



Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

**Пермский национальный исследовательский
политехнический университет**

Электротехнический факультет

Кафедра микропроцессорных средств автоматизации



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе
д-р техн. наук, проф.

Н. В. Лобов

Н. В. Лобов
«19» _____ 2017 г.

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ДИСЦИПЛИНЫ
«Моделирование в электротехнике и электроэнергетике»**

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Программа академического бакалавриата

Направление: 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Профиль программы бакалавриата:

Электроснабжение

Квалификация выпускника:

бакалавр

Выпускающая кафедра:

микропроцессорных средств автоматизации

Форма обучения:

очная

Курс: 4

Семестр(ы): 7

Трудоёмкость:

Кредитов по рабочему учебному плану:

5 ЗЕ

Часов по рабочему учебному плану:

180 ч

Виды контроля:

Экзамен: 7 семестр

Зачёт: —

Курсовой проект: —

Курсовая работа: —

Учебно-методический комплекс дисциплины «Моделирование в электротехнике и электроэнергетике» разработан на основании:

- федерального государственного образовательного стандарта высшего образования, утверждённого приказом Министерства образования и науки Российской Федерации «03» сентября 2015 г. номер приказа «955» по направлению подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» профиль «Электроснабжение»;
- компетентностной модели выпускника ОГОП по направлению подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника», профиль «Электроснабжение», утверждённой «24» июня 2013 г. (с изменениями в связи с переходом на ФГОС ВО);
- базового учебного плана очной формы обучения по направлению подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника», профиль «Электроснабжение», утверждённого «28» апреля 2016 г.

Рабочая программа согласована с рабочими программами дисциплин Математика, Физика, Химия, Экология, Электротехническое и конструкционное материаловедение, Общая энергетика, Электрические машины, Теоретическая механика, Силовая электроника, Математические методы в электротехнике и электроэнергетике, Теория автоматического управления, Электромагнитная совместимость в электроэнергетике, Техника высоких напряжений, Численные методы, Электромагнитные расчеты в электромеханических преобразователях, Теория оптимизации, Методы идентификации, Энергоснабжение, Электрический привод, Теоретические основы электротехники, Физические основы электроники, Диагностика и надежность электротехнических и электроэнергетических систем, Переходные процессы в электроэнергетических системах, Электроснабжение, Электрические и компьютерные измерения.

Разработчики

д-р техн. наук, доц.
(ученая степень, звание)


(подпись)

С.В. Бочкарев
(инициалы, фамилия)

Рецензент

канд. техн. наук, доц.
(ученая степень, звание)


(подпись)

Н.В. Андриевская
(инициалы, фамилия)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры микропроцессорных средств автоматизации «06» сентября 2017 г., протокол № 1.

Заведующий кафедрой,
ведущей дисциплину

канд. техн. наук, доц.
(ученая степень, звание)


(подпись)

А.Б. Петроченков
(инициалы, фамилия)

Рабочая программа одобрена учебно-методической комиссией электротехнического факультета « 14 » 09 2017 г., протокол № 4.

Председатель учебно-методической комиссии
электротехнического факультета

канд. техн. наук, доц.
(ученая степень, звание)


(подпись)

А.Л. Гольдштейн
(инициалы, фамилия)

СОГЛАСОВАНО

Заведующий выпускающей кафедрой МСА

канд. техн. наук, доц.
(ученая степень, звание)


(подпись)

А.Б. Петроченков
(инициалы, фамилия)

Начальник управления образовательных программ

канд. техн. наук, доц.
(ученая степень, звание)


(подпись)

Д.С. Репецкий
(инициалы, фамилия)

1 Общие положения

1.1 Цель учебной дисциплины – освоение дисциплинарных компетенций по основам моделирования систем и процессов, формирование у студентов знаний, умений и навыков, обеспечивающих развитие способностей по построению моделирования систем и процессов, реализуемых при разработке систем электроэнергетики и электротехники.

В процессе изучения данной дисциплины студент расширяет и углубляет части следующих компетенций:

- Способность применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач (ОПК-2);
- Способность использовать методы анализа и моделирования электрических цепей (ОПК-3).

1.2 Задачи учебной дисциплины:

- овладение студентами методами моделирования элементов систем электроэнергетики и электротехники;
- освоение теории и методов математического моделирования с учетом требований системности;
- освоение навыков организовать исследование и моделирование систем электроэнергетики и электротехники на современных средствах вычислительной техники;
- умение планировать и проводить экспериментальные исследования;
- умение анализировать модель на ее адекватность.

1.3 Предметом освоения дисциплины являются следующие объекты:

- технологические процессы, применяемые в электроэнергетике и электротехнике в сетях электроснабжения.

1.4 Место учебной дисциплины в структуре образовательной программы.

Дисциплина «Моделирование в электротехнике и электроэнергетике» относится к вариативной части блока 1 Дисциплины (модули) и является дисциплиной по выбору студентов при освоении ОПОП по направлению 13.03.02 «Электротехника и электротехника», профиль «Электроснабжение».

В результате изучения дисциплины обучающийся должен освоить части указанных в пункте 1.1 компетенций и демонстрировать следующие результаты:

Знать:

- методы построения математических моделей, их упрощения;
- методы прогнозирования потребления электроэнергии и электрических нагрузок;
- технические и программные средства моделирования;
- технологию планирования эксперимента;
- основы расчета систем электроснабжения и их режимов;
- классификацию моделей систем и процессов, их виды и виды моделирования;
- принципы и методологию функционального, имитационного и математического моделирования систем и процессов;
- методы построения моделирующих алгоритмов;

Уметь:

- работать с каким-либо из основных типов программных систем, предназначенных для математического и имитационного моделирования;
- прогнозировать электропотребление и электрические нагрузки;
- планировать модельный эксперимент и обрабатывать его результаты;
- рассчитывать режимы систем электроснабжения;
- реализовывать простые алгоритмы имитационного моделирования;

- использовать основные методы построения математических моделей процессов, систем, их элементов и систем управления;
- моделировать элементы систем электроснабжения;
- оценивать точность и достоверность результатов моделирования;

Владеть:

- навыками работы с программной системой для математического и имитационного моделирования;
- навыками реализации простых алгоритмов имитационного моделирования;
- навыками использования основных методов построения математических моделей процессов, систем, их элементов и систем управления;
- навыками моделирования элементов систем электроснабжения;
- навыками использования прикладного программного обеспечения для расчета параметров и моделирования систем электроснабжения;
- навыками расчета режимов систем электроснабжения;
- навыками прогнозирования электропотребления и электрических нагрузок.

В таблице 1.1 приведены предшествующие и последующие дисциплины, направленные на формирование компетенций, заявленных в пункте 1.1.

Таблица 1.1 – Дисциплины, направленные на формирование компетенций

Код	Наименование компетенции	Предшествующие дисциплины	Последующие дисциплины (группы дисциплин)
Общепрофессиональные компетенции			
ОПК-2	Способность применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач	Математика, Физика, Химия, Экология, Электротехническое и конструкционное материаловедение, Общая энергетика, Электрические машины, Теоретическая механика, Силовая электроника, Математические методы в электротехнике и электроэнергетике, Теория автоматического управления, Электромагнитная совместимость в электроэнергетике, Техника высоких напряжений, Численные методы, Электромагнитные расчеты в электромеханических преобразователях	–
ОПК-3	Способность использовать методы анализа и моделирования электрических цепей	Теоретические основы электротехники, Силовая электроника, Физические основы электроники, Переходные процессы в электроэнергетических системах, Электроснабжение, Электрические и компьютерные измерения	Диагностика и надежность электротехнических и электроэнергетических систем

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

Учебная дисциплина обеспечивает формирование части компетенций ОПК-2, ОПК-3.

2.1 Дисциплинарная карта компетенции ОПК-2

Код	Формулировка компетенции
ОПК-2	Способность применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач

Индекс	Формулировка дисциплинарной части компетенции
ОПК-2.Б1.ДВ.08.2	Способность применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в электроэнергетике

Требования к компонентному составу компетенции

Перечень компонентов	Виды учебной работы	Средства оценки
В результате освоения компетенции студент Знает: – методы построения математических моделей, их упрощения; – методы прогнозирования потребления электроэнергии и электрических нагрузок; – технические и программные средства моделирования; – технологию планирования эксперимента; – основы расчета систем электроснабжения и их режимов;	Лекции. СРС.	Вопросы к экзамену. Контрольные вопросы для текущего и промежуточного контроля.
Умеет: – работать с каким-либо из основных типов программных систем, предназначенных для математического и имитационного моделирования; – прогнозировать электропотребление и электрические нагрузки; – планировать модельный эксперимент и обрабатывать его результаты; – рассчитывать режимы систем электроснабжения; – оценивать точность и достоверность результатов моделирования;	Лабораторные работы. СРС.	Типовые задания на выполнение лабораторных работ, индивидуального задания по модулю.
Владет: – навыками работы с программной системой для математического и имитационного моделирования; – навыками использования прикладного программного обеспечения для расчета параметров и моделирования систем электроснабжения; – навыками расчета режимов систем электроснабжения; – навыками прогнозирования электропотребления и электрических нагрузок.	Лабораторные работы. СРС.	Типовые задания на выполнение лабораторных работ, индивидуального задания по модулю.

2.2 Дисциплинарная карта компетенции ОПК-3

Код	Формулировка компетенции
ОПК-3	Способность использовать методы анализа и моделирования электрических цепей

Код	Формулировка дисциплинарной части компетенции
-----	---

ОПК-3. Б1.ДВ.08.2	Способность использовать методы анализа и моделирования элементов систем электроснабжения
----------------------	---

Требования к компонентному составу компетенции

Перечень компонентов	Виды учебной работы	Средства оценки
В результате освоения компетенции студент Знает – классификацию моделей систем и процессов, их виды и виды моделирования; – принципы и методологию функционального, имитационного и математического моделирования систем и процессов; – методы построения моделирующих алгоритмов.	Лекции. СРС.	Вопросы к экзамену. Контрольные вопросы для текущего и промежуточного контроля.
Умеет – реализовывать простые алгоритмы имитационного моделирования; – использовать основные методы построения математических моделей процессов, систем, их элементов и систем управления; – моделировать элементы систем электроснабжения;	СРС. Лабораторные работы.	Типовые задания на выполнение лабораторных работ, индивидуального задания по модулю.
Владет – навыками реализации простых алгоритмов имитационного моделирования; – навыками использования основных методов построения математических моделей процессов, систем, их элементов и систем управления; – навыками моделирования элементов систем электроснабжения.	Лабораторные работы. СРС.	Типовые задания на выполнение лабораторных работ, индивидуального задания по модулю.

3 Структура учебной дисциплины по видам и формам учебной работы

Объем дисциплины в зачетных единицах составляет 5 ЗЕ. Количество часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся указано в таблице 3.1.

Таблица 3.1 – Объем и виды учебной работы

№ п.п.	Виды учебной работы	Трудоёмкость, ч	
		семестр 7	всего
1	2	3	4
1	Аудиторная (контактная) работа	50	50
	Лекции (Л)	18	18
	Практические занятия (ПЗ)	-	-
	Лабораторные работы (ЛР)	32	32
2	Контроль самостоятельной работы (КСР)	4	4
3	Самостоятельная работа студентов (СРС)	90	90
	Изучение теоретического материала	36	36
	Подготовка отчетов по лабораторным работам	24	24
	Курсовой проект	-	-
	Индивидуальные задания по модулю	30	30

4	Итоговый контроль (промежуточная аттестация обучающихся) по дисциплине: экзамен	36	36
5	Трудоёмкость дисциплины, всего: в часах (ч) в зачётных единицах (ЗЕ)	180 5	180 5

4 Содержание учебной дисциплины

4.1 Модульный тематический план

Таблица 4.1 – Тематический план по модулям учебной дисциплины

Номер учеб- ного модуля	Номер раздела дисциплины	Номер темы дисциплины	Количество часов и виды занятий (очная форма обу- чения)							Трудо- ёмкость АЧ/ ЗЕТ
			Аудиторная работа				КСР	Итого- вый кон- троль	Само- стоя- тель- ная работа	
			Всего	Л	ПЗ	ЛР				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1		Введение	0,5	0,5						0,5
	1	1	0,5	0,5					6	6,5
	2	2	1	1					6	7
		3	6	2		4			7	13
		4	6	2		4			3	9
	3	5	6	2		4			9	15
		6	6	2		4			8	14
		7	6	2		4	2		13	21
Итого по модулю 1:			32	12		20	2		52	86/2,39
2	4	8	6	2		4			13	19
		9	6	2		4			12	18
		10	6	2		4	2		13	21
Итого по модулю 2:			18	6		12	2		38	58/1,61
Промежуточная аттеста- ция: экзамен								36		36/1
Всего:			50	18		32	4	36	90	180/5

4.2 Содержание разделов и тем учебной дисциплины

Модуль 1 Основы моделирования и теоремы подобия

Л – 12 ч, ЛР – 20 ч, СРС – 52 ч, КСР – 2 ч.

Введение. Современное состояние проблемы моделирования.

Раздел 1. Основные понятия теории моделирования систем.

Тема 1. Основные понятия и определения.

Моделирование. Системный и функциональный подход. Классификация моделей. Классификация методов моделирования. Классификация объектов проектирования. Классификация математических моделей. Классификация параметров объектов проектирования. Условия работоспособности.

Раздел 2. Теоретические основы моделирования.

Тема 2. Условное моделирование и требования к моделям.

Аналогия. Аналогичное моделирование. Математическая модель проектируемого изделия. Требования к математическим моделям. Критерии оптимальности.

Тема 3. Элементы теории подобия.

Понятие подобия. Подобие физических процессов (объектов). Виды подобия. Теория размерности. Критерии подобия. Определение критериев подобия. Определение критериев подобия при известном математическом описании. Определение критериев подобия с использованием теории размерности (при неизвестном математическом описании).

Определение критериев подобия по уравнениям исследуемых процессов. Определение критериев подобия процессов, описываемых уравнениями, содержащими только однородные функции. Определение критериев подобия процессов, описываемых уравнениями, содержащими неоднородные функции. Преобразование критериев подобия.

Тема 4. Теоремы подобия.

Первая теорема подобия и ее применение при определении критериев подобия. Методика определения критериев подобия способом интегральных аналогов. Вторая теорема подобия и ее применение при определении критериев подобия (π -теорема).

Методика определения критериев подобия на основе анализа размерностей. Этапы определения критериев подобия.

Третья теорема подобия и ее применение при установлении условий подобия. Формулировка третьей теоремы, отвечающая реальным задачам. Масштабные уравнения. Дополнительные положения о подобии. Подобное моделирование.

Раздел 3. Моделирование и расчет систем электроснабжения.

Тема 5. Моделирование систем электроснабжения.

Моделирование элементов системы электроснабжения. Общая структура физических (электродинамических) моделей электроэнергетических систем. Способы реализации моделей нагрузки и проверки идентичности характеристик модели и оригинала.

Тема 6. Моделирование систем электроснабжения с применением теории графов.

Общие сведения. Структурные и сигнальные графы, вершины, ребра и дуги графа. Связь между структурным графом и матрицей. I и II матрицы инцидентности. I и II законы Кирхгофа в матричной форме. Использование теории графов в прикладном программном обеспечении для расчета режимов систем электроснабжения.

Тема 7. Расчеты режимов систем электроснабжения.

Общая структура алгоритмов расчета установившихся режимов. Способы задания исходных данных. Формирование уравнений установившегося режима с учетом матрицы обобщенных параметров. Матрица узловых проводимостей. Методы решения уравнения состояния сети. Узловые уравнения. Расчеты переходных режимов. Прикладное программное обеспечение для расчета режимов систем электроснабжения.

Модуль 2 Методы получения моделей

Л – 6 ч, ЛР – 12 ч, СРС – 38 ч, КСР – 2 ч.

Раздел 4. Планирование эксперимента.

Тема 8. Полный и дробный факторный эксперимент.

Планирование эксперимента. Основные характеристики случайных величин. Выбор факторов. Выбор нулевой точки. Выбор интервалов варьирования. Полный факторный эксперимент типа 2^k .

Дробный факторный эксперимент. Минимизация числа опытов. Дисперсионный и регрессионный анализ планированного эксперимента.

Тема 9. Моделирование графиков нагрузки потребителей и построение математических моделей ранговых распределений.

Параметры электропотребления объектов. Индивидуальные и групповые графики нагрузки, их характеристики. Использование устойчивости структуры для прогноза. Прогнозирование параметров электропотребления и графиков нагрузки. Основные положения кла-

стер-анализа и нейронных сетей. Применение методов кластер-анализа и нейронных сетей для моделирования и прогнозирования графиков нагрузки.

Безгранично делимые распределения и их математические особенности. Ранговое и видовое распределения. Ранговое распределение по параметру. Частотная форма видового распределения. Моделирование видового H -распределения простыми числами. Примеры использования количественных ограничений, накладываемых на системы электроснабжения. Границы воздействия на структуру системы электроснабжения.

Тема 10. Имитационное моделирование.

Сущность имитационного моделирования. Имитационные модели. Пример имитационной модели. Условия использования имитационных моделей. Недостатки имитационных моделей.

4.3. Перечень тем практических занятий.

Не предусмотрены.

4.4. Перечень тем лабораторных работ.

Таблица 4.3 – Темы лабораторных работ

№ п.п.	Номер темы дисциплины	Наименование темы лабораторных работ
1	Тема 3	Разработка модели, используя первую теорему подобия для подобных процессов
2	Тема 4	Моделирование графиков нагрузки и прогнозирование электропотребления
3	Тема 5	Разработка модели на основе анализа размерностей
4	Тема 6	Построение модели для R - L -с цепочки, используя масштабные коэффициенты
5	Тема 7	Моделирование протяженных линий
6	Тема 8	Моделирование асинхронного двигателя
7	Тема 9	Нахождение функциональной зависимости ударного пускового момента электрической машины от значений активного сопротивления ротора, статора и момента инерции ротора
8	Тема 10	Построение имитационной модели в системе <i>GPSS World</i>

4.5. Курсовой проект (курсовая работа)

Курсовой проект не предусмотрен.

4.6. Реферат

Реферат не предусмотрен.

4.7. Расчетно-графические работы

Расчетно-графические работы не предусмотрены.

5. Методические указания для обучающихся по изучению 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, лабораторным работам и индивидуальным комплексным заданиям на самостоятельную работу.
4. Изучение дисциплины осуществляется в течение одного семестра, график изучения дисциплины приводится п.7.

5. 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.

5.1 Виды самостоятельной работы студентов

Таблица 4.3 – Виды самостоятельной работы студентов (СРС)

Номер темы дисциплины	Вид самостоятельной работы студентов	Трудоёмкость, часов
1	Самостоятельное изучение теоретического материала.	4
	Индивидуальное задание на выполнение СРС по модулю.	2
2	Самостоятельное изучение теоретического материала	4
	Индивидуальное задание на выполнение СРС по модулю.	2
3	Самостоятельное изучение теоретического материала.	2
	Индивидуальное задание на выполнение СРС по модулю.	2
	Подготовка отчета по лабораторным работам	3
4	Подготовка отчета по лабораторным работам	3
5	Самостоятельное изучение теоретического материала	4
	Индивидуальное задание на выполнение СРС по модулю.	2
	Подготовка отчета по лабораторным работам	3
6	Самостоятельное изучение теоретического материала	2
	Индивидуальное задание на выполнение СРС по модулю.	3
	Подготовка отчета по лабораторным работам	3
7	Самостоятельное изучение теоретического материала	6
	Индивидуальное задание на выполнение СРС по модулю.	4
	Подготовка отчета по лабораторным работам	3
8	Самостоятельное изучение теоретического материала	6
	Индивидуальное задание на выполнение СРС по модулю.	4
	Подготовка отчета по лабораторным работам	3
9	Самостоятельное изучение теоретического материала	4
	Индивидуальное задание на выполнение СРС по модулю.	5
	Подготовка отчета по лабораторным работам	3
10	Самостоятельное изучение теоретического материала	4
	Индивидуальное задание на выполнение СРС по модулю.	6
	Подготовка отчета по лабораторным работам	3
Итого: в ч /ЗЕ		90/2,5

5.2 Изучение теоретического материала

Тематика вопросов, изучаемых самостоятельно:

Тема 1. Классификация параметров объектов проектирования. Условия работоспособности.

Тема 2. Требования к математическим моделям. Критерии оптимальности.

Тема 3. Определение критериев подобия при известном математическом описании.

Вторая теорема подобия и ее применение при определении критериев подобия (π -теорема).

Тема 5. Способы реализации моделей нагрузки и проверки идентичности характеристик модели и оригинала.

Тема 6. Использование теории графов в прикладном программном обеспечении для расчета режимов систем электроснабжения.

Тема 7. Расчеты переходных режимов. Прикладное программное обеспечение для расчета режимов систем электроснабжения.

Тема 8. Дисперсионный и регрессионный анализ планированного эксперимента.

Тема 9. Моделирование видового H -распределения простыми числами. Примеры использования количественных ограничений, накладываемых на системы электроснабжения. Границы воздействия на структуру системы электроснабжения.

Тема 10. Условия использования имитационных моделей. Недостатки имитационных моделей.

Типовые темы индивидуальных заданий по модулям дисциплины

1) модуль 1.

– ИЗМ-1 Расчеты режимов систем электроснабжения с помощью прикладного программного обеспечения (15ч.).

2) модуль 2.

– ИЗМ-2 . Основные положения кластер-анализа и нейронных сетей. Применение методов кластер-анализа и нейронных сетей для моделирования и прогнозирования графиков нагрузки (15ч).

5.3 Образовательные технологии, используемые для формирования компетенций

Проведение лекционных занятий по дисциплине основывается на активном методе обучения, при которой учащиеся не пассивные слушатели, а активные участники занятия, отвечающие на вопросы преподавателя. Вопросы преподавателя нацелены на активизацию процессов усвоения материала. Преподаватель заранее намечает список вопросов, стимулирующих ассоциативное мышление и установления связей с ранее освоенным материалом.

Лабораторные проводятся на основе реализации метода обучения действием: определяются и ставятся проблемные задачи, формируются команды, заслушиваются варианты решения. При проведении практических и лабораторных занятий преследуются следующие цели: закрепление и углубление знаний, умений и навыков в области реализации простых алгоритмов имитационного моделирования; использовании основных методов построения математических моделей процессов, систем, их элементов и систем управления. Умение работать с каким-либо из основных типов программных систем, предназначенных для математического и имитационного моделирования; планировать модельный эксперимент, обрабатывать его результаты на персональном компьютере и оценивать точность и достоверность результатов моделирования.

Проведение лабораторных занятий основывается на интерактивном методе обучения, при которой учащиеся взаимодействуют не только с преподавателем, но и друг с другом. При этом доминирует активность учащихся в процессе обучения. Место преподавателя в интерактивных занятиях сводится к направлению деятельности учащихся на достижение целей занятия.

6 Фонд оценочных средств дисциплины

6.1 Текущий контроль освоения заданных дисциплинарных частей компетенций

Текущий контроль освоения дисциплинарных частей компетенций проводится в следующих формах:

- опрос для анализа усвоения материала предыдущей лекции;
- опрос по тематике самостоятельного изучения теоретического материала.

6.2 Рубежный и промежуточный контроль освоения заданных дисциплинарных частей компетенций

Рубежный контроль освоения заданных частей компетенций проводится по результатам выполнения различных индивидуальных заданий по видам самостоятельной работы по дисциплине. Средствами контроля являются индивидуальные задания на выполнение заплани-

рованных видов самостоятельной работы и формы представления результатов выполненной работы.

Объектами рубежного контроля являются компоненты заявленных дисциплинарных частей компетенций. Рубежный контроль освоения дисциплинарных компетенций проводится в течении и по окончании модулей дисциплины в следующих формах:

- Контрольные работы (модуль 1, 2);
- Защита отчётов по лабораторным работам (модуль 1, 2);
- Защита отчётов по индивидуальным заданиям по модулю (модуль 1, 2).

6.3 Итоговый контроль освоения заданных дисциплинарных частей компетенций

6.3.1 Зачёт.

Не предусмотрен.

6.3.2 Экзамен.

Экзамен по дисциплине проводится в устной форме по билетам. Билет содержит два теоретических вопроса (выборочно один из модуля 1 и второй из модуля 2).

Экзаменационная оценка выставляется с учётом результатов рубежной аттестации.

Фонды оценочных средств, включающие типовые задания, контрольные работы, тесты и методы оценки, критерии оценивания, перечень контрольных точек и таблица планирования результатов обучения, контрольные задания к экзамену, позволяющие оценить результаты освоения данной дисциплины, входят в состав РПД в виде приложения.

6.4 Виды текущего, рубежного и итогового контроля освоения элементов и частей компетенций

Таблица 6.1 – Виды контроля освоения элементов и частей компетенций

Контролируемые результаты освоения дисциплины (ЗУВы)	ТК	ПК	ЛР	ИЗМ	Экзамен
В результате освоения дисциплины студент:					
Знает:					
– методы построения математических моделей, их упрощения;	+	+			+
– методы прогнозирования потребления электроэнергии и электрических нагрузок;	+	+			+
– технические и программные средства моделирования;	+	+			+
– технологию планирования эксперимента;	+	+			+
– основы расчета систем электроснабжения и их режимов;	+	+			+
– классификацию моделей систем и процессов, их виды и виды моделирования;	+	+			+
– принципы и методологию функционального, имитационного и математического моделирования систем и процессов;	+	+			+
– методы построения моделирующих алгоритмов;	+	+			+
Умеет:					
– работать с каким-либо из основных типов программных систем, предназначенных для математического и имитационного моделирования;			+	+	
– прогнозировать электропотребление и электрические нагрузки;			+	+	
– планировать модельный эксперимент и обрабатывать его результаты;			+	+	

8. Перечень учебно-методического и информационного обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

8.1. Карта обеспеченности дисциплины учебно-методической литературой

Б1.ДВ.08.2 Моделирование в электро- технике и электроэнергетике

полное название дисциплины

Блок 1. Дисциплины (модули)

цикл дисциплины

☐
☒

обязательная

по выбору
студента

☐
☒

базовая часть
цикла

вариативная
часть цикла

13.03.02

код направления

Электроэнергетика и электротехника/ Электроснабжение
--

полное название направления

ЭЭ / ЭС

аббревиатура направления

Уровень
подготовки

☐
☒
☐

специалист

бакалавр

магистр

Форма
обучения

☒
☒
☐

очная

заочная

очно-заочная

семестр (ы) 7

количество групп
количество студентов

1
25

Бочкарев Сергей Васильевич

электротехнический факультет,

кафедра микропроцессорных средств автоматизации, телефон: 239-12-00,

e-mail: bochkarev @ msa.pstu.ru

Карта книго-
обеспеченности
в библиотеку сдана

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

№	Библиографическое описание	Количество экземпляров в библиотеке
1. Основная литература		
1	Суперкомпьютерное моделирование в физике климатической системы : учебное пособие для вузов / В. Н. Лыкосов [и др.] ; Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова .— Москва : Изд-во МГУ им. М. В. Ломоносова, 2012 .— 405 с.	35
2	Имитационное моделирование систем : учебное пособие для вузов / В. В. Емельянов, С. И. Ясиновский ; Московский государственный технический университет им. Н. Э. Баумана .— Москва : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2009 .— 583 с.	5
3	Справочник по энергоснабжению и электрооборудованию промышленных предприятий и общественных зданий / Т. В. Анчарова [и др.] ; Под ред. С. И. Гамазина, Б. И. Кудрина, С. А. Цырука .— Москва : Издат. дом МЭИ, 2010 .— 745 с.	7
2. Дополнительная литература		
2.1. Учебные и научные издания		
1	Казаков А. В. Планирование эксперимента и измерение физических величин : учебное пособие / А. В. Казаков ; Пермский национальный исследовательский политехнический университет .— Пермь : Изд-во ПНИПУ, 2014 .— 88 с.	5+ЭБ
2	Андриевская Н. В. Моделирование систем : учебное пособие / Н. В. Андриевская, С. В. Бочкарёв ; Пермский государственный технический университет .— Пермь : Изд-во ПГТУ, 2008 .— 282 с	50+ЭБ
3	Решетников М.Т. Планирование эксперимента и статистическая обработка данных : учебное пособие / М. Т. Решетников ; Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники .— Томск : Изд-во ТГУСУиР, 2000 .— 231 с.	8
4	Пен Р. З. Планирование эксперимента в Statgraphics / Р. З. Пен ; Сибирский государственный технологический университет .— Красноярск : Кларетианум, 2003 .— 248 с.	24
	Не используются	
2.3. Нормативно-технические издания		
	Не используются	
2.4. Официальные издания		
	Не используются	
2.5 Электронные информационно-образовательные ресурсы, электронно-библиотечные системы и профессиональные базы данных		
1	Электронная библиотека Научной библиотеки Пермского национального исследовательского политехнического университета [Электронный ресурс : полнотекстовая база данных электрон. документов изданных в Изд-ве ПНИПУ]. – Электрон. дан. (1 912 записей). – Пермь, 2014- . – Режим доступа: http://elib.pstu.ru/ . – Загл. с экрана.	

2	Лань [Электронный ресурс : электрон.-библ. система : полнотекстовая база данных электрон. документов по гуманитар., естеств., и техн. наукам] / Изд-во «Лань». – Санкт-Петербург : Лань, 2010- . – Режим доступа: http://e.lanbook.com/ . – Загл. с экрана.	
3	Консультант Плюс [Электронный ресурс : справочная правовая система : документы и комментарии : универсал. информ. ресурс]. – Версия Проф, сетевая. – Москва, 1992– . – Режим доступа: Компьютер. сеть Науч. б-ки Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, свободный	

Основные данные об обеспеченности на _____

(дата одобрения рабочей программы на заседании кафедры)

Основная литература ☒ обеспечена ☐ не обеспечена

Дополнительная литература ☒ обеспечена ☐ не обеспечена

Зав. отделом комплектования научной библиотеки  Н.В. Тюрикова

Текущие данные об обеспеченности на _____

(дата контроля литературы)

Основная литература ☐ обеспечена ☐ не обеспечена

Дополнительная литература ☐ обеспечена ☐ не обеспечена

Зав. отделом комплектования научной библиотеки _____ Н.В. Тюрикова

8.3. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

8.3.1 Перечень программного обеспечения, в том числе компьютерные обучающие и контролирующие программы

Не предусмотрены

8.4 Аудио- и видео-пособия.

Не предусмотрены.

9 Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

9.1 Специализированные лаборатории и классы

Таблица 9.1 – Специализированные лаборатории и классы

№ п.п.	Помещения			Площадь (м ²)	Количество посадочных мест
	Название	Принадлежность (кафедра)	Номер аудитории		
1	2	3	4	5	6
1	Лаборатория моделирования и оптимизации электрических сетей и систем	Кафедра МСА	110	58	24

9.2 Основное учебное оборудование

Таблица 9.2 – Учебное оборудование

№ п.п.	Наименование и марка оборудования	Кол-во, ед.	Форма приобретения / владения (собственность, оперативное управление, аренда и т.п.)	Номер аудитории
1	2	3	4	5
	Системный блок с монитором	10	Оперативное управление	110

Лист регистрации изменений

№ п.п.	Содержание изменения	Дата, номер протокола заседания кафедры. Подпись заведующего кафедрой
1.		
2.		
3.		