



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»



УТВЕРЖДАЮ  
Директор ИЭиАС  
С.И. Лукьянов

26.02.2020 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

***МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ И СИСТЕМ***

Направление подготовки (специальность)  
13.04.02 Электроэнергетика и электротехника

Направленность (профиль/специализация) программы  
Менеджмент в электроэнергетике

Уровень высшего образования - магистратура

Форма обучения  
очная

Институт/ факультет	Институт энергетики и автоматизированных систем
Кафедра	Электроснабжения промышленных предприятий
Курс	1
Семестр	2

Магнитогорск  
2019 год

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО по направлению подготовки 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника (уровень магистратуры) (приказ Минобрнауки России от 28.02.2018 г. № 147)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Электроснабжения промышленных предприятий  
17.02.2020, протокол № 7

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ Г.П. Корнилов

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИЭиАС  
26.02.2020 г. протокол № 5

Председатель \_\_\_\_\_ С.И. Лукьянов

Рабочая программа составлена:

доцент кафедры ЭПП, канд. техн. наук \_\_\_\_\_ Т.Р.Храмшин

Рецензент:

начальник ЦЭСиП ПАО «ММК», канд. техн. наук \_\_\_\_\_ Н.А. Николаев





### **1 Цели освоения дисциплины (модуля)**

Целью освоения дисциплины «Моделирование электротехнических комплексов и систем» является овладение магистрами по направлению 13.04.02 «Электроэнергетика и электротехника» навыками моделирования сложных электротехнических комплексов металлургических предприятий в такой степени, чтобы они могли в своей профессиональной деятельности самостоятельно проводить исследования таких объектов в виде математического моделирования современными программными продуктами.

Задачами дисциплины являются:

- усвоение обучающимися базовых методов математического моделирования;
- овладение навыками математического моделирования наиболее мощных и сложных электроустановок металлургических предприятий, таких как: сверхмощные дуговые сталеплавильные печи со статическими тиристорными компенсаторами, тиристорные электроприводы клетей станов горячей и холодной прокатки, высоковольтные синхронные двигатели кислородных станций и черновых клетей станов горячей прокатки, синхронные генераторы собственных электростанций предприятия, современные электропроводы большой мощности, построенные на базе двигателей переменного тока и преобразователей частоты различного исполнения;
- обучение основным приемам работы в современных программных пакетах математического моделирования, таких как Mathworks Matlab с приложением Simulink, National Instruments Multisim.

### **2 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы**

Дисциплина Моделирование электротехнических комплексов и систем входит в часть учебного плана формируемую участниками образовательных отношений образовательной программы.

Для изучения дисциплины необходимы знания (умения, владения), сформированные в результате изучения дисциплин/ практик:

Компьютерные, сетевые и информационные технологии

Методология и методы научного исследования

Учебная - практика по получению первичных навыков научно-исследовательской работы

Знания (умения, владения), полученные при изучении данной дисциплины будут необходимы для изучения дисциплин/практик:

Производственная - научно-исследовательская работа

Управление режимами электроэнергетических систем

Устойчивость систем электроснабжения

Производственная - научно-исследовательская работа

Оптимальные режимы работы генерирующих источников

### **3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля) и планируемые результаты обучения**

В результате освоения дисциплины (модуля) «Моделирование электротехнических комплексов и систем» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции
ПК-1	Способен самостоятельно выполнять исследования, оценивать риск и определять меры по обеспечению безопасности разрабатываемых новых технологий, объектов профессиональной деятельности
ПК-1.1	Определяет под руководством специалиста более высокой квалификации содержание и требования к результатам

	исследовательской, проектной и иной деятельности обучающихся по программам бакалавриата и (или) ДПП на основе изучения тенденций развития соответствующей области научного знания, запросов рынка труда, образовательных потребностей и возможностей обучающихся по программам бакалавриата и (или) ДПП
ПК-1.2	Выполняет поручения по организации научно-исследовательской, проектной и иной деятельности обучающихся по программам бакалавриата и (или) ДПП
ПК-1.3	Выполняет поручения по организации научных конференций, конкурсов проектных и исследовательских работ обучающихся

#### 4. Структура, объём и содержание дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единиц 108 акад. часов, в том числе:

- контактная работа – 36,1 акад. часов;
- аудиторная – 36 акад. часов;
- внеаудиторная – 0,1 акад. часов
- самостоятельная работа – 71,9 акад. часов;

Форма аттестации - зачет

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа студента	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код компетенции
		Лек.	лаб. зан.	практ. зан.				
1.								
1.1 Основы теории моделирования. Понятие и классификация моделей	2			2/И	7	Изучение лекционного материала. Изучение литературы по данной теме.	Устный опрос	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3
1.2 Проблемы моделирования сложных электротехнических комплексов предприятий черной металлургии				4/И	6	Изучение лекционного материала. Изучение литературы по данной теме.	Устный опрос	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3
1.3 Основы моделирования в математических пакетах Mathworks Matlab с приложением Simulink и National Instrument Multisim.				4/И	6	Изучение основ моделирования в математических пакетах Matlab и Multisim. Создание математической модели распределённой системы электроснабжения	Собеседование по математической модели распределённой системы электроснабжения. Проверка результатов моделирования	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3
1.4 Математическое моделирование электрического контура дуговой сталеплавильной печи				4/И	10	Создание математической модели электрического контура дуговой сталеплавильной печи	Собеседование по математической модели электрического контура дуговой сталеплавильной печи. Проверка результатов моделирования.	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3

1.5 Математическое моделирование системы «тиристорный преобразователь – двигатель постоянного тока независимого возбуждения»			4/2И	10	Создание математической модели системы «тиристорный преобразователь – двигатель постоянного тока не- зависимого возбуждения»	Собеседование по математической модели системы. Проверка результатов моделирования.	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3
1.6 Математическое моделирование статического тиристорного компенсатора для нелинейной и резкопеременной нагрузки			6/2И	10	Создание математической модели статического тиристорного компенсатора	Собеседование по математической модели статического тиристорного компенсатора. Проверка результатов моделирования.	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3
1.7 Моделирование статического компенсатора реактивной мощности			6/1И	8	Создание математической модели статического компенсатора реактивной мощности	Собеседование по математической модели статического компенсатора реактивной мощности. Проверка результатов моделирования.	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3
1.8 Моделирование синхронной машины			4/1И	8	Создание математической модели синхронной машины	Собеседование по математической модели синхронной машины. Проверка результатов моделирования.	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3
1.9 Моделирование системы «преобразователь частоты – двигатель переменного тока»			2	6,9	Создание математической модели «преобразователь частоты – двигатель переменного тока»	Собеседование по математической модели «преобразователь частоты – двигатель переменного тока». Проверка результатов моделирования.	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3
1.10 Зачет							
Итого по разделу			36/12И	71,9			
Итого за семестр			36/12И	71,9		зачёт	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3
Итого по дисциплине			36/12И	71,9		зачет	

## **5 Образовательные технологии**

Для реализации предусмотренных видов учебной работы в качестве образовательных технологий в преподавании дисциплины используются традиционная технология и технология проблемного обучения. Передача необходимых теоретических знаний и формирование основных представлений происходит с использованием мультимедийного оборудования.

Практические занятия проходят в традиционной форме и в форме консультаций. Теоретический материал является результатом усвоения полученной информации на аудиторных занятиях и самостоятельного изучения.

В ходе проведения занятий предусматривается:

1) использование электронного демонстрационного материала по темам, требующим иллюстрации работы специализированного программного обеспечения, сложных структурных схем и большого объема графического материала;

2) использование электронных учебников по отдельным темам занятий;

3) активные и интерактивные формы обучения: вариативный опрос, дискуссии, устный опрос и т.д.

При проведении занятий используются работа в команде и методы информацион-ных технологий.

## **6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся**

Представлено в приложении 1.

## **7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации**

Представлены в приложении 2.

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

### **а) Основная литература:**

1. Липай Б.Р., Компьютерные модели электромеханических систем. Модели основных компонентов электромеханических систем / Липай Б.Р. - М. : Издательский дом МЭИ, 2019. - ISBN 978-5-383-01351-9 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студен-та" : [сайт]. - URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383013519.html> (дата обращения: 29.09.2020).

### **б) Дополнительная литература:**

1. Электроэнергетические системы и сети: применение САД-сред в 2 ч. Часть 1 : учебное пособие для вузов / С. А. Ерошенко [и др.]. — Москва : Издательство Юрайт, 2019 ; Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та ; Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та. — 158 с. — (Университеты России). — ISBN 978-5-9916-9917-4(Издательство Юрайт). — ISBN 978-5-7996-1551-2 (Изд-во Урал. ун-та). — ISBN 978-5-7996-1550-5 (Изд-во Урал. ун-та). — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://www.biblio-online.ru/bcode/438163> (дата обращения: 29.09.2020).

2. Электроэнергетические системы и сети: применение САД-сред в 2 ч. Часть 2 :

учебное пособие для вузов / С. А. Ерошенко [и др.]. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 174 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-9916-9918-1. — Текст : электрон-ный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://www.biblio-online.ru/bcode/453361> (дата обращения: 29.09.2020).

3. Бартоломей, П. И. Электроэнергетика: информационное обеспечение систем управления : учебное пособие для вузов / П. И. Бартоломей, В. А. Тащилин. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 109 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-10914-6. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://www.biblio-online.ru/bcode/453346> (дата обращения: 29.09.2020).

4. Папков, Б. В. Теория систем и системный анализ для электроэнергетиков : учебник и практикум для бакалавриата и магистратуры / Б. В. Папков, А. Л. Куликов. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2019. — 470 с. — (Бакалавр и магистр. Академический курс). — ISBN 978-5-534-00721-3. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://www.biblio-online.ru/bcode/434717> (дата обращения: 29.09.2020).

#### **в) Методические указания:**

1. Корнилов, Г.П. Лабораторный практикум по дисциплинам «Теоретические основы электротехники» и «Основы электротехники и электроники» с выполнением на персональном компьютере [Текст]: Учебное пособие для студентов специальности 140211 «Электроснабжение» / Г.П. Корнилов, А.А. Николаев. - Магнитогорск: ГОУ ВПО МГТУ, 2011. 76 с.

2. Корнилов, Г.П. Лабораторный практикум «Электромагнитная совместимость» [Текст]: Учебное пособие для студентов и магистрантов направления подготовки 140400 «Электроэнергетика и электротехника» профиль «Электроснабжение»/ Г.П. Корнилов, А.А. Николаев, О.Л. Назарова. - Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. ун-та им. Г.И. Носова, 2012, 88 с.

#### **г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:**

##### **Программное обеспечение**

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
MS Windows 7 Professional(для классов)	Д-1227-18 от 08.10.2018	11.10.2021
MS Office 2007 Professional	№ 135 от 17.09.2007	бессрочно
7Zip	свободно распространяемое ПО	бессрочно
NI MultiSim Education	К-68-08 от 29.05.2008	бессрочно

MS Office Visio Prof 2019(для классов)	Д-1227-18 от 08.10.2018	11.10.2021
MathCAD v.15 Education University Edition	Д-1662-13 от 22.11.2013	бессрочно
MathWorks MathLab v.2014 Classroom License	К-89-14 от 08.12.2014	бессрочно
FAR Manager	свободно распространяемое ПО	бессрочно
Calculate Linux Desktop Xfce	свободно распространяемое ПО	бессрочно
Linux Calculate	свободно распространяемое ПО	бессрочно

### Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Название курса	Ссылка
Электронная база периодических изданий East View Information Services, ООО «ИВИС»	<a href="https://dlib.eastview.com/">https://dlib.eastview.com/</a>
Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования	URL: <a href="https://elibrary.ru/project_risc.asp">https://elibrary.ru/project_risc.asp</a>
Поисковая система Академия Google (Google Scholar)	URL: <a href="https://scholar.google.ru/">https://scholar.google.ru/</a>
Информационная система - Единое окно доступа к информационным ресурсам	URL: <a href="http://window.edu.ru/">http://window.edu.ru/</a>
Российская Государственная библиотека. Каталоги	<a href="https://www.rsl.ru/ru/4readers/catalogues/">https://www.rsl.ru/ru/4readers/catalogues/</a>
Электронные ресурсы библиотеки МГТУ им. Г.И. Носова	<a href="http://magtu.ru:8085/marcweb2/Default.asp">http://magtu.ru:8085/marcweb2/Default.asp</a>

### 9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

1. Учебные аудитории для проведения практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации - доска, мультимедийный проектор, экран.

2. Помещения для самостоятельной работы обучающихся - персональные компьютеры с пакетом MS Office, выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета.

3. Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования - стеллажи, сейфы для хранения учебного оборудования.

## ПРИЛОЖЕНИЕ 1

(обязательное)

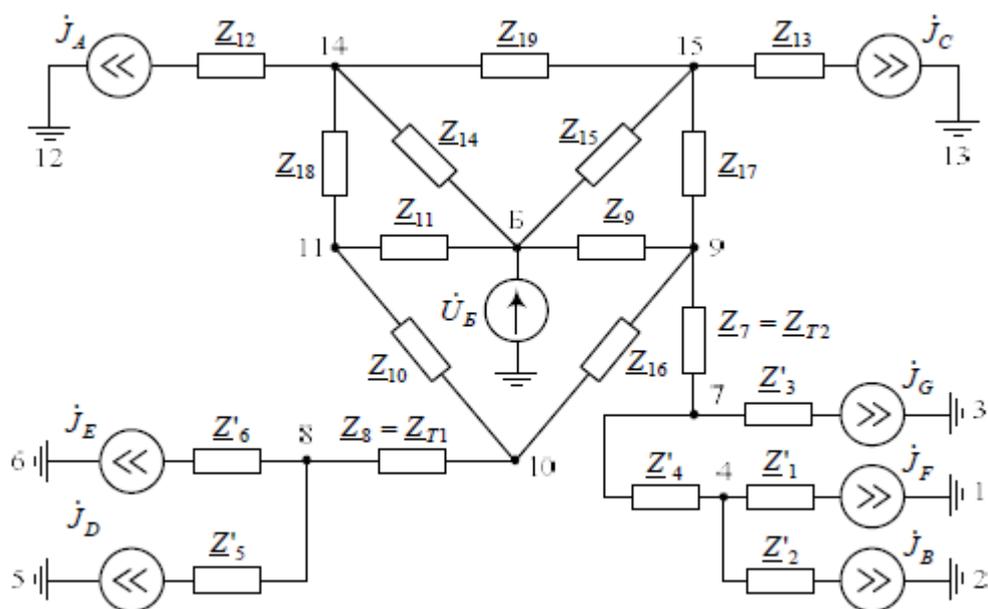
### Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

Аудиторная самостоятельная работа магистрантов на практических занятиях заключается в разработке математических моделей электротехнических комплексов и их реализации в прикладных пакетах Mathworks Matlab и National Instruments Multisim, а также в проведении самостоятельных исследований с последующим анализом и коллективным обсуждением результатов.

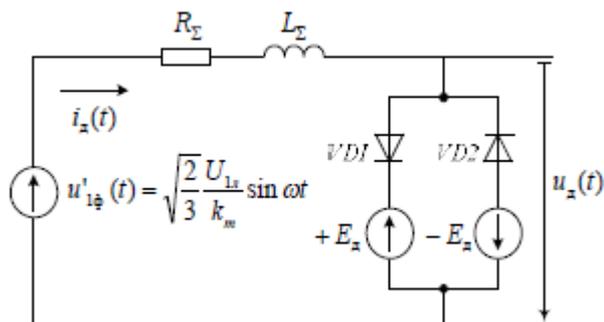
Внеаудиторная самостоятельная работа магистрантов осуществляется в виде чтения и проработки теоретического материала и рекомендованной литературы. Также самостоятельная работа предполагает выполнение домашних заданий с консультациями преподавателя.

### Примерные контрольные задания по темам

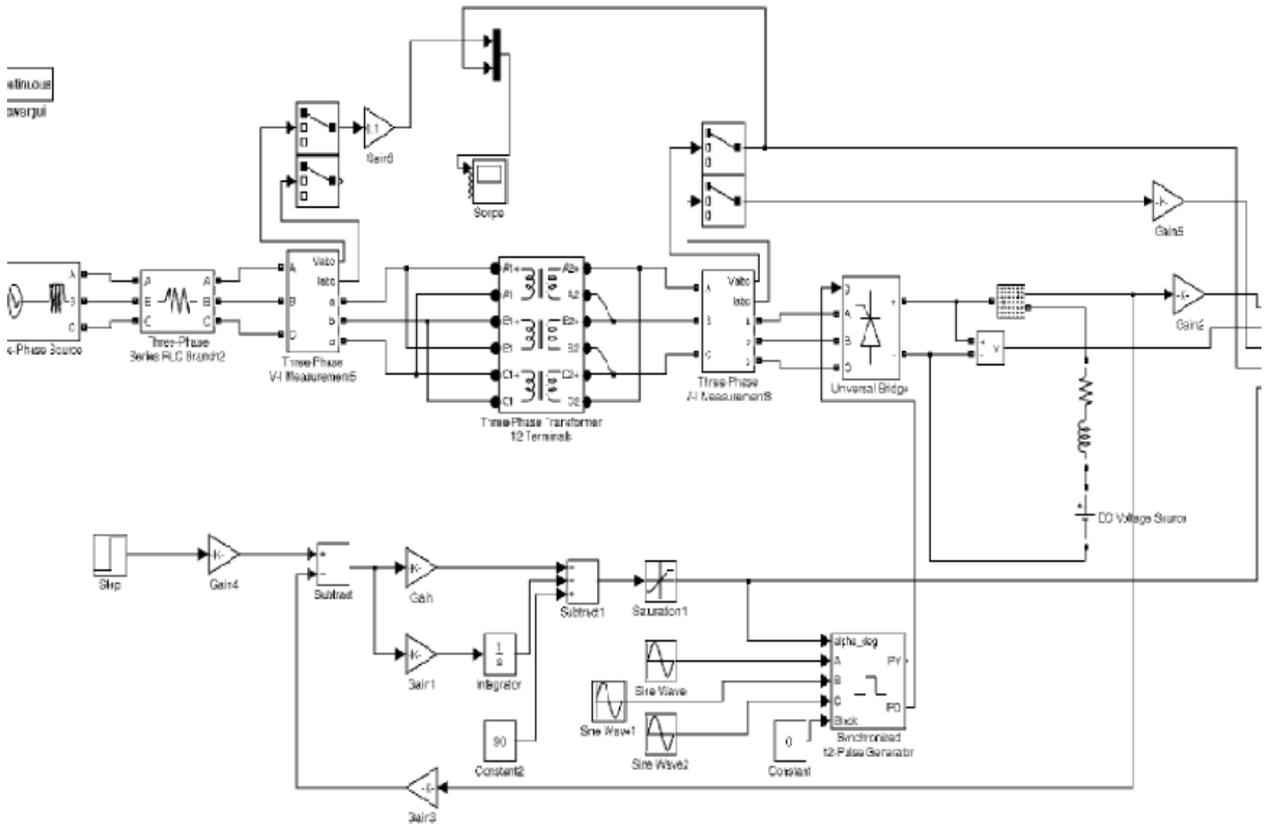
№1. Тема: «Модель распределённой системы электроснабжения»



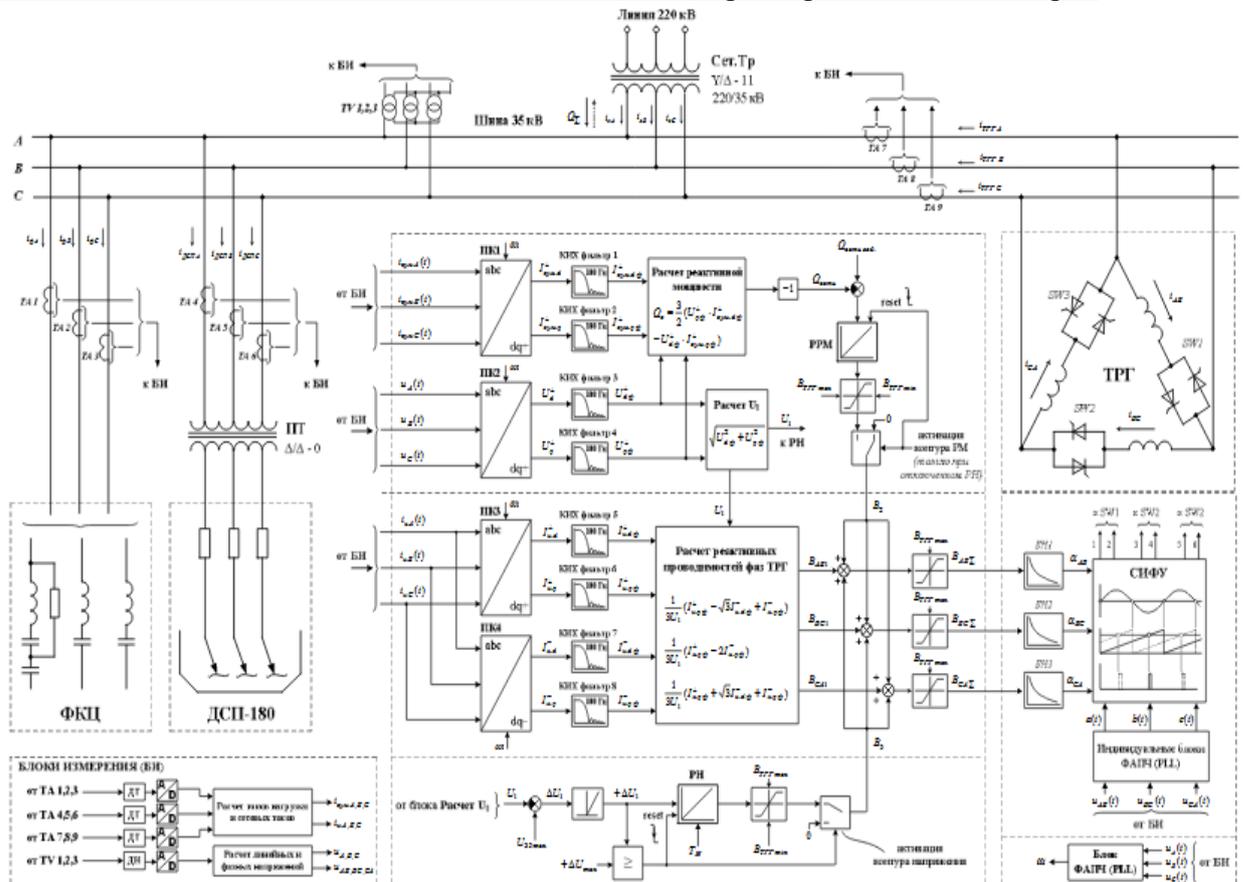
№2. Тема: «Математическая модель электрической дуги сталеплавильной печи»



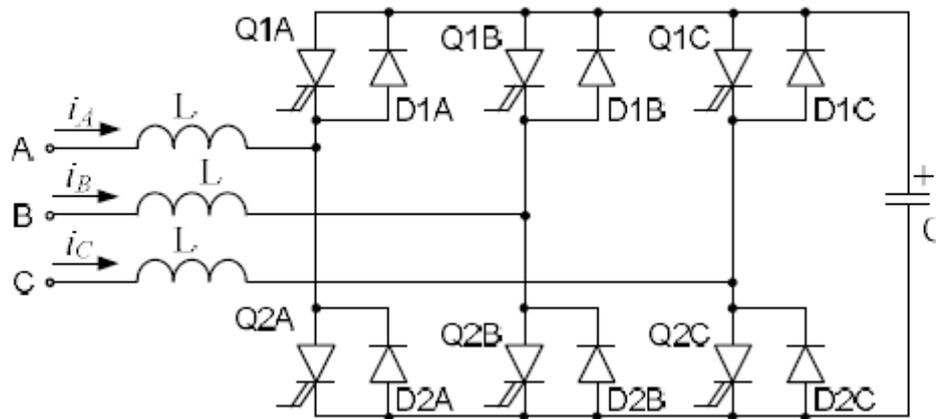
№3. Тема: «Математическая модель системы «тиристорный преобразователь – двигатель постоянного тока независимого возбуждения»»



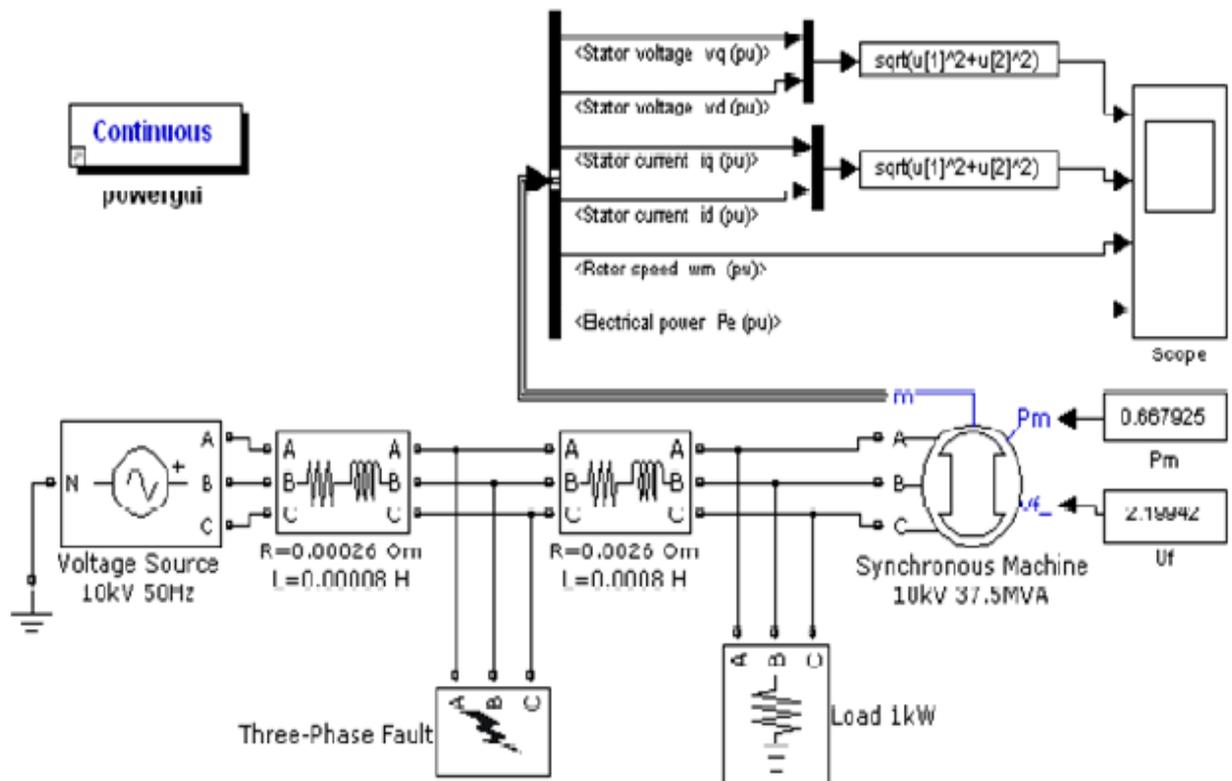
№ 4. Тема: «Математическая модель статического тиристорного компенсатора»



№ 5. Тема: «Математическая модель статического тиристорного компенсатора реактивной мощности»



№ 6. Тема: «Математическая модель синхронной машины»



## ПРИЛОЖЕНИЕ 2

(обязательное)

### Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

#### а) Планируемые результаты обучения и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
ПК-1: Способен самостоятельно выполнять исследования, оценивать риск и определять меры по обеспечению безопасности разрабатываемых новых технологий, объектов профессиональной деятельности		
ПК-1.1	Определяет под руководством специалиста более высокой квалификации содержание и требования к результатам исследовательской, проектной и иной деятельности обучающихся по программам бакалавриата и (или) ДПП на основе изучения тенденций развития соответствующей области научного знания, запросов рынка труда, образовательных потребностей и возможностей обучающихся по программам бакалавриата и (или) ДПП	<b><i>Перечень теоретических вопросов к зачету</i></b> 1. Понятие моделирования. Классификация моделей по принципу реализации (натурная, материальная, математическая), по точности (полные, неполные, приближенные), по фактору времени (статические и динамические). 2. Способы математического моделирования электрического контура ДСП. 3. Математическое моделирование. Требования, предъявляемые к математическим моделям. Понятия подобия и адекватности. Понятие эксперимента и его классификация. 4. Понятие моделирования. Классификация моделей по принципу реализации (натурная, материальная, математическая), по точности (полные, неполные, приближенные), по фактору времени (статические и динамические). 5. Способы математического моделирования электрического контура ДСП. 6. Математическое моделирование. Требования, предъявляемые к математическим моделям. Понятия подобия и адекватности. Понятие эксперимента и его классификация. 7. Основы работы в математическом пакете Mathworks Matlab (графический интерфейс программы; основные операции с массивами данных; основы встроенного языка программирования; основные библиотеки приложения Simulink; работа с основными блоками

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		<p>электрических элементов библиотеки SimPowerSystems; методы расчета моделей; оформление результатов математического моделирования).</p> <p><b><i>Примерный перечень практических заданий</i></b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Создание математической модели распределённой системы электроснабжения</li> <li>2. Создание математической модели электрического контура дуговой сталеплавильной печи</li> <li>3. Создание математической модели системы «тиристорный преобразователь – двигатель постоянного тока независимого возбуждения»</li> <li>4. Создание математической модели статического тиристорного компенсатора</li> <li>5. Создание математической модели статического компенсатора реактивной мощности</li> <li>6. Создание математической модели синхронной машины</li> <li>7. Создание математической модели «преобразователь частоты – двигатель переменного тока»</li> <li>8. Создание математической модели распределённой системы электроснабжения</li> <li>9. Создание математической модели электрического контура дуговой сталеплавильной печи</li> <li>10. Создание математической модели системы «тиристорный преобразователь – двигатель постоянного тока независимого возбуждения»</li> <li>11. Создание математической модели статического тиристорного компенсатора</li> <li>12. Создание математической модели статического компенсатора реактивной мощности</li> <li>13. Создание математической модели синхронной машины</li> <li>14. Создание математической</li> </ol>

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		модели «преобразователь частоты – двигатель переменного тока»
ПК-1.2	Выполняет поручения по организации научно-исследовательской, проектной и иной деятельности обучающихся по программам бакалавриата и (или) ДПП	<p><b><i>Перечень теоретических вопросов зачету</i></b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Основы работы в математическом пакете Mathworks Matlab (графический интерфейс программы; основные операции с массивами данных; основы встроеного языка программирования; основные библиотеки приложения Simulink; работа с основными блоками электрических элементов библиотеки SimPowerSystems; методы расчета моделей; оформление результатов математического моделирования).</li> <li>2. Понятие электротехнического комплекса. Разновидности энергоемких электротехнических комплексов металлургического предприятия. Особенности моделирования электротехнических комплексов.</li> <li>3. Исследование установившихся режимов сложнзамкнутых электрических сетей с использованием имитационных моделей в среде Matlab-Simulink.</li> <li>4. Упрощенная математическая модель ДСП с представлением электрической дуги в виде переменного активного сопротивления.</li> <li>5. Однофазные и трехфазные математические модели ДСП с представлением дуги в виде противо-ЭДС.</li> <li>6. Моделирование 6-ти и 12-ти пульсных схем выпрямления с регулятором тока, работающих на противо-ЭДС.</li> <li>7. Однофазные и трехфазные математические модели ДСП с использованием уравнения мгновенной проводимости дуги Касси.</li> <li>8. Математическая модель фильтрокомпенсирующих цепей. Получение результирующей</li> </ol>

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		<p>частотной характеристики питающей сети и фильтров высших гармоник.</p> <p>9. Математическая модель тиристорно-реакторной группы (ТРГ). Реализация системы автоматического управления ТРГ. Исследование компенсации реактивной мощности с учетом режимов работы ДСП и ТП-Д.</p> <p>10. Сравнение электрических характеристик ДСП. Оценка гармонического состава токов ДСП. Оценка влияния ДСП на питающую сеть методами математического моделирования.</p> <p>11. Составление модели синхронного двигателя (СД) по уравнениям Парка-Горева. Матричная модель синхронного двигателя. Модель СД, построенная с помощью блоков библиотеки SimPowerSystems.</p> <p>12. Синтез автоматического регулятора возбуждения для обеспечения устойчивости СД при динамических возмущениях – набросе статической нагрузки, провалах питающего напряжения и т.д. Исследование СД в переходных режимах</p> <p>13. Составление модели синхронного генератора (СГ) по уравнениям Парка-Горева. Синтез автоматического регулятора возбуждения. Исследование СГ в переходных режимах при удаленных коротких замыканиях.</p> <p>14. Математическая модель преобразователя частоты со звеном постоянного тока.</p> <p>15. Моделирование процесса включения силового трехфазного трансформатора на холостой ход. Математические модели магнитной и электрических цепей трансформатора.</p> <p>16. Составления математической модели электрической цепи для исследования процессов перенапряжения при размыкании активно-индуктивной нагрузки. Уравнение проводимости</p>

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		<p>электрической дуги Маера.</p> <p>17. Математическое моделирование силовой части статического компенсатора реактивной мощности типа СТАТКОМ.</p> <p>18. Способы математического моделирования длинной линии электропередач.</p> <p>19. Определение основных энергетических и электрических показателей тиристорного преобразователя: угла коммутации, угла управления, средних значений выпрямленного тока и напряжения на математической модели. Анализ высших гармоник тока, генерируемых ТП.</p> <p>20. Математическая модель преобразователя частоты с активным выпрямителем.</p> <p>21. Составление математических моделей систем скалярного и векторного управления двигателями переменного тока. Исследование алгоритмов широтно-импульсной модуляции. Исследование энергетических и электрических показателей преобразователя частоты.</p> <p><b><i>Примерные практические задания:</i></b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Создание математической модели распределённой системы электроснабжения</li> <li>2. Создание математической модели электрического контура дуговой сталеплавильной печи</li> <li>3. Создание математической модели системы «тиристорный преобразователь – двигатель постоянного тока независимого возбуждения»</li> <li>4. Создание математической модели статического тиристорного компенсатора</li> <li>5. Создание математической модели статического компенсатора реактивной мощности</li> <li>6. Создание математической модели</li> </ol>

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		<p>синхронной машины</p> <p>7. Создание математической модели «преобразователь частоты – двигатель переменного тока»</p> <p>8. Создание математической модели распределённой системы электроснабжения</p> <p>9. Создание математической модели электрического контура дуговой сталеплавильной печи</p> <p>10. Создание математической модели системы «тиристорный преобразователь – двигатель постоянного тока независимого возбуждения»</p> <p>11. Создание математической модели статического тиристорного компенсатора</p> <p>12. Создание математической модели статического компенсатора реактивной мощности</p> <p>13. Создание математической модели синхронной машины</p> <p>14. Создание математической модели «преобразователь частоты – двигатель переменного тока»</p>
ПК-1.2	Выполняет поручения по организации научных конференций, конкурсов проектных и исследовательских работ обучающихся	<p><b><i>Перечень теоретических вопросов зачету</i></b></p> <p>1. Понятие электротехнического комплекса. Разновидности энергоёмких электротехнических комплексов металлургического предприятия. Особенности моделирования электротехнических комплексов.</p> <p>2. Исследование установившихся режимов сложнзамкнутых электрических сетей с использованием имитационных моделей в среде Matlab-Simulink.</p> <p><b><i>Примерные практические задания:</i></b></p> <p>1. Создание математической модели распределённой системы электроснабжения</p> <p>2. Создание математической модели электрического контура дуговой сталеплавильной печи</p> <p>3. Создание математической модели системы «тиристорный преобразователь – двигатель</p>

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		<p>постоянного тока независимого возбуждения»</p> <p>4. Создание математической модели статического тиристорного компенсатора</p> <p>5. Создание математической модели статического компенсатора реактивной мощности</p> <p>6. Создание математической модели синхронной машины</p> <p>7. Создание математической модели «преобразователь частоты – двигатель переменного тока»</p>

**б) Порядок проведения промежуточной аттестации, показатели и критерии оценивания**

Промежуточная аттестация по дисциплине «Моделирование электрических комплексов и систем» проводится в форме зачета.

***Показатели и критерии оценивания и зачета:***

Обучающийся способен самостоятельно выполнять исследования, оценивать риск и определять меры по обеспечению безопасности разрабатываемых новых технологий, объектов профессиональной деятельности, выполнять поручения по организации научно-исследовательской, проектной и иной деятельности обучающихся по программам бакалавриата и (или) ДПП, выполнять поручения по организации научно-исследовательской, проектной и иной деятельности обучающихся по программам бакалавриата и (или) ДПП.