



Федеральное агентство по рыболовству  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Калининградский государственный технический университет»  
(ФГБОУ ВО «КГТУ»)

УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по НР  
Н.А. Кострикова  
18.05.2022

Рабочая программа дисциплины  
программы подготовки научных и научно-педагогических кадров  
в аспирантуре ФГБОУ ВО «КГТУ»

**МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ И СИСТЕМ**

Группа научных специальностей

**2.4 Энергетика и электротехника**

Научная специальность

**2.4.2. ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЕ КОМПЛЕКСЫ И СИСТЕМЫ**

**Отрасль науки: технические науки**

Институт морских технологий, энергетики и строительства

РАЗРАБОТЧИК

Кафедра энергетики

ВЕРСИЯ

1

ДАТА ВЫПУСКА

14.02.2022

## 1 ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целями изучения дисциплины «**Моделирование электротехнических комплексов и систем**» являются: овладение теорией моделирования в качестве основы для изучения прикладных аспектов моделирования электротехнических комплексов и систем; освоение современных методов моделирования и программных средств, используемых для исследования установившихся и переходных режимов работы электротехнических комплексов и систем; приобретение навыков использования методов моделирования в научных исследованиях

## 2 МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ПРОГРАММЫ АСПИРАНТУРЫ

Дисциплина «**Моделирование электротехнических комплексов и систем**» относится к образовательному компоненту «Дисциплины (модули) по выбору» программы аспирантуры по научной специальности **2.4.2. Электротехнические комплексы и системы** и является базой для подготовки к осуществлению научно-исследовательской деятельности.

## 3 РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

В результате изучения дисциплины «**Моделирование электротехнических комплексов и систем**» аспирант должен:

### **Знать:**

- основы теории моделирования;
- типы математических моделей, используемых для изучения процессов, протекающих в электротехнических комплексах и системах;
- профессиональные программные среды для моделирования.

### **Уметь:**

- составлять математические модели компонентов электротехнических комплексов и систем в целом;
- планировать и осуществлять экспериментальные исследования с использованием компьютерных моделей.

### **Владеть:**

- современными математическими методами для формализации процессов в электротехнических системах;
- методологией использования моделирования для решения исследовательских задач.

## 4 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### **Тема 1. Введение. Основные положения курса**

Ознакомление с рабочей программой дисциплины, лекционным курсом и практическими работами. Основные понятия и определения моделирования.

### **Тема 2. Основы моделирования**

Классификация математических моделей. Виды моделирования. Программные

средства моделирования.

**Тема 3. Технология моделирования. Математические модели статических и динамических объектов**

Основные принципы моделирования. Технология моделирования. Моделирование динамических систем. Структурное моделирование. Имитационное моделирование. Математические модели в пространстве состояний. Статистическое моделирование.

**Тема 4. Основные этапы моделирования**

Построение концептуальной модели системы. Идентификация систем. Обработка экспериментальных данных. Проверка адекватности модели. Оценка точности моделирования. Планирование компьютерного эксперимента. Интерпретация результатов моделирования.

**Тема 5. Особенности моделирования электротехнических комплексов и систем**

Обработка больших объемов данных. Моделирование систем с распределенными параметрами. Представление результатов моделирования.

**5 ОБЪЕМ (ТРУДОЕМКОСТЬ ОСВОЕНИЯ)**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетные единицы, то есть 72 академических часа контактной работы (лекционных и практических занятий) и самостоятельной учебной работы аспиранта; работы, связанной с текущей и промежуточной аттестацией по дисциплине.

Распределение трудоемкости освоения дисциплины по семестрам ОП, темам и видам учебной работы аспиранта приведено ниже.

Форма промежуточной аттестации – зачет, 3 год обучения.

Таблица 1 - Объем (трудоёмкость освоения) в очной форме обучения и структура дисциплины

Номер и наименование темы, вид учебной работы	Объем учебной работы, ч				
	Контактная работа			СР	Всего
	Лекции	ЛЗ	ПЗ		
<b>3 год обучения, трудоемкость – 3 ЗЕТ (108 час.)</b>					
Тема 1. Введение. Основные положения курса.	2	-	-	6	8
Тема 2. Основы моделирования.	2	-	1	12	16
Тема 3. Технология моделирования. Математические модели статических и динамических объектов.	2	-	1	12	16
Тема 4. Основные этапы моделирования.	2	-	2	12	16
Тема 5. Особенности моделирования электротехнических комплексов и систем.	4	-	2	12	16
<b>Учебные занятия</b>	<b>12</b>	<b>-</b>	<b>6</b>	<b>54</b>	<b>72</b>
<b>Промежуточная аттестация</b>	<b>Зачет</b>				
<b>Итого по дисциплине</b>					<b>72</b>

Рабочая программа дисциплины  
«МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ И СИСТЕМ»

Номер и наименование темы, вид учебной работы	Объем учебной работы, ч				
	Контактная работа			СР	Всего
	Лекции	ЛЗ	ПЗ		
<b>Итого по курсу</b>					<b>72</b>

*ЛЗ - лабораторные занятия, ПЗ – практические занятия, СР – самостоятельная работа*

## 6 ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ

Таблица 2 - Объем (трудоемкость освоения) и формы ПЗ

№ темы	Темы практических занятий	Кол-во часов
1	Программные средства моделирования	1
2	Имитационное моделирование	1
3	Построение концептуальной модели системы	1
4	Проверка адекватности модели	1
5	Моделирование систем с распределенными параметрами	2
<b>ИТОГО:</b>		<b>6</b>

## 7 САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Таблица 3 – Объем (трудоемкость освоения) и формы СР

№ п/п	Виды (содержание) СР	Кол-во часов Очная форма	Формы контроля (аттестации)
1	Введение. Основные положения курса	6	Опросы
2	Основы моделирования	12	Опросы
3	Технология моделирования. Математические модели статических и динамических объектов	12	Опросы
4	Основные этапы моделирования	12	Опросы
5	Особенности моделирования электротехнических комплексов и систем	12	Опросы
<b>Итого</b>		<b>54</b>	

Примерные тематики научно-исследовательских, творческих работ и рефератов:

1. Имитационное моделирование электротехнических систем.
2. Сравнение пакетов моделирования электротехнических систем.
3. Моделирование алгоритмов экстремального поиска.
4. Разработка моделей электроэнергетических систем.
5. Разработка моделей систем электроснабжения.
6. Разработка моделей электрических машин.
7. Разработка моделей систем электропривода.
8. Разработка моделей ветроэнергетических установок.
9. Разработка моделей фотоэлектрических панелей.
10. Разработка моделей химических источников тока.
11. Разработка моделей импульсных преобразователей.

## **8 УЧЕБНАЯ ЛИТЕРАТУРА И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ АСПИРАНТА**

### **Основная литература:**

1. Костин В.Н. Электроэнергетические системы и сети: учеб. пособие / В. Н. Костин. - Санкт-Петербург: Троицкий мост, 2015. - 304 с.

2. Русина, А.Г. Режимы электрических станций и электроэнергетических систем [Электронный ресурс] : учебник / А.Г. Русина, Т.А. Филиппова. - Новосибирск : НГТУ, 2014. - 400 с. (ЭБС «Университетская библиотека онлайн»).

### **Дополнительная литература**

1. Переходные процессы в электроэнергетических системах: учебник для вузов / И.П. Крючков, В.А. Старшинов, Ю.П. Гусев, М.В. Пираторов; под ред. И.П. Крючкова. – 2-е изд., стер.– М.: Издательский дом МЭИ, 2009. – 414 с.

2. Дунаевский С. Я. Моделирование элементов электромеханических систем/ С. Я. Дунаевский.- 2-е изд. - Москва: Энергия, 1971. – 287 с.

3. Идельчик В. И. Расчеты установившихся режимов электрических систем/ В. И. Идельчик; ред. Веников В.И. - Москва: Энергия, 1977. – 189 с.

4. Моделирование в электроэнергетике [Электронный ресурс]/ А.Ф. Шаталов, И. Воротников, М. Мастепаненко, и др.; Министерство сельского хозяйства Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования Ставропольский государственный аграрный университет. - Ставрополь : Агрус, 2014. - 140 с. (ЭБС «Университетская библиотека онлайн»).

## **9 ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ И ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Информационные технологии**

В ходе освоения дисциплины аспиранты используют возможности интерактивной коммуникации со всеми участниками и заинтересованными сторонами образовательного процесса, ресурсы и информационные технологии посредством электронной информационной образовательной среды университета. Аспирантам и научно-педагогическим работникам обеспечен доступ к ЭБС, наукометрическим базам данных и к полнотекстовым ресурсам, справочно-правовой системе «ГАРАНТ», профессиональной справочной системе «Техэксперт».

### **Веб-сайты с электронными ресурсами по специальности:**

1. Программное обеспечение (лицензионное), базы данных, информационно-справочные и поисковые системы: Консультант Плюс. Официальный сайт компании [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.consultant.ru>, свободный (дата посещения 30.08.2022).

2. Электронная библиотека научных публикаций «eLIBRARY.RU» [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://elibrary.ru>, свободный (дата посещения 30.08.2022).

3. Электронно-библиотечная система издательства «Лань» [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://e.lanbook.com>, свободный (дата посещения 30.08.2022)
4. Электронно-библиотечная система издательства «Юрайт» [Электронный ресурс] – Режим доступа <https://biblio-online.ru>, свободный (дата посещения 30.08.2022)
5. Национальная технологическая инициатива Энерджинет [Электронный ресурс] – Режим доступа <https://energynet.ru>, свободный (дата посещения 30.08.20228)

## **10 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Для проведения занятий по дисциплине «Моделирование электротехнических комплексов и систем», предусмотренной учебным планом подготовки аспирантов, имеется необходимая материально-техническая база, соответствующая действующим санитарным и противопожарным правилам и нормам: учебные аудитории, оборудованные комплектом мебели; комплект проекционного мультимедийного оборудования; компьютеры с доступом к сети Интернет. Для аудиторных занятий по дисциплине используется материально-техническая база кафедры энергетики, главного учебного корпуса (г. Калининград, Советский проспект, 1, ГУК), ауд. 116 (компьютерный класс) - учебная аудитория для проведения лабораторных занятий, практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, укомплектованная специализированной (учебной) мебелью - учебной доской, столом преподавателя, партами, стульями. В процессе работы могут использоваться компьютеры с подключением к сети Интернет и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации, комплект лицензионного программного обеспечения. Последние оснащены операционной системой Windows 10 (получаемой по программе Microsoft "Open Value Subscription" license V6465252 дата окончания 29.02.2024), офисным приложением MS Office Standard 2010 (получаемым по программе Microsoft "Open Value Subscription" license V6465252 дата окончания 29.02.2024), Kaspersky Endpoint Security (17E0-210119-091510-800-717 до 13.02.2022), Google Chrome (GNU). Программный комплекс AutoDesk для учебных заведений Education Master Suite: AutoCAD, AutoCADCivil 3D (Договор #110001955026, Договор #110001703865, Договор #110001781500). Программа MathCAD 2015 (Лицензия 3A1843569 от 26.04.2013). Система визуального моделирования систем управления solidThinking Embed (Акт передачи прав от 06.10.2014 № Pr000320, передача лицензии solidThinking). Программа схемотехнического моделирования Multisim Education (Лицензионное соглашение №779878-3515 от 28.11.2014).

Для самостоятельной работы аспирантов используется помещение для самостоятельной работы по адресу г. Калининград, Советский проспект, 1, ГУК, ауд. 1556. Помещение оснащено столами и стульями, имеется 10 компьютеров с подключением к сети Интернет и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации, комплект лицензионного программного обеспечения. Типовое ПО на всех ПК: 1. Операционная система Windows XP (получаемая по программе Microsoft "Open Value Subscription" license V6465252 дата окончания 29.02.2024); 2. Офисное приложение MS Office 2010 ((получаемое по программе Microsoft "Open Value Subscription" license V6465252 дата окончания 29.02.2024); 3. Kaspersky Endpoint Security (17E0-210119-091510-800-717 до 13.02.2022); 4. Google Chrome (GNU); 5. Эффектон (договор №348 от 29 августа 2013). Программа составлена в соответствии с требованиями ФГТ с учетом ре-

комендаций и Примерной ОП ВО по научной специальности 2.4.2. «Электротехнические комплексы и системы».

## **11 ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СИСТЕМА ОЦЕНИВАНИЯ И КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ**

Оценочные средства по дисциплине представляются в виде фонда оценочных средств (ФОС). Требования к структуре и содержанию ФОС по дисциплине определяются Положением по ФОС.

## **12 ОСОБЕННОСТИ ПРЕПОДАВАНИЯ И ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

По курсу предусмотрено проведение лекционных занятий, на которых изучается основной систематизированный материал. В ходе лекционного занятия аспиранту следует вести конспект лекции, который должен содержать реферативную запись основных вопросов лекции, предложенных преподавателем схем (при их демонстрации), основных источников литературы по темам, выводы по каждому вопросу. Конспект должен быть выполнен в отдельной тетради по предмету. Он должен быть аккуратным, хорошо читаемым, не содержать не относящуюся к теме информацию или рисунки.

При подготовке к лекции аспиранту необходимо просматривать рабочую программу дисциплины для минимизации времени вступительной части. На отдельные лекции необходимо приносить соответствующий материал на бумажных носителях, заранее предоставленный преподавателем (таблицы, графики, схемы). Данный материал будет охарактеризован, прокомментирован, дополнен непосредственно на лекции. Перед очередной лекцией необходимо повторить по конспекту материал предыдущей лекции. При затруднениях в восприятии материала следует обратиться к основным и дополнительным литературным источникам. Если вопросы по лекционному материалу сохраняются после работы с литературой, необходимо обратиться к лектору за разъяснениями.

В ходе практических занятий рассматриваются вопросы прикладных расчетов по основным разделам дисциплины. При работе на практических занятиях важно доводить каждую задачу до окончательного решения, демонстрировать понимание проведенных расчетов, в случае затруднений обращаться к преподавателю. На практические занятия по рекомендации преподавателя необходимо приносить с собой рекомендованную литературу. До очередного практического занятия по рекомендованным литературным источникам аспиранту необходимо проработать теоретический материал соответствующей темы занятия, при этом следует обязательно использовать не только лекции, учебную и научную литературу, но и нормативно-правовые документы, поскольку в них могут быть внесены изменения и дополнения, которые не всегда отражены в учебной литературе.

Самостоятельная работа как вид деятельности аспиранта многогранна и играет определяющую роль в развитии способности самостоятельно решать исследовательские задачи. В качестве форм самостоятельной работы при изучении дисциплины предлагаются

ся: работа с научной и учебной литературой; конспектирование текста; решение задач и упражнений; углубленное изучение вопросов по тематике лекционных и практических занятий; подготовка к зачету. При выполнении самостоятельной работы аспиранту следует сконцентрироваться на: получении навыков научно-исследовательской работы на основании анализа текстов литературных источников и применения различных методов исследования; выработке умения самостоятельно и критически подходить к изучаемому материалу.

При самостоятельной работе с научной литературой аспиранту рекомендуется конспектировать изученный материал. Конспекты научной должны быть выполнены аккуратно, содержать ответы на каждый поставленный в теме вопрос, иметь ссылку на источник информации с обязательным указанием автора, названия и года издания используемой научной литературы. Конспект может быть опорным (содержать лишь основные ключевые позиции), но при этом позволяющим дать полный ответ по вопросу, может быть подробным. Объем конспекта определяется самим аспирантом. В процессе работы с учебной и научной литературой аспирант может: делать записи по ходу чтения в виде простого или развернутого плана (создавать перечень основных вопросов, рассмотренных в источнике); составлять тезисы (цитирование наиболее важных мест статьи или монографии, короткое изложение основных мыслей автора); готовить аннотации.

### **13 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

При изучении дисциплины аспирант должен добросовестно посещать лекции и практические занятия, вести конспект лекций.

Учебным планом предусмотрена самостоятельная работа аспирантов. Эта работа предполагает:

- работа с научной и учебной литературой;
- конспектирование текста;
- решение задач и упражнений;
- углубленное изучение вопросов по тематике лекционных и практических занятий;
- подготовка к зачету.

Аспирант обязан в полном объеме использовать время самостоятельной работы, предусмотренное настоящей рабочей программой, для изучения соответствующих разделов дисциплины, и своевременно обращаться к преподавателю в случае возникновения затруднений при выполнении самостоятельной работы.

Содержание внеаудиторной самостоятельной работы и распределение объема на нее определяется по темам дисциплины согласно тематическому плану рабочей программы.



#### **14 СВЕДЕНИЯ О РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ И ЕЕ СОГЛАСОВАНИИ.**

Рабочая программа дисциплины «**Моделирование электротехнических комплексов и систем**» представляет собой образовательный компонент программы по подготовке научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре по научной специальности **2.4.2. Электротехнические комплексы и системы**.

Авторы программы – М.Н. Кириллов, к.т.н., доцент кафедры энергетики  
Б.Л. Геллер, к.т.н., доцент кафедры энергетики  
М.С. Харитонов, к.т.н., доцент кафедры энергетики

Рабочая программа дисциплины рассмотрена и одобрена на заседании кафедры энергетики (протокол № 3 от 14.02.2022 г.).

Заведующий кафедрой энергетики

д.т.н., профессор В.Ф. Белей

Согласовано:

Зам. директора по НиМД ИМТЭС

Е.С. Землякова

Начальник УПК ВНК

Н.Ю. Ключко