС «IPRbooks».

5. Матюшкин И.В. Моделирование и визуализация средствами MATLAB физики наноструктур [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Матюшкин И.В.— Электрон. текстовые данные.— М.: Техносфера, 2011.— 168 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/13280>.— ЭБС «IPRbooks».

6. Тупик Н.В. Компьютерное моделирование [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Тупик Н.В.— Электрон. текстовые данные.— Саратов: Вузовское образование, 2013.— 230 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/13016>.— ЭБС «IPRbooks».

7. Склярова Е.А. Компьютерное моделирование физических явлений [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Склярова Е.А., Малютин В.М.— Электрон. текстовые данные.— Томск: Томский политехнический университет, 2012.— 152 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/34668>.— ЭБС «IPRbooks».

8. Завьялов В.А. Математические основы управления технологическими процессами [Электронный ресурс]: конспект лекций/ Завьялов В.А., Величкин В.А.— Электрон. текстовые данные.— М.: Московский государственный строительный университет, Ай Пи Эр Медиа, ЭБС АСВ, 2015.— 116 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/38471>.— ЭБС «IPRbooks».

9. Архангельский, Ю. С. Компьютерное моделирование СВЧ электро-термических процессов и установок [Текст] / Ю. С. Архангельский, С. В. Тригорлый ; Саратов. гос. техн. ун-т ; Саратов. гос. техн. ун-т (Саратов) . - Саратов : СГТУ, 2006. - 212 с. : ил. ; 21 см. - ISBN 5-7433-1669-4 : б.ц. - 5 экз.

10. Моделирование технологических процессов в ЭТУС [Электронный ресурс] : метод. указания по проведению лаб работ для студ. обучающихся по основной образоват. программе 13.03.02 "Электроэнергетика и электротехника", профиль "Электротехнологические установки и системы" / Саратовский гос. техн. ун-т ; сост.: С. В. Тригорлый, В. С. Алексеев. - Электрон. текстовые дан. - Саратов : СГТУ, 2015. - 67 с. -

Режим доступа :[http://lib.sstu.ru/books/zak\\_86\\_15.pdf](http://lib.sstu.ru/books/zak_86_15.pdf). - ЭБС «Электронная библиотека технического вуза».

## Периодические издания

11. Вопросы электротехнологии: науч.-техн. журн. - Саратов : Саратовский гос. техн. ун-т им. Ю. А. Гагарина (архив 2013 – 2015), №1. – 4. ISSN 2309-6020.

12. Электричество: теорет. и науч.-практ. журн. - М. : МЭИ (архив 2010 -2012) - ISSN 0013-5380.

13. Автоматика и телемеханика: Российская Академия наук. - М. : Наука (архив 2010 -2013) - ISSN 0005-2310.

14. Электротехника: науч.-техн. журн. - М. : ЗАО "Знак" (архив 2010 -2013) - ISSN 0013-5860.

15. Электроника. РЖ ВИНТИ (архив 2010 -2013) - ISSN 0203-5189.

### 13. Материально-техническое обеспечение

Для проведения практических занятий используется математическое моделирование электротехнологических процессов и систем (ЭТУС) с помощью специальных компьютерных программ, разработанных авторами (в системе MathCAD и ELCUT). Для проведения практических занятий используется факультетский вычислительный класс.

При проведении лекционных занятий используется аудитория с мультимедийным оборудованием.



# 1. Карта компетенций и фонд оценочных средств текущего контроля и промежуточной аттестации

## Составляющие компетенций

Название и шифр компетенции	Шифр составных частей	Составные части
1	2	3
<b>Общепрофессиональные компетенции</b> ОПК-3	А	Способностью к разработке новых методов исследования
	Б	Применением новых методов исследования в самостоятельной научно-исследовательской деятельности в области профессиональной деятельности
<b>Профессиональные компетенции</b> ПК-3		Способность выбирать и применять методы математического моделирования для поиска оптимального решения задач исследования

## Результаты обучения

Результат обучения (код)	Определение	Возможные доказательства	Примеры заданий
1	2	3	4
<b>Знание и понимание</b>			
Знание (a1)	Аспирант помнит или распознает информацию/идеи/события в приблизительном порядке и форме, в которой они были заучены	Повторение или распознавание информации составить список, выделить, рассказать, показать, назвать Аспирант приводит цитаты из текста, воспроизводит нужные схемы, ссылается на авторов, прикладывает соответствующую документацию, пишет перечень	<b>составить список</b> численных методов решения задач математической физики; <b>выделить</b> основные этапы математического моделирования; <b>рассказать</b> об известных методах математического моделирования; <b>показать</b> преимущества численных методов моделирования по сравнению с аналитическими; <b>назвать</b> этапы математического моделирования
Понимание (a2)	Аспирант преобразует, интерпретирует информацию, ухватывает значение, определяет ключевые пункты	Схватывание (понимание) смысла информационных материалов. Может описать, объяснить, определить признаки, сформулировать по-другому. Аспирант резюмирует события, составляет конспект (реферат) текста, пересказывает, объясняет	<b>описать</b> сущность задач анализа и синтеза; <b>объяснить</b> необходимость использования математических моделей на разных этапах проектирования; <b>определить признаки</b> численных методов решения физических задач; <b>сформулировать</b> задачу математического моделирования для конкретного электротермического процесса
<b>Интеллектуальные навыки</b>			
Применение (b1)	Аспирант выбирает, передает и использует идеи в новых, незнакомых ситуациях или с новым подходом	Применение в сходной ситуации применить, проиллюстрировать, решить. Аспирант использует идеи	<b>применить</b> численные методы (метод конечных элементов) для моделирования электротермических процес-

Результат обучения (код)	Определение	Возможные доказательства	Примеры заданий
1	2	3	4
		модуля для объяснения событий, оценки влияния действия или толкования причин событий	сов <b>проиллюстрировать</b> влияние теплофизических свойств объекта на темп нагрева в электротермической установке; <b>решить</b> задачу нестационарной теплопроводности в ELCUT
Анализ (b2)	Аспирант разбивает материал на составные части, связывает предположения, факты и события со структурой	Определение элементов и структуры проанализировать, проверить, провести эксперимент, организовать, сравнить, выявить различия. Аспирант применяет идеи курса для структурирования событий или ситуаций на рабочем месте, использует схемы, снабженные комментариями, сравнивает и противопоставляет, указывает на различия.	<b>проанализировать</b> влияние мощности электротермической установки на процесс нагрева; <b>проверить</b> устойчивость используемой в математической модели разностной схемы; <b>провести численный эксперимент</b> по оценке чувствительности результатов решения к исходным электрофизическим свойствам обрабатываемого материала; <b>организовать</b> обсуждение полученных результатов математического моделирования; <b>сравнить</b> результаты моделирования, полученные различными методами; <b>выявить различия</b> в скорости нагрева объекта в различных электротермических установках
Синтез (b3)	Аспирант по-новому сочетает идеи	Соединение элементов по-новому: создать, придумать дизайн, разработать, составить план. Аспирант устанавливает связи между одной или двумя идеями модуля, переделывает схемы для их более полного соответствия реальной ситуации, дает рекомендации для действий, разрабатывает план или предлагает изменения для существующего метода работы	<b>создать</b> алгоритм математического моделирования при нагреве в поле СВЧ с учетом изменения электрофизических свойств от температуры; <b>придумать дизайн</b> визуализации результатов математического моделирования электротермических процессов; <b>разработать</b> алгоритм математического моделирования для расчета потерь энергии с наружной поверхности электротермической установки <b>составить план</b> проведения численных экспериментов по нагреву объекта в электротермической установке

Результат обучения (код)	Определение	Возможные доказательства	Примеры заданий
1	2	3	4
Оценка (b4)	Аспирант оценивает или судит о ценности	Сравнительная оценка значимости на основе критериев, может представить аргументы, защитить точку зрения, доказать, спрогнозировать. Аспирант определяет, что он узнает о самом себе, других или организации в результате анализа, демонстрирует понимание относительной важности идеи и ее составных частей, критикует теорию или поддерживает ее	<b>представить</b> аргументы в пользу разработанного алгоритма математического моделирования ; <b>защитить точку зрения о</b> влиянии рассматриваемых технологических факторов на процесс нагрева объекта; <b>доказывает</b> справедливость полученных результатов моделирования; <b>дает прогноз о</b> целесообразности того или иного метода математического моделирования
<b>Практические навыки</b>			
Инженерный анализ (c1)	Аспирант разбивает инженерные решения на составные части, находит недостающую информацию, формирует структуру технической системы или процесса.	Способен применять фундаментальные знания для поиска новых и новейших технологий в сфере специализации. Способен применять методы математического и компьютерного моделирования для решения поставленных задач в области специализации, способность оценить их ограничения. Способность находить необходимые данные для решения неизвестных задач и применять, в случае необходимости, методы компьютерного моделирования.	Провести математическое моделирование электротермических процессов в различных установках
Инженерное проектирование (c2)	Аспирант формирует технические решения в инженерной области.	Знание и всестороннее понимание процессов и методов проектирования и способность применять их в нестандартных ситуациях. Способность создавать новые продукты, системы, компоненты, процессы для удовлетворения нужд общества	Создать математическую модель для проектирования элементов конструкции электротермических установок
<b>Переносимые навыки</b>			
(d1)	Аспирант формирует суждения о возможности расширенного использования принятых решений и о последствиях реализации решений в смежных областях знаний	Понимание принципов ведения инженерной практики и возможных ограничений, понимание применяемых методик, методов и их ограничений, учитывает экономические, технологические экологические нравственные последствия реализации принятых решений	Приобрести навыки четкого изложения собственной точки зрения в устной или письменной форме, выработать навыки критического оценивания различных точек зрения

## 2. Таблица формирования результатов обучения по дисциплине по компетенциям при реализации ООП

Шифр компетенции и составляющих компетенции	Результаты обучения по дисциплине								
	Знание и понимание		Интеллектуальные навыки				Практические навыки		Переносимые навыки
	a1	a2	b1	b2	b3	b4	c1	c2	d1
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>ОПК-3</b>									
ОПК-3.А	+	+	+	+	+	+	+	+	+
ОПК-3.Б	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<b>ПК-3</b>									
ПК-3	+	+	+	+	+	+	+	+	+

## 3. Индикаторы сформированности компетенций по уровням

	Уровни сформированности компетенции	Содержательное описание уровня	Основные признаки уровня освоения компетенции (дескрипторы)
1	2	3	4
1	Пороговый уровень	Обязательный для всех аспирантов-выпускников вуза по завершении освоения ООП ВО	способность решать известные, не многофакторные задачи, не имеющие далеко идущих последствий, часто встречающиеся, требующие практического знания, известными способами, описанными в стандартах (ФГОС ВО)
2	Продвинутый уровень	Превышение минимальных характеристик сформированности компетенции для аспирантов-выпускников	способность решать известные задачи, не имеющие далеко идущих последствий, часто встречающиеся, но имеющие множество ограничений, с несколькими группами заинтересованных сторон, зачастую способами, выходящими за рамки стандартов
3	Превосходный уровень	Максимально возможная выраженность компетенции, важен как качественный ориентир для самосовершенствования	способность решать задачи, принадлежащие известному семейству задач, с множеством конфликтующих ограничений, с несколькими группами заинтересованных сторон, последствия которых могут превышать локальную важность, зачастую способами, выходящими за рамки стандартов.

#### 4. Содержание лекционного курса

№ темы	№ лекции	Формируемые составляющие компетенции и результаты обучения (код)
1	2	3
1	1	ОПК-3(А, Б), а1, а2, b1, b2, b3, b4, c1, c2,d1
2	2,3	ОПК-3(А, Б), ПК-3 а1, а2, b1, b2, b3, b4, c1, c2,d1
3	4,5	ОПК-3(А, Б), ПК-3 а1, а2, b1, b2, b3, b4, c1, c2,d1
4	6,7	ОПК-3(А, Б), ПК-3 а1, а2, b1, b2, b3, b4, c1, c2,d1
5	8,9	ОПК-3(А, Б), ПК-3 а1, а2, b1, b2, b3, b4, c1, c2,d1

#### 5. Перечень практических занятий

№ темы	№ занятия	Формируемые составляющие компетенции и результаты обучения (код)
1	2	3
1	1	ОПК-3(А, Б), ПК-3 а2, b1, b2, b3, b4, c1, c2,d1
2	2,3	ОПК-3(А, Б), ПК-3 а2, b1, b2, b3, b4, c1, c2,d1
3	4,5	ОПК-3(А, Б), ПК-3 а2, b1, b2, b3, b4, c1, c2,d1
4	6,7	ОПК-3(А, Б), ПК-3 а2, b1, b2, b3, b4, c1, c2,d1
5	8,9	ОПК-3(А, Б), ПК-3 а2, b1, b2, b3, b4, c1, c2,d1

#### 6. Задания для самостоятельной работы аспирантов

№ темы	Всего Часов	Вопросы для самостоятельного изучения (задания)	Формируемые составляющие компетенции и результаты обучения (код)
1	2	3	4
1	8	Задач моделирования электротехнологических процессов	ОПК-3(А, Б), ПК-3 а1, а2, b1, b2, b3, b4, c1, c2,d1
2	16	Применение аналитических и численных методов для решения задач моделирования электротехнологических процессов	ОПК-3(А, Б), ПК-3 а1, а2, b1, b2, b3, b4, c1, c2,d1
3	16	Применение метода конечных элементов (МКЭ) и других численных методов для моделирования электротехнологических процессов	ОПК-3(А, Б), ПК-3 а1, а2, b1, b2, b3, b4, c1, c2,d1
4	16	Изучение возможностей пакета прикладных программ ELCUT для моделирования электротехнологических процессов	ОПК-3(А, Б), ПК-3 а1, а2, b1, b2, b3, b4, c1, c2,d1
5	16	Моделирование электродинамических процессов и процессов теплообмена в системе MathCAD	ОПК-3(А, Б), ПК-3 а1, а2, b1, b2, b3, b4, c1, c2,d1

## 7. Курсовая работа

Курсовая работа учебным планом не предусмотрена

### Интерактивные методы обучения

(компьютерная симуляция, разбор конкретных ситуаций, решение задач)

Вид занятия	Вид интерактивного метода (имя файла ИОС)	Часы
Лекции	Использование мультимедийного оборудования, программ MathCAD и ELCUT; <a href="https://portal.sstu.ru/Fakult/EF/AEU/elet_ets_m226/default.aspx">https://portal.sstu.ru/Fakult/EF/AEU/elet_ets_m226/default.aspx</a>	18
Практические занятия	Использование мультимедийного оборудования, программ MathCAD и ELCUT; <a href="https://portal.sstu.ru/Fakult/EF/AEU/elet_ets_m226/default.aspx">https://portal.sstu.ru/Fakult/EF/AEU/elet_ets_m226/default.aspx</a>	18