

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Комсомольский-на-Амуре государственный университет»

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета  
энергетики и управления

(наименование факультета)

А.С. Гудим

(подпись, ФИО)

« 30 » 08 2021 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**«Моделирование процессов в системах электроснабжения»**

Направление подготовки	13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»
Направленность (профиль) образовательной программы	Электроснабжение
Квалификация выпускника	Бакалавр
Год начала подготовки (по учебному плану)	2021
Форма обучения	заочная
Технология обучения	традиционная

Курс	Семестр	Трудоемкость, з.е.
4	7, 8	10

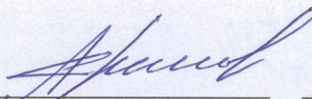
Вид промежуточной аттестации	Обеспечивающее подразделение
Зачет, Зачет с оценкой	Кафедра «Электромеханика»

Комсомольск-на-Амуре 2021

Разработчик рабочей программы:

Заведующий кафедрой ЭМ, докт. техн.  
наук, доцент

\_\_\_\_\_  
(должность, степень, ученое звание)

  
\_\_\_\_\_  
(подпись)

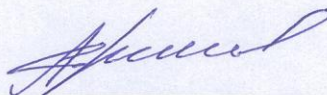
А.В. Сериков

\_\_\_\_\_  
(ФИО)

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий кафедрой  
«Электромеханика»

\_\_\_\_\_  
(наименование кафедры)

  
\_\_\_\_\_  
(подпись)

А.В. Сериков

\_\_\_\_\_  
(ФИО)

## 1 Общие положения

Рабочая программа и фонд оценочных средств дисциплины «Моделирование процессов в системах электроснабжения» составлены в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 28.02.2018 № 144 и основной профессиональной образовательной программы подготовки «Электроснабжение» по направлению 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника».

Практическая подготовка реализуется на основе:

- Профессиональный стандарт 20.032 «РАБОТНИК ПО ОБСЛУЖИВАНИЮ ОБОРУДОВАНИЯ ПОДСТАНЦИЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ».

Обобщенная трудовая функция: I Инженерно-техническое сопровождение деятельности по техническому обслуживанию и ремонту оборудования подстанций

Задачи дисциплины	Приобретение теоретических знаний о методах моделирования процессов в системах электроснабжения, формирование практических умений и навыков по математическому моделированию установившихся и переходных процессов в системах электроснабжения и по анализу результатов моделирования.
Основные разделы / темы дисциплины	Моделирование установившихся и квазипереходных режимов в системах электроснабжения. Статическая и динамическая устойчивость электрической системы. Методы моделирования переходных режимов. Моделирование электромагнитных переходных процессов в системах электроснабжения. Математическое моделирование эквивалентного асинхронного двигателя. Математическое моделирование синхронного генератора. Моделирование несимметричных режимов.

## 2 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Процесс изучения дисциплины «Моделирование процессов в системах электроснабжения» направлен на формирование следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и основной образовательной программой (таблица 1).

Таблица 1 – Компетенции и планируемые результаты обучения по дисциплине

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения	Планируемые результаты обучения по дисциплине
Общепрофессиональные		
ОПК-4. Способен использовать методы анализа и моделирования электрических цепей и электрических машин	ОПК-4.1. Знает основные методы анализа и моделирования электрических цепей и электрических машин. ОПК-4.2. Умеет использовать методы анализа, моделирования и расчета электрических цепей и электрических машин. ОПК-4.3. Владеет навыками анализа и моделирования электрических цепей и электрических машин	Знать основные методы анализа и моделирования электрических цепей и электрических машин. Уметь использовать методы анализа, моделирования и расчета электрических цепей и электрических машин. Владеть навыками анализа и моделирования электрических цепей и электрических машин

### 3 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина «Моделирование процессов в системах электроснабжения» изучается на 4 курсе в 7 и 8 семестрах.

Дисциплина входит в состав блока 1 «Дисциплины (модули)» и относится к обязательной части.

Для освоения дисциплины необходимы знания, умения и навыки, сформированные в процессе изучения дисциплин «Анализ процессов в технических системах», «Режимы работы систем электроснабжения», «Релейная защита и автоматика систем электроснабжения».

Знания, умения и навыки, сформированные дисциплиной «Моделирование процессов в системах электроснабжения» будут востребованы при изучении дисциплины при прохождении практики «Учебная практика (ознакомительная практика), а так же при защите выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты.

Дисциплина «Моделирование процессов в системах электроснабжения» частично реализуется в форме практической подготовки. Практическая подготовка организуется путем проведения практических занятий.

Дисциплина «Моделирование процессов в системах электроснабжения» в рамках воспитательной работы направлена на умения аргументировать, самостоятельно мыслить, развивает творчество, профессиональные умения.

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

Общая трудоемкость (объем) дисциплины составляет 10 з.е., 360 акад. час.

Распределение объема дисциплины (модуля) по видам учебных занятий представлено в таблице 2.

Таблица 2 – Объем дисциплины (модуля) по видам учебных занятий

Объем дисциплины	Всего академических часов
Общая трудоемкость дисциплины	360
<b>Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий), всего</b>	26
В том числе:	
<b>занятия лекционного типа</b> (лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации педагогическими работниками)	10
<b>занятия семинарского типа</b> (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия), в том числе в форме практической подготовки	16 6
<b>Самостоятельная работа обучающихся и контактная работа</b> , включающая групповые консультации, индивидуальную работу обучающихся с преподавателями (в том числе индивидуальные консультации); взаимодействие в электронной информационно-образовательной среде вуза	326

Объем дисциплины	Всего академических часов
Промежуточная аттестация обучающихся – Зачет, Зачет с оценкой	8

**5 Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебной работы**

Таблица 3 – Структура и содержание дисциплины (модуля)

Наименование разделов, тем и содержание материала	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)			СРС
	Контактная работа преподавателя с обучающимися			
	Лекции	Семинарские (практические занятия)	Лабораторные занятия	
<b>Раздел 1 Моделирование установившихся и квазипереходных режимов в системах электроснабжения.</b>	2	2		35
<b>Раздел 2 Статическая и динамическая устойчивость электрической системы.</b>	1	2		24
<b>Раздел 3 Методы моделирования переходных режимов.</b>	1	2*		35
<b>ИТОГО в 7-м семестре</b>	4	6	-	94
<b>Раздел 4 Моделирование электромагнитных переходных процессов в системах электроснабжения.</b>	1	2		50
<b>Раздел 5 Математическое моделирование эквивалентного асинхронного двигателя.</b>	2	4*		82
<b>Раздел 6 Математическое моделирование синхронного генератора.</b>	2	2		50
<b>Раздел 7 Моделирование несимметричных режимов.</b>	1	2		50
<b>ИТОГО в 8-м семестре</b>	6	10	-	232
<b>ИТОГО по дисциплине</b>	10	16	-	326

\* реализуется в форме практической подготовки

**6 Внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся по дисциплине (модулю)**

При планировании самостоятельной работы студенту рекомендуется руководствоваться следующим распределением часов на самостоятельную работу (таблица 4):

Таблица 4 – Рекомендуемое распределение часов на самостоятельную работу

Компоненты самостоятельной работы	Количество часов
<b>7 семестр</b>	
Изучение теоретических разделов дисциплины	34
Подготовка к занятиям семинарского типа	30

Подготовка и оформление расчетно-графической работы	30
<b>ИТОГО в 7-м семестре</b>	94
<b>8 семестр</b>	
Изучение теоретических разделов дисциплины	82
Подготовка к занятиям семинарского типа	70
Подготовка и оформление расчетно-графической работы	80
<b>ИТОГО в 8-м семестре</b>	232
<b>ИТОГО по дисциплине</b>	326

## **7 Оценочные средства для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)**

Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации представлен в Приложении 1.

Полный комплект контрольных заданий или иных материалов, необходимых для оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю), практике хранится на кафедре-разработчике в бумажном и электронном виде.

## **8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)**

### **8.1 Основная литература**

1. Галишников, Ю.П. Цифровое моделирование электромагнитных и электромеханических переходных процессов в электрических системах : монография / Ю.П. Галишников. - Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2021. - 200 с. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1836504> (дата обращения: 26.12.2021). – Режим доступа: по подписке.

2. Гурова, Е.Г. Моделирование электротехнических систем : учебное пособие / Е.Г. Гурова. - Новосибирск : НГТУ, 2014. - 52 с. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/548131> (дата обращения: 26.12.2021). – Режим доступа: по подписке.

3. Долгов, А.П. Устойчивость электрических систем/ А.П. Долгов - Новосибирск : НГТУ, 2010. - 176 с.: Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/546337> (дата обращения: 26.12.2021). – Режим доступа: по подписке.

4. Бурьков, Д.В. Математическое и имитационное моделирование электротехнических и робототехнических систем : учебное пособие / Д.В. Бурьков, Ю.П. Волощенко ; Южный федеральный университет. - Ростов-на-Дону ; Таганрог : Издательство Южного федерального университета, 2020. - 159 с. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1308357> (дата обращения: 26.12.2021). – Режим доступа: по подписке.

5. Копылов, И.П. Математическое моделирование электрических машин. Учеб. для вузов / И.П. Копылов. – М.: Высш. шк., 1987. –248 с.

6. Симаков, Г.М. Моделирование электромеханических процессов : учеб пособие / Г.М. Симаков, Ю.П. Филюшов / Новосиб. гос. аграр. ун-т. Инженер. ин-т. - Новосибирск : Золотой колос, 2014. - 131 с. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/516635> (дата обращения: 21.04.2021). – Режим доступа: по подписке.

### **8.2 Дополнительная литература**

1. Советов, Б.Я. Моделирование систем / Б.Я. Советов, С.А. Яковлев. Москва, Высшая школа, 2001 – 243 с.

2. Размыслов, В.А. Расчёт переходных процессов в электрических машинах численными методами: Учеб. пособие / В.А. Размыслов, А.А. Скрипилёв. – Комсомольск-на-Амуре: ГОУВПО «КНАГТУ», 1997 – 99 с.

3. Крючков, И.П. Короткие замыкания и несимметричные режимы электроустановок / И.П. Крючков, В.А. Старшинов, Ю.П. Гусев, М.В. Пираторов. – М.: Издательский дом МЭИ, 2011. – 471 с.

4. Николаева, С.И. Расчет режимов электрических сетей: Практикум / С.И. Николаева - Волгоград: Волгоградский государственный аграрный университет, 2018. - 60 с.: Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1007827> (дата обращения: 26.12.2021). – Режим доступа: по подписке.

5. Черных, И.В. Моделирование электротехнических устройств в MATLAB. SimPowerSystems и Simulink / И.В. Черных. - Москва : ДМК Пресс, 2007. - 288 с.: ил. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/407099> (дата обращения: 26.12.2021). – Режим доступа: по подписке.

6. Веников, В.А. Переходные электромеханические процессы в электрических системах: Учеб. для электроэнергет. спец. вузов. / А.В. Веников. – М.: Высш. шк., 1985. – 535 с.

### **8.3 Методические указания для студентов по освоению дисциплины**

1. Расчет переходных процессов в асинхронных двигателях : Методические указания к выполнению лабораторной работы / Сост.: В.А. Размыслов. – Комсомольск-на-Амуре: ГОУВПО «КНАГТУ», 2004.–30 с.

2. Расчет переходного процесса включения в сеть однофазного трансформатора: Методические указания к выполнению лабораторной работы / Сост.: В.А. Размыслов, В.П. Романюк. – Комсомольск-на-Амуре: Комсомольский-на-Амуре политехн. ин-т, 1991. – 22 с.

### **8.4 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**

1) Электронно-библиотечная система ZNANIUM.COM - <http://www.znanium.com>

2) Электронно-библиотечная система IPRbooks - <http://www.iprbookshop.ru>

3) Информационно-справочная система «Консультант плюс».

### **8.5 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)**

1) Электронные информационные ресурсы издательства Springer SpringerJournals <https://link.springer.com>.

2) Единое окно доступа к образовательным ресурсам // Электронный ресурс [Режим доступа: свободный] <http://window.edu.ru>.

3) Электронный портал научной литературы <http://www.elibrary.ru>.

### **8.6 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, используемое при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**

Таблица 5 – Перечень используемого программного обеспечения

Наименование ПО	Реквизиты / условия использования
Microsoft Imagine Premium	Лицензионный договор АЭ223 №008/65 от 11.01.2019
OpenOffice	Свободная лицензия, условия использования по ссылке: <a href="https://www.openoffice.org/license.html">https://www.openoffice.org/license.html</a>
Mathcad Education	Договор № 106-АЭ120 от 27.11.2012 академическая,

## **9 Организационно-педагогические условия**

Организация образовательного процесса регламентируется учебным планом и расписанием учебных занятий. Язык обучения (преподавания) – русский. Для всех видов аудиторных занятий академический час устанавливается продолжительностью 45 минут.

При формировании своей индивидуальной образовательной траектории обучающийся имеет право на перезачет соответствующих дисциплин и профессиональных модулей, освоенных в процессе предшествующего обучения, который освобождает обучающегося от необходимости их повторного освоения.

### **9.1 Образовательные технологии**

Учебный процесс при преподавании курса основывается на использовании традиционных, инновационных и информационных образовательных технологий. Традиционные образовательные технологии представлены лекциями и семинарскими (практическими) занятиями. Инновационные образовательные технологии используются в виде широкого применения активных и интерактивных форм проведения занятий. Информационные образовательные технологии реализуются путем активизации самостоятельной работы студентов в информационной образовательной среде.

### **9.2 Занятия лекционного типа**

Лекционный курс предполагает систематизированное изложение основных вопросов учебного плана.

На первой лекции лектор обязан предупредить студентов, применительно к какому базовому учебнику (учебникам, учебным пособиям) будет прочитан курс.

Лекционный курс должен давать наибольший объем информации и обеспечивать более глубокое понимание учебных вопросов при значительно меньшей затрате времени, чем это требуется большинству студентов на самостоятельное изучение материала.

### **9.3 Занятия семинарского типа**

Семинарские занятия представляют собой детализацию лекционного теоретического материала, проводятся в целях закрепления курса и охватывают все основные разделы.

Основной формой проведения семинаров является обсуждение наиболее проблемных и сложных вопросов по отдельным темам, а также разбор примеров и ситуаций в аудиторных условиях. В обязанности преподавателя входят: оказание методической помощи и консультирование студентов по соответствующим темам курса.

Активность на семинарских занятиях оценивается по следующим критериям:

- ответы на вопросы, предлагаемые преподавателем;
- участие в дискуссиях;
- выполнение проектных и иных заданий;
- ассистирование преподавателю в проведении занятий.

Ответ должен быть аргументированным, развернутым, не односложным, содержать ссылки на источники.

Доклады и оппонирование докладов проверяют степень владения теоретическим материалом, а также корректность и строгость рассуждений.

Оценивание заданий, выполненных на семинарском занятии, входит в накопленную оценку.

### **9.4 Самостоятельная работа обучающихся по дисциплине (модулю)**

Самостоятельная работа студентов – это процесс активного, целенаправленного приобретения студентом новых знаний, умений без непосредственного участия препода-



вателя, характеризующийся предметной направленностью, эффективным контролем и оценкой результатов деятельности обучающегося.

Цели самостоятельной работы:

- систематизация и закрепление полученных теоретических знаний и практических умений студентов;
- углубление и расширение теоретических знаний;
- формирование умений использовать нормативную и справочную документацию, специальную литературу;
- развитие познавательных способностей, активности студентов, ответственности и организованности;
- формирование самостоятельности мышления, творческой инициативы, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;
- развитие исследовательских умений и академических навыков.

Самостоятельная работа может осуществляться индивидуально или группами студентов в зависимости от цели, объема, уровня сложности, конкретной тематики.

Технология организации самостоятельной работы студентов включает использование информационных и материально-технических ресурсов университета.

Контроль результатов внеаудиторной самостоятельной работы студентов может проходить в письменной, устной или смешанной форме.

Студенты должны подходить к самостоятельной работе как к наиважнейшему средству закрепления и развития теоретических знаний, выработке единства взглядов на отдельные вопросы курса, приобретения определенных навыков и использования профессиональной литературы.

#### **9.5 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

При изучении дисциплины обучающимся целесообразно выполнять следующие рекомендации:

1. Изучение учебной дисциплины должно вестись систематически.
2. После изучения какого-либо раздела по учебнику или конспектным материалам рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины, определения, понятия раздела.
3. Особое внимание следует уделить выполнению отчетов по практическим занятиям и индивидуальным комплексным заданиям на самостоятельную работу.
4. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается на лекциях преподавателем. Им же даются источники (в первую очередь вновь изданные в периодической научной литературе) для более детального понимания вопросов, озвученных на лекции.

При самостоятельной проработке курса обучающиеся должны:

- просматривать основные определения и факты;
- повторить законспектированный на лекционном занятии материал и дополнить его с учетом рекомендованной по данной теме литературы;
- изучить рекомендованную литературу, составлять тезисы, аннотации и конспекты наиболее важных моментов;
- самостоятельно выполнять задания, аналогичные предлагаемым на занятиях;
- использовать для самопроверки материалы фонда оценочных средств.

#### **Методические указания при работе над конспектом лекции**

В ходе лекционных занятий необходимо вести конспектирование учебного материала. Обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации, положительный опыт в ораторском искусстве. Желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых делать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений. Задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций и т.д.

### **Методические указания по самостоятельной работе над изучаемым материалом и при подготовке к практическим занятиям**

Начинать надо с изучения рекомендованной литературы. Необходимо помнить, что на лекции обычно рассматривается не весь материал, а только его часть. Остальная его часть восполняется в процессе самостоятельной работы. В связи с этим работа с рекомендованной литературой обязательна. Особое внимание при этом необходимо обратить на содержание основных положений и выводов, объяснение явлений и фактов, уяснение практического приложения рассматриваемых теоретических вопросов. В процессе этой работы необходимо стремиться понять и запомнить основные положения рассматриваемого материала, примеры, поясняющие его, а также разобраться в иллюстративном материале и т.д.

### **Методические указания по выполнению расчетно-графической работы**

Теоретическая часть расчетно-графической работы выполняется по установленным темам с использованием практических материалов. К каждой теме расчетно-графической работы рекомендуется примерный перечень узловых вопросов, список необходимой литературы. Излагая вопросы темы, следует строго придерживаться плана. Работа не должна представлять пересказ отдельных глав учебника или учебного пособия. Необходимо изложить собственные соображения по существу излагаемых вопросов, внести свои предложения. Общие положения должны быть подкреплены и пояснены конкретными примерами. Излагаемый материал при необходимости следует проиллюстрировать таблицами, схемами, диаграммами и т.д.

## **10 Описание материально-технического обеспечения, необходимого для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)**

### **10.1 Учебно-лабораторное оборудование**

Таблица 6 – Перечень оборудования лаборатории

Аудитория	Наименование аудитории (лаборатории)	Используемое оборудование
203/3	Лекционная аудитория	Мультимедийный проектор, экран, ноутбук
100/3	Лаборатория «Математическое моделирование»	Персональные ЭВМ

### **10.2 Технические и электронные средства обучения**

#### **Лекционные занятия.**

Аудитории для лекционных занятий укомплектованы мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории (наборы демонстрационного оборудования (проектор, экран, компьютер/ноутбук), учебно-наглядные пособия, тематические иллюстрации).

#### **Практические занятия.**

Аудитории для практических занятий укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения (проектор, экран, компьютер/ноутбук).

#### **Самостоятельная работа.**

Помещения для самостоятельной работы оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и доступом к электронной информационно-образовательной среде КнАГУ:

- читальный зал НТБ КнАГУ;
- компьютерные классы (ауд. 202 корпус № 3).

## 11 Другие сведения

### **Методические рекомендации по обучению лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов**

Освоение дисциплины обучающимися с ограниченными возможностями здоровья может быть организовано как совместно с другими обучающимися, так и в отдельных группах. Предполагаются специальные условия для получения образования обучающимися с ограниченными возможностями здоровья.

Профессорско-педагогический состав знакомится с психолого-физиологическими особенностями обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья, индивидуальными программами реабилитации инвалидов (при наличии). При необходимости осуществляется дополнительная поддержка преподавания тьюторами, психологами, социальными работниками, прошедшими подготовку ассистентами.

В соответствии с методическими рекомендациями Минобрнауки РФ (утв. 8 апреля 2014 г. N АК-44/05вн) в курсе предполагается использовать социально-активные и рефлексивные методы обучения, технологии социокультурной реабилитации с целью оказания помощи в установлении полноценных межличностных отношений с другими студентами, создании комфортного психологического климата в студенческой группе. Подбор и разработка учебных материалов производится с учетом предоставления материала в различных формах: аудиальной, визуальной, с использованием специальных технических средств и информационных систем.

Освоение дисциплины лицами с ОВЗ осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения (персонального и коллективного использования). Материально-техническое обеспечение предусматривает приспособление аудиторий к нуждам лиц с ОВЗ.

Форма проведения аттестации для студентов-инвалидов устанавливается с учетом индивидуальных психофизических особенностей. Для студентов с ОВЗ предусматривается доступная форма предоставления заданий оценочных средств, а именно:

- в печатной или электронной форме (для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата);
- в печатной форме или электронной форме с увеличенным шрифтом и контрастностью (для лиц с нарушениями слуха, речи, зрения);
- методом чтения ассистентом задания вслух (для лиц с нарушениями зрения).

Студентам с инвалидностью увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких студентов предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания, а именно:

- письменно на бумаге или набором ответов на компьютере (для лиц с нарушениями слуха, речи);
- выбором ответа из возможных вариантов с использованием услуг ассистента (для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата);
- устно (для лиц с нарушениями зрения, опорно-двигательного аппарата).

При необходимости для обучающихся с инвалидностью процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ<sup>1</sup>**  
**по дисциплине**  
**«Моделирование процессов в системах электроснабжения»**

Направление подготовки	<i>13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»</i>
Направленность (профиль) образовательной подготовки	<i>Электроснабжение</i>
Квалификация выпускника	<i>Бакалавр</i>
Год начала подготовки (по учебному плану)	<i>2021</i>
Форма обучения	<i>заочная</i>
Технология обучения	<i>Традиционная</i>

Курс	Семестр	Трудоемкость, з.е.
<i>4</i>	<i>7, 8</i>	<i>10</i>

Вид промежуточной аттестации	Обеспечивающее подразделение
<i>Зачет, Зачет с оценкой</i>	<i>Кафедра «Электромеханика»</i>

<sup>1</sup> В данном приложении представлены типовые оценочные средства. Полный комплект оценочных средств, включающий все варианты заданий (тестов, контрольных работ и др.), предлагаемых обучающемуся, хранится на кафедре в бумажном и электронном виде.

## 1 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами образовательной программы

Таблица 1 – Компетенции и планируемые результаты обучения по дисциплине

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения	Планируемые результаты обучения по дисциплине
<b>Общепрофессиональные</b>		
ОПК-4. Способен использовать методы анализа и моделирования электрических цепей и электрических машин	ОПК-4.1. Знает основные методы анализа и моделирования электрических цепей и электрических машин. ОПК-4.2. Умеет использовать методы анализа, моделирования и расчета электрических цепей и электрических машин. ОПК-4.3. Владеет навыками анализа и моделирования электрических цепей и электрических машин	Знать основные методы анализа и моделирования электрических цепей и электрических машин. Уметь использовать методы анализа, моделирования и расчета электрических цепей и электрических машин. Владеть навыками анализа и моделирования электрических цепей и электрических машин

Таблица 2 – Паспорт фонда оценочных средств

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Формируемая компетенция	Наименование оценочного средства	Показатели оценки
<b>7 семестр</b>			
Разделы 1, 2, 3	ОПК-4	Опрос	Полнота и правильность ответов
Разделы 1, 2	ОПК-4	Практические задания 1 и 2	Полнота и правильность выполнения задания
Разделы 1, 3	ОПК-4	Расчетно-графическая работа 1.	Полнота и правильность выполнения задания
<b>8 семестр</b>			
Разделы 4, 5, 6, 7	ОПК-4	Опрос	Полнота и правильность ответов
Раздел 4, 7	ОПК-4	Практические задания 3 и 4	Полнота и правильность выполнения задания
Раздел 5	ОПК-4	Расчетно-графическая работа 2.	Полнота и правильность выполнения задания

## 2 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие процесс формирования компетенций

Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, представлены в виде технологической карты дисциплины (таблица 3).

Таблица 3 – Технологическая карта

	Наименование оценочного средства	Сроки выполнения	Шкала оценивания	Критерии оценивания
<b>7 семестр</b> <i>Промежуточная аттестация в форме Зачет</i>				
1	Опрос	в течение семестра	20 баллов	20 баллов – 85-100 % правильных ответов – высокий уровень знаний; 16 баллов – 70-85 % правильных ответов – достаточно высокий уровень знаний; 12 баллов – 50-70 % правильных ответов – средний уровень знаний; 0 баллов – 0-50 % правильных ответов – низкий уровень знаний.
2	Практическое задание 1	в течение семестра	20 баллов	20 баллов – студент показал отличные умения и навыки при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала.
3	Практическое задание 2	в течение семестра	20 баллов	16 баллов – студент показал хорошие умения и навыки при решении профессиональных задач. 12 баллов – студент показал удовлетворительные умения и навыки при решении профессиональных задач. 0 баллов – студент продемонстрировал недостаточные умения и навыки при решении профессиональных задач.
4	Расчетно-графическая работа	в течение семестра	40 баллов	40 баллов - студент правильно выполнил задание. Показал отличное владения навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. 32 балла - студент выполнил задание с небольшими неточностями. Показал хорошие владения навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач 24 балла - студент выполнил задание с существенными неточностями. Показал удовлетворительное владение навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач. 0 баллов - при выполнении задания студент продемонстрировал недостаточный уровень владения навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач.
ИТОГО			100 баллов	
<b>Критерии оценки результатов обучения по дисциплине:</b> Пороговый (минимальный) уровень для аттестации в форме зачета – 75 % от максимально возможной суммы баллов				
<b>8 семестр</b> <i>Промежуточная аттестация в форме Зачет с оценкой</i>				
1	Опрос	в течение семестра	20 баллов	20 баллов – 85-100 % правильных ответов – высокий уровень знаний; 16 баллов – 70-85 % правильных ответов – достаточно высокий уровень знаний; 12 баллов – 50-70 % правильных ответов – средний уровень знаний; 0 баллов – 0-50 % правильных ответов – низкий уровень знаний.
2	Практи-	в течение	20 бал-	20 баллов – студент показал отличные умения и на-

	<b>Наименование оценочного средства</b>	<b>Сроки выполнения</b>	<b>Шкала оценивания</b>	<b>Критерии оценивания</b>
	чекское задание 3	ние семестра	лов	выки при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала.
3	Практическое задание 4	в течение семестра	20 баллов	16 баллов – студент показал хорошие умения и навыки при решении профессиональных задач. 12 баллов – студент показал удовлетворительные умения и навыки при решении профессиональных задач. 0 баллов – студент продемонстрировал недостаточные умения и навыки при решении профессиональных задач.
4	Расчетно-графическая работа	в течение семестра	40 баллов	40 баллов - студент правильно выполнил задание. Показал отличное владения навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. 32 балла - студент выполнил задание с небольшими неточностями. Показал хорошие владения навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач 24 балла - студент выполнил задание с существенными неточностями. Показал удовлетворительное владение навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач. 0 баллов - при выполнении задания студент продемонстрировал недостаточный уровень владения навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач.
<b>ИТОГО</b>			100 баллов	
<p><b>Критерии оценки результатов обучения по дисциплине:</b>  0 – 64 % от максимально возможной суммы баллов – «неудовлетворительно» (недостаточный уровень для промежуточной аттестации по дисциплине);  65 – 74 % от максимально возможной суммы баллов – «удовлетворительно» (пороговый (минимальный) уровень);  75 – 84 % от максимально возможной суммы баллов – «хорошо» (средний уровень);  85 – 100 % от максимально возможной суммы баллов – «отлично» (высокий (максимальный) уровень)</p>				

### **3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие процесс формирования компетенций в ходе освоения образовательной программы**

#### **3.1 Задания для текущего контроля успеваемости**

#### **ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАДАНИЯ**

##### **Задание 1. Расчет потерь напряжения в электрических сетях.**

Составить расчетную схему и определить потери напряжения в электрической сети при заданных параметрах участка и расчетных мощностях.

**Задание 2. Моделирование установившегося режима радиальной электрической сети.**

Рассчитать установившийся режим радиальной электрической сети.

**Задание 3. Моделирование процесса включения трансформатора в сеть.**

Составить расчетную схему и уравнения, описывающие переходные процессы включения трансформатора в сеть с учетом насыщения магнитопровода.

**Задание 4. Расчет несимметричных установившихся режимов электрических систем.**

При заданных несимметричных нагрузках трехфазной системы рассчитать режим работы методом симметричных составляющих.

## РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКИЕ РАБОТЫ (РГР)

**РГР-1. Моделирование внезапного короткого замыкания в электрической сети** (частично в форме практической подготовки).

Составить расчетную электрическую схему замещения. Составить уравнения переходного процесса. Рассчитать ток короткого замыкания классическим методом. Определить установившийся ток и ударный ток короткого замыкания. Проанализировать результаты расчетов и сделать выводы по работе. Расчетно-графическая работа оформляется по существующим требованиям к студенческим текстовым работам и защищается.

**РГР-2. Математическое моделирование эквивалентного асинхронного двигателя** (частично в форме практической подготовки).

Составить расчетную схему эквивалентного асинхронного двигателя в неподвижной ортогональной системе координат. Составить систему уравнений, описывающую переходные процессы в двигателе. Выполнить расчет ряда переходных процессов. Проанализировать результаты расчетов. Сделать выводы по работе. Расчетно-графическая работа оформляется по существующим требованиям к студенческим текстовым работам и защищается.

## ВОПРОСЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

### 7-й семестр

- 1) Дать определение параметров системы и параметров режима электрической системы.
- 2) Установившийся и переходный режимы. Какими уравнениями они описываются.
- 3) Понятия мгновенной, активной, реактивной и полной мощности в системах переменного тока.
- 4) Применение комплексных переменных для исследования установившихся режимов.
- 5) Методы моделирования переходных режимов. Классический метод.
- 6) Численные методы моделирования переходных процессов.
- 7) Погрешность численных методов. Выбор шага интегрирования.
- 8) Постановка задачи по расчету переходных процессов в электрических машинах.
- 9) Погрешность численных методов. Выбор шага интегрирования.
- 10) Аппроксимация функций.

### 8-й семестр

- 11) Моделирование процесса включения трансформатора в сеть.
- 12) Математическая модель асинхронной машины в осях  $\alpha, \beta$ .
- 13) Особенности исследования двух и трехфазных асинхронных машин в осях  $\alpha, \beta$ .
- 14) Учет непостоянства параметров асинхронных машин.
- 15) Дифференциальные уравнения трехфазной асинхронной машины в фазной системе координат.
- 16) Динамические характеристики асинхронных двигателей.
- 17) Математическая модель синхронной машины в осях  $d, q$  – модель Парка-Горева.
- 18) Преобразование уравнений Парка-Горева к виду, удобному для численного решения.
- 19) Учет насыщения магнитной цепи в синхронных машинах.
- 20) Дифференциальные уравнения синхронных машин в фазной системе координат.
- 21) Основы метода симметричных составляющих для расчета несимметричных режимов трехфазных систем.



Лист регистрации изменений к РПД

№ п/п	Основание внесения изменения	Количество страниц изменения	Подпись разработчика РПД