

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

407



**Пермский национальный исследовательский  
политехнический университет**

**Горно-нефтяной факультет  
Кафедра Горной электромеханики**



**СЕРТИФИЦИРУЮ**  
Директор по учебной работе  
и науч. проф.  
Н. В. Лобов  
109 2015 г.

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ДИСЦИПЛИНЫ  
«Моделирование электротехнических систем»**

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

Основная образовательная программа подготовки специалистов

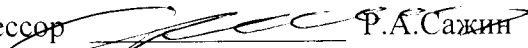
<b>Специальность</b>	130400.65 «Горное дело»
<b>Специализация</b>	Электрификация и автоматизация горного производства
<b>Квалификация (степень) выпускника:</b>	специалист
<b>Специальное звание выпускника:**</b>	Горный инженер
<b>Выпускающая кафедра:</b>	Горная электромеханика
<b>Форма обучения:</b>	очная
<b>Курс:</b> <u>4</u>	<b>Семестр(ы):</b> <u>7</u>
<b>Трудоёмкость:</b>	
Кредитов по рабочему учебному плану:	<u>3</u> ЗЕ
Часов по рабочему учебному плану:	<u>108</u> ч
<b>Виды контроля:</b>	
Зачёт:	- <u>7</u> сем.


Пермь 2015

**Учебно методический комплекс дисциплины «Моделирование электротехнических систем»** разработан на основании:

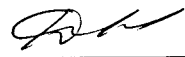
- федерального государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования, утверждённого приказом Министерства образования и науки Российской Федерации «\_24\_» января\_2011\_г. номер приказа «\_89\_» по направлению 130400 «Горное дело»
- компетентностной модели выпускника ООП по специальности 130400.65 «Горное дело» /специализация «Электрификация и автоматизация горного производства», утверждённой «\_24\_»\_06\_2013\_г.;
- рабочего учебного плана очной формы обучения, утверждённого 29 августа 2011 г.

**Рабочая программа согласована** с рабочими программами дисциплин «Информатика», «Электротехника», «Электрические машины», «Теория электропривода», участвующих в формировании компетенций совместно с данной дисциплиной.


Разработчик: канд. техн. наук, профессор  Р.А.Сажин

Рецензент: канд. техн. наук, профессор  Е.М.Васильев

**Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры** Горная электромеханика \_\_ «\_13\_» \_\_мая\_\_2015\_г., протокол №\_12\_\_

Заведующий кафедрой  
«Горной электромеханики»  
доктор. техн. наук, доц.  Г.Д. Трифанов

**Рабочая программа одобрена учебно-методической комиссией**  
Горно-нефтяного факультета «\_20\_»\_мая\_\_2015\_г., протокол №\_10\_\_.

Председатель учебно-методической комиссии  
Горно-нефтяного факультета  
канд. техн. наук, доц.  О.Е.Кочнева

СОГЛАСОВАНО:

Начальник управления образовательных программ, канд. техн. наук, доц.  Д. С. Репецкий

Заведующий выпускающей кафедры  
«Горной электромеханики»  
доктор. техн. наук, доц  Г.Д. Трифанов

## 1 Общие положения

**1.1 Цель учебной дисциплины** – освоение дисциплинарных компетенций по самостоятельному использованию фундаментальных принципов моделирования электротехнических систем.

В процессе изучения данной дисциплины студент осваивает следующие компетенции:

- способность и готовность создавать и эксплуатировать системы автоматизации технологических процессов, машин и установок горного производства (ПСК-10-4).

### 1.2 Задачи учебной дисциплины

- изучение принципов моделирования электротехнических систем ;
- изучение структуры и функциональных возможностей моделирующих систем различного типа ;
- формирование умения выбора программных средств для реализации модели электротехнической системы;
- формирование навыков в выборе способа получения результата математической модели электротехнической системы.

### 1.3 Предметом освоения дисциплины являются следующие объекты:

- основные принципы моделирования;
- способы моделирования;
- методы реализации математических моделей;
- программные продукты для реализации динамических и гибридных моделей
- программные продукты для реализации объектно-модульных моделей.

### 1.4 Место учебной дисциплины в структуре профессиональной подготовки выпускников.

Дисциплина «Моделирование систем автоматизации» относится к *вариативной части* цикла **общих математических и естественно-научных** дисциплин специальности «Горное дело» по специализации «**Электрификация и автоматизация горного производства**» и является дисциплиной *по выбору*.

В результате изучения дисциплины обучающийся должен освоить части указанных в п. 1.1 компетенций и продемонстрировать следующие результаты:

**знать:**

- принципы построения математической модели электротехнической системы на основе уравнений, описывающих поведение компонентов этой системы в их взаимосвязи;
- способы преобразования математической модели электротехнической системы в форму, обеспечивающую получение необходимого достоверного результата;
- функциональные возможности программных пакетов, предназначенных для моделирования электротехнических систем и обеспечивающих получение необходимого достоверного результата.

**уметь:**

- выбирать форму математической модели электротехнической системы, обеспечивающую получение необходимого достоверного результата.
- оценивать достоверность и точность полученного результата моделирования электротехнических систем;
- выбирать необходимый программный продукт для реализации математической модели электротехнической системы с достаточной точностью результата.

**владеть:**

- достаточными навыками при выборе способа получения результата математической модели электротехнической системы;
- достаточными навыками и приемами программирования математической модели электротехнической системы в выбранном программном продукте;
- достаточными навыками анализа и оценки достоверности полученного результата моделирования;
- способностью выбора альтернативного варианта получения достоверного результата в случае невозможности его получения в выбранном варианте.

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)
<b>Профессиональные компетенции</b>			
ПСК-10-4	Способность и готовность создавать и эксплуатировать системы автоматизации технологических процессов, машин и установок горного производства.	С2.Б.06.Информатика. С2.Б.08.Физические основы электроники. С2.Б.03,04,05.Электротехника	С2.Б.09.Теория автоматического управления. С3.Б.20.1.Теория электропривода. С3.Б.20.2.Системы управления электроприводом С3.Б.20.3. Автоматизированный электропривод С3.Б.21.2. Автоматическое управление оборудованием горного производства С3.ДВ.02.1 .Автоматизированные системы управления горным производством

## 2 Требования к результатам освоения учебной дисциплины

Учебная дисциплина обеспечивает формирование части компетенций ПСК-10-4.

### 2.1 Дисциплинарная карта компетенции ПСК-10-4

<b>Код ПСК-10-4</b>	<b>Формулировка компетенции</b> способность и готовность создавать и эксплуатировать системы автоматизации технологических процессов, машин и установок горного производства
<b>Код ПСК-10-4-1</b>	<b>Формулировка дисциплинарной части компетенции</b> способность и готовность создавать и эксплуатировать моделирующие системы электротехнических устройств в составе систем автоматизации технологическими процессами, машинами и установками горного производства

### Требования к компонентному составу части компетенции

Перечень компонентов	Виды учебной работы	Средства оценки
<b>Знает:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>– принципы построения математической модели электротехнической системы на основе уравнений, описывающих поведение компонентов этой системы в их взаимосвязи;</li> <li>– способы преобразования математической модели электротехнической системы в форму, обеспечивающую получение необходимого достоверного результата;</li> <li>– функциональные возможности программных пакетов, предназначенных для моделирования электротехнических систем и обеспечивающих получение необходимого достоверного результата.</li> </ul>	<i>Лекции. Самостоятельная работа студентов по изучению теоретического материала.</i>	<i>Вопросы для текущего и рубежного контроля. Вопросы к зачету.</i>
<b>Умеет:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>– выбирать форму математической модели электротехнической системы, обеспечивающую получение необходимого достоверного результата.</li> <li>– оценивать достоверность и точность полученного результата моделирования электротехнических систем;</li> <li>– выбирать необходимый программный продукт для реализации математической модели электротехнической системы с достаточной точностью результата.</li> </ul>	<i>Лабораторные работы. Самостоятельная работа студентов (подготовка к лекциям, лабораторным работам)</i>	<i>Индивидуальные задания по лабораторным работам Отчет.</i>
<b>Владеет:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>– навыками при выборе способа получения результата математической модели электротехнической системы;</li> <li>– навыками и приемами программирования математической модели электротехнической системы а в выбранном программном продукте;</li> <li>– навыками анализа и оценки достоверности полу-</li> </ul>	<i>Лабораторные работы. Самостоятельная работа студентов (подготовка к лекциям, лабораторным работам)</i>	<i>Индивидуальные задания по лабораторным работам Отчет.</i>

ченного результата моделирования: – способностью выбора альтернативного варианта получения достоверного результата в случае невозможности его получения в выбранном варианте.		
--	--	--

### 3 Структура учебной дисциплины по видам и формам учебной работы

Таблица 3.1 – Объём и виды учебной работы

№ п.п.	Виды учебной работы	Трудоёмкость, ч		
		по семестрам		всего
1	2	3	4	5
1	<b>Аудиторная работа</b>	<b>56</b>		<b>56</b>
	- в том числе в интерактивной форме	38		
	- лекции (Л)	22		22
	- в том числе в интерактивной форме	18		18
	- лабораторные работы (ЛР)	34		34
	- в том числе в интерактивной форме	20		20
2	Контроль самостоятельной работы (КСР)	2		<b>2</b>
3	<b>Самостоятельная работа студентов (СРС)</b>	<b>50</b>		<b>50</b>
	- изучение теоретического материала	18		18
	- подготовка к аудиторным занятиям (лекциям, лабораторным)	10		10
	- подготовка отчетов по лабораторным работам	6		6
	- подготовка к работе в среде «Electronics Workbench»	4		4
	- подготовка выполнения индивидуальных заданий	12		12
4	Итоговая аттестация по дисциплине:	<b>зачет</b>		<b>зачет</b>
5	<b>Трудоёмкость дисциплины, всего:</b> в часах (ч) в зачётных единицах (ЗЕ)	<b>108</b> <b>3 з.е.</b>		<b>108</b> <b>3 з.е.</b>

### 4 Содержание учебной дисциплины

#### 4.1 Модульный тематический план

Таблица 4.1 – Тематический план по модулям учебной дисциплины

Номер учебного модуля	Номер раздела дисциплины	Номер темы дисциплины	Количество часов (очная форма обучения)							Трудоёмкость, ч/ЗЕ	
			аудиторная работа					СРС	КСР		
			всего	Л	ИЗ	ЛР	аттестация				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
1	1	Введение		1					-		1
		1		1					4		5

		2		2			5,5		7,5	
	2	3		1			3		4	
		4		2		4	3,5		9,5	
		5		1			3	1	5	
	Всего по модулю:			<b>8</b>		<b>4</b>	<b>19</b>	<b>1</b>	<b>32</b>	
2	3	6		1		1	3		5	
		7		2			2		4	
		8		2		1	2		5	
		9		1		1	2		4	
	4	10		2		1	4	1	8	
		11		1		4	3		8	
	5	12		1,5		4	4		9,5	
		13		2		8	5		15	
		14		1		8	6		15	
		Всего по модулю:			<b>13,5</b>		<b>28</b>	<b>31</b>	<b>1</b>	<b>73,5</b>
		Заключение			<b>0,5</b>		<b>2</b>	-		<b>2,5</b>
	<b>Итоговая аттестация</b>									
	<b>Итого:</b>			<b>22</b>		<b>34</b>	<b>50</b>	<b>2</b>	<b>108/3 з.е.</b>	

#### 4.2 Содержание разделов.

Л – 22 ч. ЛЗ – 34 ч. СРС – 2 ч.

##### Введение. Л -1 ч. СРС -1 час.

Роль моделирования в процессе становления технического объекта от его замысла до реального воплощения в реальном изделии. Связь дисциплины «Моделирование электротехнических систем» (МЭС) с другими дисциплинами специальности. Цели, задачи и содержание дисциплины МЭС.

#### Модуль 1. Теоретические предпосылки для моделирования систем

##### Раздел 1. Моделирование как метод исследования характеристик электротехнических объектов.

Л – 3ч. ЛЗ – СРС -1 час.

##### Тема 1. Использование моделирования в процессе проектирования электротехнических объектов. Представление в модели свойств реальных электротехнических систем.

Поисковые научные исследования при создании технических объектов. Роль моделирования в разработке технического задания на проектирование электротехнических систем. Моделирование как способ отработки технических требований проектируемых электротехнических систем.

##### Тема 2. Принципы классического и системного подхода в моделировании

Динамика взаимодействия модели и объекта моделирования. Формирование критериев для качественной оценки результата моделирования электротехнической системы. Классический подход к синтезу простой модели. Системный подход к синтезу модели с учетом исходных данных, требований и критериев выбора оптимального результата.

##### Раздел 2. Виды моделей процессов систем автоматики

Л – 4ч. ЛЗ –4ч. СРС -1 час.

##### Тема 3. Физическое моделирование рабочих процессов технических объектов.

Физическое моделирование как один из способов исследования характеристик многих технических объектов. Роль физических моделей в проектировании сложных технических объектов. Масштабирование и подобие как основные принципы построения физических моделей.

#### **Тема 4. Математическое моделирование рабочих процессов технических объектов. Аналоговые математические модели.**

Математическое моделирование, как способ описания поведения технического объекта с помощью уравнений. Два способа получения результата математического моделирования. Принципы и примеры построения аналоговых моделей. Прямые и не прямые аналоговые модели, их достоинства и недостатки. Примеры реализации непрямых аналоговых моделей элементов автоматики.

#### **Тема 5. Математическое моделирование рабочих процессов технических объектов. Цифровые математические модели.**

Структура вычислителя цифровой математической модели. Понятие алгоритма, как основа цифровой математической модели. Свойства и формы задания алгоритма математической модели. Виды алгоритмических структур Точность цифрового моделирования.

#### **Модуль 2. Практическая реализация компьютерных моделей технических систем**

#### **Раздел 3. Численное математическое моделирование простых технических систем** Л – 8ч. ЛЗ –4ч. СРС -1 час.

#### **Тема 6. Принцип численного решения уравнений модели.**

Точный и приближенный метод решения уравнений математической модели. Принцип итерационного (приближенного) метода решения уравнений математической модели. Общий алгоритм итерационного метода. Основные задачи математической модели, решаемые с помощью итерационного метода.

#### **Тема 7. Принцип и алгоритм численного определения корней линейных алгебраических уравнений**

Понятие корня алгебраического уравнения. Критерии существования корней алгебраического уравнения в заданном диапазоне изменения аргумента. Принцип и алгоритм численного определения области существования корней алгебраического уравнения. Принцип и алгоритм численного определения корня алгебраического уравнения методом половинного деления.

#### **Тема 8. Принцип и алгоритм численного решения системы алгебраических уравнений**

Понятие о точном и приближенном методе определения корней системы алгебраических уравнений математической модели. Принцип приближенного определения корней системы алгебраических уравнений на каждой итерации. Графическое изображение итерационного метода поиска корней системы двух алгебраических уравнений. Критерии оценки точности решения, как по каждому корню, так и общего решения системы в целом. Структура алгоритма итерационного метода решения системы алгебраических уравнений математической модели.

#### **Тема 9. Принцип и алгоритм численного вычисления определенного интеграла**

Графическая интерпретация отображения определенного интеграла и принципа поиска результата его вычисления различными способами. Понятие о шаге интегрирования и влияние величины этого шага на точность приближенного вычисления определенного интеграла различными способами. Структура алгоритмов итерационного метода вычисления определенного интеграла методами «прямоугольника» и «трапеции».

#### **Тема 10. Принцип и алгоритм численного определения корней дифференциального уравнения**

Понятие дифференциала и корня дифференциального уравнения. Точный метод определения корней дифференциального уравнения. Недостатки этого метода при компьютерном моделировании. Варианты итерационных методов вычисления корней дифференциального уравнения. Достоинства Метода Рунге-Кутты численного вычисления корней дифференциального уравнения. Принцип и алгоритм численного вычисления корней дифференциального уравнения методом Рунге-Кутты. Принципы применения метода Рунге-Кутты при решении дифференциальных уравнений высших порядков. Использование метода Рунге-Кутты при исследовании свойств математической модели колебательного звена в составе электротехнической системы.

#### **Раздел 4. Автоматизированное моделирование технических систем** Л – 4ч. ЛЗ –4ч. СРС -1 час.

#### **Тема 11. Компьютерная модель и вычислительный эксперимент**

Компьютерная модель и ее составные части. Роль компьютерной модели в вычислительном эксперименте. Автоматизация компьютерного моделирования. Компьютерные модели, встроенные в электротехнические системы.



## Тема 12. Программное обеспечение простых и встроенных компьютерных моделей.

Требования к программному обеспечению моделирования. Универсальные и специализированные пакеты моделирования. Программные пакеты для моделирования простых технических систем и систем, встроенных в электротехнические устройства. Языки встроенных моделей: Instruction List, LD, FBD, STF и CFC. Библиотеки моделирующих программ.

### Раздел 5. Анимационное и объектно-модульное моделирование систем автоматизи

Л – 2ч. ЛЗ –12ч. СРС -1 час.

#### Тема 13. Принципы построения анимационных моделей

Представление анимационной модели как совокупное сочетание быстродействия вычислительного процесса с возможностями машинной графики и принципами мультипликации. Принципы построения алгоритмов пространственного перемещения, структурной и функциональной трансформации моделируемых объектов. Пример построения анимационной модели шахтного водоотлива.

#### Тема 14. Принципы объектно-модульного моделирования

Объектно-ориентированный подход к моделированию систем. Структура объектно-ориентированной модели. Динамические и гибридные объектно-ориентированной модели. Моделирование объектно-ориентированных моделей на некоторых типах программных пакетах.

### 4.3 Перечень тем практических занятий

Таблица 4.2 – Темы практических занятий

Не предусмотрены.

### 4.4 Перечень тем лабораторных работ

Таблица 4.3 – Темы лабораторных работ

№ п.п.	Номер темы дисциплины	Наименование темы практического занятия
1	2	3
1	4	<b>Исследование характеристик динамических звеньев систем автоматизации методом аналогового моделирования на базе программного пакета «Electronics Workbench».</b> Построение компьютерной модели динамического звена с помощью инструментальных средств программного пакета «Electronics Workbench». Исследование его характеристик при изменении нагрузочных параметров. Визуализация и сохранение конечного результата исследования.
2	6,8,9, 10	<b>Исследование алгоритмов и построение программ численного решения уравнений математической модели (на примере уравнений динамических звеньев системы автоматизации).</b> ». Изучение алгоритма и принципа программирования решения уравнений динамических звеньев методом Рунге-Кутты на алгоритмическом языке «ПАСКАЛЬ». Исследование характеристик нескольких динамических звеньев с помощью отлаженной программы решения их дифференциальных уравнений.
3	11,12	<b>Изучение принципов моделирования работы систем автоматизации с помощью программного пакета «ZelioSoft2».</b> Построение компьютерной модели заданной системы автоматизации с помощью инструментальных средств программного пакета «ZelioSoft2». Исследование характера рабочего цикла этой системы при изменении параметров ее элементов. Конечный результат работы модели сохраняется.

4	11,12	Выполнение индивидуального задания по разработке модели с помощью программного пакета « <i>ZelioSoft2</i> ». По заданию преподавателя с помощью инструментальных средств программного пакета « <i>ZelioSoft2</i> » создается компьютерная модель системы автоматизации с заданными свойствами.
5	13	<b>Создание анимационных моделей электротехнических систем на базе программного пакета «<i>InTouch project</i>».</b> Построение компьютерной модели заданной электротехнической системы с помощью инструментальных средств программного пакета « <i>InTouch project</i> ». Исследование характера рабочего цикла этой системы при изменении параметров ее элементов. Визуализация и сохранение конечного результата работы модели.
6	13	<b>Выполнение индивидуального задания по разработке модели с помощью программного пакета «<i>InTouch project</i>».</b> По заданию преподавателя с помощью инструментальных средств программного пакета « <i>InTouch project</i> » создается компьютерная модель электротехнической системы с заданными свойствами.
7	14	<b>Изучение принципов моделирования работы электротехнических систем с помощью программного пакета «<i>CoDeSys</i>».</b> Построение компьютерной модели заданной электротехнической системы с помощью инструментальных средств программного пакета « <i>CoDeSys</i> ». Исследование характера рабочего цикла этой системы при изменении параметров ее элементов. Визуализация и сохранение конечного результата работы модели.
8	14	<b>Выполнение индивидуального задания по разработке модели с помощью программного пакета «<i>CoDeSys</i>».</b> По заданию преподавателя с помощью инструментальных средств программного пакета « <i>CoDeSys</i> » создается компьютерная модель электротехнической системы с заданными свойствами.

#### 4.5 Виды самостоятельной работы студентов

Таблица 4.4 – Виды самостоятельной работы студентов (СРС)

Номер раздела дисциплины	Вид самостоятельной работы студентов	Трудоемкость, часов
1	2	3
1	Изучение теоретического материала Подготовка к работе в среде « <i>Electronics Workbench</i> » Подготовка отчетов по лабораторным занятиям	2,5 4 3
2	Изучение теоретического материала Подготовка к лабораторным занятиям Подготовка отчетов по лабораторным занятиям	3,5 3 3
3	Изучение теоретического материала Подготовка к лабораторным занятиям Подготовка выполнения индивидуального задания	6 3 4
4	Изучение теоретического материала Подготовка к лабораторным занятиям Подготовка выполнения индивидуального задания	2 3 4

5	Изучение теоретического материала	3
	Подготовка к лабораторным занятиям	2
	Подготовка выполнения индивидуального задания	4
Итого: в ч / в з.е.		50/1,39з.е

### 4.5.1. Изучение теоретического материала

Тема 1 Использование моделирования в процессе проектирования технических объектов. Представление в модели свойств реальных систем автоматики.

Тема 2. Принципы классического и системного подхода в моделировании

Тема 3. Физическое моделирование рабочих процессов технических объектов.

Тема 4.. Математическое моделирование рабочих процессов технических объектов. Аналоговые математические модели.

Тема 5. Математическое моделирование рабочих процессов технических объектов. Цифровые математические модели.

Тема 6. Принцип численного решения уравнений модели.

Тема 7. Принцип и алгоритм численного определения корней линейных алгебраических уравнений.

Тема 8. Принцип и алгоритм численного решения системы алгебраических уравнений.

Тема 9. Принцип и алгоритм численного вычисления определенного интеграла.

Тема 10. Принцип и алгоритм численного определения корней дифференциального уравнения.

Тема 11. Компьютерная модель и вычислительный эксперимент.

Тема 12. Программное обеспечение простых и встроенных компьютерных моделей.

Тема 13 Принципы построения анимационных моделей.

Тема 14. Принципы объектно-модульного моделирования

### 4.5.2 Курсовая работа

Не предусмотрена.

### 4.5.3. Рефераты

Не предусмотрены

### 4.5.4. Расчетно-графические работы

Не предусмотрены

### 4.5.5. Индивидуальные задания

В рамках выполнения каждой лабораторной работы для каждого студента предусмотрены индивидуальные задания на разработку моделей различных электротехнических устройств, выполненных соответственно в программных пакетах «ZelioSoft2», «InTouch project» и «CoDeSys».

## 5 Образовательные технологии, используемые для формирования компетенций

При проведении лекционных занятий предусмотрен интерактивный метод изложения лекционного материала в специализированном классе. При этом используется активный метод изложения материала, нацеленный на повышение эффективности его усвоения путем вовлечения студентов в процесс осмысления содержания лекционного материала. Для этой цели отдельные разделы лекционного материала излагаются в форме ответов студентов на поставленные преподавателем вопросы.

Практические знания студентов по дисциплине формируются на лабораторных работах при освоении методического материала и в процессе самостоятельной работы над индивидуальным заданием, выданной студенту по тематике конкретной лабораторной работы.

Лабораторные работы выполняются только с применением ЭВМ и современных программных пакетов. Оформление результатов этих работ так же предусматривается с применением ЭВМ.

## 6 Управление и контроль освоения компетенций

### 6.1 Текущий контроль освоения заданных дисциплинарных частей компетенций

Текущий контроль освоения заданных дисциплинарных частей компетенций проводится в форме выборочного опроса студентов по уровню усвоения материала предыдущей лекции.

### 6.2 Рубежный и промежуточный контроль освоения заданных дисциплинарных частей компетенций

Рубежный контроль освоения дисциплинарных частей компетенций проводится в соответствии с графиком учебного процесса в следующих формах:

- защита отчетов по лабораторным работам;
- защита отчетов по выполнению индивидуальных заданий.

### 6.3 Итоговый контроль освоения заданных дисциплинарных частей компетенций

#### Зачёт

К зачету по дисциплине допускаются студенты, успешно защитившие отчеты по всем лабораторным работам и индивидуальным заданиям с учетом результата текущего и рубежного контроля уровня усвоения дисциплины. Зачет проводится в форме устного ответа на один из поставленных вопросов лекционного курса. Оценка «зачет» ставится студенту при положительном ответе на предложенный вопрос этого курса.

### 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)	Вид контроля				
	ТТ	РТ	ЛР	ИЗЛР	Зачёт
<b>Знает:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ принципы построения математической модели системы автоматизации на основе уравнений, описывающих поведение компонентов этой системы в их взаимосвязи;</li> </ul>	+	+			+
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ способы преобразования математической модели системы автоматизации в форму, обеспечивающую получение необходимого достоверного результата;</li> <li>▪ функциональные возможности программных пакетов, предназначенных для моделирования систем автоматизации и обеспечивающих получение необходимого достоверного результата</li> </ul>	+	+			+
	+	+			+



Изучение теоретического материала	1	1	1	1	1	1	1	1	1							4	5	18
Подготовка к аудиторным занятиям (лекциям, практическим, лабораторным)		1	1	2	1	1	1	2	1									10
Подготовка отчетов по лабораторным работам			2		2		2											6
Индивидуальное задание										4		4		4				12
Модуль:	M1				M2													
Контрольное тестирование				+				+										
Дисциплинарный контроль																		зачёт

## 8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 8.1 Карта обеспеченности дисциплины учебно-методической литературой

Б2.ДВ 01.2 Моделирование электротехнических систем  (индекс и полное название дисциплины)	<b>Математический и естественнонаучный</b> (цикл дисциплины)	
	<input type="checkbox"/> базовая часть цикла <input checked="" type="checkbox"/> вариативная часть цикла	<input type="checkbox"/> обязательная <input checked="" type="checkbox"/> по выбору студента
130400.65 (код направления подготовки / специальности)	Горное дело, специализация «электрификация и автоматизация горного производства» (полное название направления подготовки / специальности)	
ГД/ЭАГП (аббревиатура направления / специальности)	Уровень подготовки: <input checked="" type="checkbox"/> специалист <input type="checkbox"/> бакалавр <input type="checkbox"/> магистр	Форма обучения: <input checked="" type="checkbox"/> очная <input type="checkbox"/> заочная <input type="checkbox"/> очно-заочная
2011 (год утверждения учебного плана ООП)	Семестр(-ы): <u>7</u>	Количество групп: <u>1</u> Количество студентов: <u>25</u>
Сажин Р.А. (фамилия, инициалы преподавателя)		профессор (должность)
Горно-нефтяной факультет (факультет)		
кафедра ГЭМ (кафедра)		2-198-788 (контактная информация)

Карта книго-обеспеченности в библиотеку одана

## СПИСОК ИЗДАНИЙ

№	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке
1	2	3
<b>1 Основная литература</b>		
1	Ю.Б. Колесов. Моделирование систем : учебное пособие для вузов. Динамические и гибридные системы / Ю. Б. Колесов, Ю. Б. Сениченков .— СПб : БХВ-Петербург, 2006 .— 224 с.	16
<b>2 Дополнительная литература</b>		
<b>2.1 Учебные и научные издания</b>		
1	Ю.Б. Колесов. Моделирование систем. Объектно-ориентированный подход : учебное пособие для вузов / Ю.Б. Колесов, Ю.Б. Сениченков .— СПб : БХВ-Петербург, 2006 .— 185 с.	5
2	Л.А. Булавин. Компьютерное моделирование физических систем : учебное пособие / Л. А. Булавин, Н. В. Выгорницкий, Н. И. Лебовка .— Долгопрудный : Интеллект, 2011 .— 349 с.,	4
3	Р.А. Сажин. Математическое моделирование и проектирование систем автоматики : учебное пособие / Р. А. Сажин ; Пермский государственный технический университет .— Пермь : Изд-во ПГТУ, 2010 .— 139 с	40
4	Б. Я. Советов, С. А. Моделирование систем : учебник для вузов / Б. Я. Советов, С. А. Яковлев .— 3-е изд., перераб. и доп .— Москва : Высш. шк., 2005 .— 343 с	15+ ЭБ
<b>2.2 Периодические издания</b>		
<b>2.3 Нормативно-технические издания</b>		
<b>2.4 Официальные издания</b>		

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

Карта книго-  
обеспеченности  
в библиотеке \_\_\_\_\_

Основная литература  обеспечена  не обеспеченаДополнительная литература  обеспечена  не обеспеченаЗав. отделом комплектования  
научной библиотеки \_\_\_\_\_

Н.В. Тюрикова

## 8.2 Компьютерные обучающие и контролирующие программы

Таблица 8.1 – Программы, используемые для обучения и контроля

№ п.п.	Вид учебного занятия	Наименование программного продукта	Рег. номер	Назначение
1	2	3	4	5
1	Практические и лабораторные занятия	MatLab 7.2, MatLab 13.1 Electronics Workbench WEWB32	??? ???	Моделирование работы систем автоматизации

## 8.3 Аудио- и видео-пособия

Таблица 8.2 – Используемые аудио- и видео-пособия

Вид аудио-, видео-пособия				Наименование учебного пособия
теле-фильм	кино-фильм	слайды	аудио-пособие	
1	2	3	4	5
		+		

## 9 Материально-техническое обеспечение дисциплины

### 9.1 Специализированные лаборатории и классы

Таблица 9.1 – Специализированные лаборатории и классы

№ п.п.	Помещения			Площадь, м <sup>2</sup>	Количество посадочных мест
	Название	Принадлежность (кафедра)	Номер аудитории		
1	2	3	4	5	6
1	Учебная лаборатория	кафедра ЭАГП	273 к1	35	10



## 9.2 Основное учебное оборудование

Таблица 9.2 – Учебное оборудование

№ п.п.	Наименование и марка оборудования (стенда, макета, плаката)	Кол-во, ед.	Форма приобретения / владения (собственность, оперативное управление, аренда и т.п.)	Номер аудитории
1	2	3	4	5
1	Компьютеры Intel[R] Core[TM]2 Duo CPU E7300 @2.66GHz 2.99GB ОЗУ	10	Оперативное управление	273 к1

**Лист регистрации изменений**

<b>№ п.п.</b>	<b>Содержание изменения</b>	<b>Дата, номер протокола заседания кафедры. Подпись заведующего кафедрой</b>
1	2	3
1		
2		
3		
4		

УОП 32

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




**Пермский национальный исследовательский  
политехнический университет**

**Горно-нефтяной факультет  
Кафедра Горной электромеханики**

**УТВЕРЖДАЮ**

Заведующий кафедрой Горной  
электромеханики

 Г.Д. Трифанов  
Протокол заседания кафедры № 19  
«15» июня 2017 г.

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ДИСЦИПЛИНЫ**  
*«Моделирование электротехнических систем»*

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
(новая редакция)

Основная образовательная программа подготовки специалитета

**Специальность** 21.05.04 «Горное дело»

**Специализация** Электрификация и автоматизация горного про-  
изводства

**Квалификация выпускника:** Горный инженер (специалист)

**Выпускающая кафедра:** Горная электромеханика

**Форма обучения:** очная

**Курс:** 4 **Семестр(ы):** 7

**Трудоёмкость:**

Кредитов по рабочему учебному плану: 3 ЗЕ

Часов по рабочему учебному плану: 108 ч

**Виды контроля:**

Зачет: - 7 сем. Курсовой отсутствует.

Пермь 2017

**Учебно- методический комплекс дисциплины «Моделирование электротехнических систем»**

разработан на основании:

- федерального государственного образовательного стандарта высшего образования, утверждённого приказом Министерства образования и науки Российской Федерации «\_06\_» марта\_\_ 2015\_ г. номер приказа «\_161\_» по направлению **21.05.04** «Горное дело» (уровень специалитета).
- компетентностной модели выпускника ОПОП по направлению **21.05.04** «Горное дело» (уровень специалитета) /специализация «Электрификация и автоматизация горного производства», утверждённой «\_29\_»\_03\_ 2017 г.;
- базового учебного плана очной формы обучения, утверждённого 27 октября 2016 г.

**Рабочая программа согласована** с рабочими программами дисциплин «Информатика», «Электротехника», «Электрические машины», «Теория электропривода», участвующих в формировании компетенций совместно с данной дисциплиной.

Разработчик: канд. техн. наук, профессор  Р.А.Сажин

Рецензент: канд. техн. наук, профессор  П.Н. Цылев

## 1. Общие положения

**1.1. Цель учебной дисциплины** – освоение дисциплинарных компетенций по самостоятельному использованию фундаментальных принципов моделирования электротехнических систем.

В процессе изучения данной дисциплины студент осваивает следующие компетенции:

- способность и готовность создавать и эксплуатировать системы автоматизации технологических процессов, машин и установок горного производства (ПСК-10-4).

### 1.2. Задачи учебной дисциплины

- изучение принципов моделирования электротехнических систем ;
- изучение структуры и функциональных возможностей моделирующих систем различного типа ;
- формирование умения выбора программных средств для реализации модели электротехнической системы;
- формирование навыков в выборе способа получения результата математической модели электротехнической системы.

### 1.3. Предметом освоения дисциплины являются следующие объекты:

- основные принципы моделирования;
- способы моделирования;
- методы реализации математических моделей;
- программные продукты для реализации динамических и гибридных моделей
- программные продукты для реализации объектно-модульных моделей.

### 1.4. Место учебной дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Моделирование электротехнических систем» относится к *вариативной части блока 1* специальности «Горное дело» по специализации «**Электрификация и автоматизация горного производства**» и является дисциплиной *по выбору*.

В результате изучения дисциплины обучающийся должен освоить части указанных в п. 1.1 компетенций и продемонстрировать следующие результаты:

**знать:**

- принципы построения математической модели электротехнической системы на основе уравнений, описывающих поведение компонентов этой системы в их взаимосвязи;
- способы преобразования математической модели электротехнической системы в форму, обеспечивающую получение необходимого достоверного результата;
- функциональные возможности программных пакетов, предназначенных для мо-

делирования электротехнических систем и обеспечивающих получение необходимого достоверного результата.

**уметь:**

- выбирать форму математической модели электротехнической системы, обеспечивающую получение необходимого достоверного результата.
- оценивать достоверность и точность полученного результата моделирования электротехнических систем;
- выбирать необходимый программный продукт для реализации математической модели электротехнической системы с достаточной точностью результата.

**владеть:**

- достаточными навыками при выборе способа получения результата математической модели электротехнической системы;
- достаточными навыками и приемами программирования математической модели электротехнической системы в выбранном программном продукте;
- достаточными навыками анализа и оценки достоверности полученного результата моделирования;
- способностью выбора альтернативного варианта получения достоверного результата в случае невозможности его получения в выбранном варианте.

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
<b>Профессиональные компетенции</b>			
ПСК-10-4	Способность и готовность создавать и эксплуатировать системы автоматизации технологических процессов, машин и установок горного производства.	С2.Б.06. Информатика. С2.Б.08. Физические основы электроники. С2.Б.03,04,05. Электротехника	С2.Б.09. Теория автоматического управления. С3.Б.20.1. Теория электропривода. С3.Б.20.2. Системы управления электроприводом С3.Б.20.3. Автоматизированный электропривод С3.Б.21.2. Автоматическое управление оборудованием горного производства С3.ДВ.02.1 .Автоматизированные системы управления горным производством

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

Учебная дисциплина обеспечивает формирование части компетенций ПСК-10-4.

### 2.1 Дисциплинарная карта компетенции ПСК-10-4

<b>Код ПСК-10-4</b>	<b>Формулировка компетенции</b>
	способность и готовность создавать и эксплуатировать системы автоматизации технологических процессов, машин и установок горного производства
<b>Код ПСК-10-4-1</b>	<b>Формулировка дисциплинарной части компетенции</b>
	способность и готовность создавать и эксплуатировать моделирующие системы электротехнических устройств в составе систем автоматизации технологическими процессами, машинами и установками горного производства

### Требования к компонентному составу части компетенции

Перечень компонентов	Виды учебной работы	Средства оценки
<b>Знает:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>– принципы построения математической модели электротехнической системы на основе уравнений, описывающих поведение компонентов этой системы в их взаимосвязи;</li> <li>– способы преобразования математической модели электротехнической системы в форму, обеспечивающую получение необходимого достоверного результата;</li> <li>– функциональные возможности программных пакетов, предназначенных для моделирования электротехнических систем и обеспечивающих получение необходимого достоверного результата.</li> </ul>	<i>Лекции. Самостоятельная работа студентов по изучению теоретического материала.</i>	<i>Вопросы для текущего и рубежного контроля. Вопросы к зачету.</i>
<b>Умеет:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>– выбирать форму математической модели электротехнической системы, обеспечивающую получение необходимого достоверного результата.</li> <li>– оценивать достоверность и точность полученного результата моделирования электротехнических систем;</li> <li>– выбирать необходимый программный продукт для реализации математической модели электротехнической системы с достаточной точностью результата.</li> </ul>	<i>Лабораторные работы. Самостоятельная работа студентов (подготовка к лекциям, лабораторным работам)</i>	<i>Индивидуальные задания по лабораторным работам Отчет.</i>
<b>Владеет:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>– навыками при выборе способа получения результата математической модели электротехнической системы;</li> <li>– навыками и приемами программирования мате-</li> </ul>	<i>Лабораторные работы. Самостоятельная работа студентов (подготовка к лекци-</i>	<i>Индивидуальные задания по лабораторным работам Отчет.</i>

матической модели электротехнической системы а в выбранном программном продукте; – навыками анализа и оценки достоверности полученного результата моделирования; – способностью выбора альтернативного варианта получения достоверного результата в случае невозможности его получения в выбранном варианте.	<i>ям, лабораторным работам)</i>	
--	----------------------------------	--

### 3. Структура учебной дисциплины по видам и формам учебной работы

Объём дисциплины в зачетных единицах составляет 3 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 – Объём и виды учебной работы

№ п.п.	Виды учебной работы	Трудоёмкость, ч		
		по семестрам		всего
1	2	3	4	5
1	<b>Аудиторная (контактная работа)</b>	<b>56</b>		<b>56</b>
	- в том числе в интерактивной форме	38		
	- лекции (Л)	22		22
	- в том числе в интерактивной форме	18		18
	- лабораторные работы (ЛР)	34		34
	- в том числе в интерактивной форме	20		20
2	Контроль самостоятельной работы (КСР)	2		<b>2</b>
3	<b>Самостоятельная работа студентов (СРС)</b>	<b>50</b>		<b>50</b>
	- изучение теоретического материала	18		18
	- подготовка к аудиторным занятиям (лекциям, лабораторным)	10		10
	- подготовка отчетов по лабораторным работам	6		6
	- подготовка к работе в среде «Electronics Workbench»	4		4
	- подготовка выполнения индивидуальных заданий	12		12
4	Итоговый контроль (промежуточная аттестация обучающихся) по дисциплине: <i>зачет/ экзамен</i>	<b>4</b>		<b>4</b>
5	<b>Трудоёмкость дисциплины, всего:</b> <b>в часах (ч)</b> <b>в зачётных единицах (ЗЕ)</b>	<b>108</b> <b>3 з.е.</b>		<b>108</b> <b>3 з.е.</b>



## 4. Содержание учебной дисциплины

### 4.1. Модульный тематический план

Таблица 4.1 – Тематический план по модулям учебной дисциплины

Но- мер учеб- ного мо- дуля	Номер раз- дела дис- цип- лины	Номер темы дисцип- лины	Количество часов и виды занятий (очная форма обучения)							Трудо- ёмкость, ч/ЗЕ	
			аудиторная работа					СРС	КСР		
			всего	Л	ПЗ	ЛР	Ито- го- вый кон- троль				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
1	1	Введение		1					-		1
		1		1					4		5
		2		2					5,5		7,5
	2	3			1				3		4
		4			2		4		3,5		9,5
		5			1				3	1	5
	Всего по модулю:				8		4		19	1	32
2	3	6		1		1			3		5
		7		2					2		4
		8		2		1			2		5
		9		1		1			2		4
		10		2		1			4	1	8
	4	11		1		4			3		8
		12		1,5		4			4		9,5
	5	13		2		8			5		15
		14		1		8			6		15
	Всего по модулю:				13,5		28		31	1	73,5
Заключение				0,5		2		-		2,5	
Промежуточная аттестация											
Итого:				22		34		50	2	108/3 з.е.	

### 4.2 Содержание разделов

Л – 22 ч. ЛЗ – 34 ч. СРС – 2 ч.

**Введение. Л -1 ч. СРС -1 час.**

Роль моделирования в процессе становления технического объекта от его замысла до реально-го воплощения в реальном изделии. Связь дисциплины «Моделирование электротехнических систем» (МЭС) с другими дисциплинами специальности. Цели, задачи и содержание дисциплины МЭС.

#### Модуль 1. Теоретические предпосылки для моделирования систем

**Раздел1. Моделирование как метод исследования характеристик электротехнических объектов**

Л – 3ч. ЛЗ – СРС -1 час.

### **Тема 1. Использование моделирования в процессе проектирования электротехнических объектов. Представление в модели свойств реальных электротехнических систем**

Поисковые научные исследования при создании технических объектов. Роль моделирования в разработке технического задания на проектирование электротехнических систем. Моделирование как способ отработки технических требований проектируемых электротехнических систем.

### **Тема 2. Принципы классического и системного подхода в моделировании**

Динамика взаимодействия модели и объекта моделирования. Формирование критериев для качественной оценки результата моделирования электротехнической системы. Классический подход к синтезу простой модели. Системный подход к синтезу модели с учетом исходных данных, требований и критериев выбора оптимального результата.

#### **Раздел 2. Виды моделей процессов систем автоматики**

Л – 4ч. ЛЗ –4ч. СРС -1 час.

### **Тема 3. Физическое моделирование рабочих процессов технических объектов**

Физическое моделирование как один из способов исследования характеристик многих технических объектов. Роль физических моделей в проектировании сложных технических объектов. Масштабирование и подобие как основные принципы построения физических моделей.

### **Тема 4. Математическое моделирование рабочих процессов технических объектов. Аналоговые математические модели**

Математическое моделирование, как способ описания поведения технического объекта с помощью уравнений. Два способа получения результата математического моделирования. Принципы и примеры построения аналоговых моделей. Прямые и не прямые аналоговые модели, их достоинства и недостатки. Примеры реализации непрямых аналоговых моделей элементов автоматики.

### **Тема 5. Математическое моделирование рабочих процессов технических объектов.**

#### **Цифровые математические модели**

Структура вычислителя цифровой математической модели. Понятие алгоритма, как основа цифровой математической модели. Свойства и формы задания алгоритма математической модели. Виды алгоритмических структур Точность цифрового моделирования.

#### **Модуль 2. Практическая реализация компьютерных моделей технических систем**

#### **Раздел 3. Численное математическое моделирование простых технических систем**

Л – 8ч. ЛЗ –4ч. СРС -1 час.

### **Тема 6. Принцип численного решения уравнений модели**

Точный и приближенный метод решения уравнений математической модели. Принцип итерационного (приближенного) метода решения уравнений математической модели. Общий алгоритм итерационного метода. Основные задачи математической модели, решаемые с помощью итерационного метода.

### **Тема 7. Принцип и алгоритм численного определения корней линейных алгебраических уравнений**

Понятие корня алгебраического уравнения. Критерии существования корней алгебраического уравнения в заданном диапазоне изменения аргумента. Принцип и алгоритм численного определения области существования корней алгебраического уравнения. Принцип и алгоритм численного определения корня алгебраического уравнения методом половинного деления.

### **Тема 8. Принцип и алгоритм численного решения системы алгебраических уравнений**

Понятие о точном и приближенном методе определения корней системы алгебраических уравнений математической модели. Принцип приближенного определения корней системы алгебраических уравнений на каждой итерации. Графическое изображение итерационного метода поиска корней системы двух алгебраических уравнений. Критерии оценки точности решения, как по каждому корню, так и общего решения системы в целом. Структура алгоритма итерационного метода решения системы алгебраических уравнений математической модели.

### **Тема 9. Принцип и алгоритм численного вычисления определенного интеграла**

Графическая интерпретация отображения определенного интеграла и принципа поиска результата его вычисления различными способами. Понятие о шаге интегрирования и влияние величины этого шага на точность приближенного вычисления определенного интеграла различными способами. Структура алгоритмов итерационного метода вычисления определенного интеграла методами «прямоугольника» и «трапеции».

### **Тема 10. Принцип и алгоритм численного определения корней дифференциального уравнения**

Понятие дифференциала и корня дифференциального уравнения. Точный метод определения корней дифференциального уравнения. Недостатки этого метода при компьютерном моделировании. Варианты итерационных методов вычисления корней дифференциального уравнения. Достоинства Метода Рунге-Кутты численного вычисления корней дифференциального уравнения. Принцип и алгоритм численного вычисления корней дифференциального уравнения методом Рунге-Кутты. Принципы применения метода Рунге-Кутты при решении дифференциальных уравнений высших порядков. Использование метода Рунге-Кутты при исследовании свойств математической модели колебательного звена в составе электротехнической системы.

## **Раздел 4. Автоматизированное моделирование технических систем**

**Л – 4ч. ЛЗ –4ч. СРС -1 час.**

### **Тема 11. Компьютерная модель и вычислительный эксперимент**

Компьютерная модель и ее составные части. Роль компьютерной модели в вычислительном эксперименте. Автоматизация компьютерного моделирования. Компьютерные модели, встроенные в электротехнические системы.

### **Тема 12. Программное обеспечение простых и встроенных компьютерных моделей**

Требования к программному обеспечению моделирования. Универсальные и специализированные пакеты моделирования. Программные пакеты для моделирования простых технических систем и систем, встроенных в электротехнические устройства. Языки встроенных моделей: Instruction List, LD, FBD, STF и CFC. Библиотеки моделирующих программ.

## **Раздел 5. Анимационное и объектно-модульное моделирование систем автоматизации**

**Л – 2ч. ЛЗ –12ч. СРС -1 час.**

### **Тема 13. Принципы построения анимационных моделей**

Представление анимационной модели как совокупное сочетание быстродействия вычислительного процесса с возможностями машинной графики и принципами мультипликации. Принципы построения алгоритмов пространственного перемещения, структурной и функциональной трансформации моделируемых объектов. Пример построения анимационной модели шахтного водоотлива.

#### Тема 14. Принципы объектно-модульного моделирования

Объектно-ориентированный подход к моделированию систем. Структура объектно-ориентированной модели. Динамические и гибридные объектно-ориентированной модели. Моделирование объектно-ориентированных моделей на некоторых типах программных пакетах.

#### 4.3. Перечень тем практических занятий

Таблица 4.2 – Темы практических занятий

Не предусмотрены.

#### 4.4. Перечень тем лабораторных работ

Таблица 4.3 – Темы лабораторных работ

№ п.п.	Номер темы дисциплины	Наименование темы практического занятия
1	2	3
1	4	<b>Исследование характеристик динамических звеньев систем автоматики методом аналогового моделирования на базе программного пакета «Electronics Workbench».</b> Построение компьютерной модели динамического звена с помощью инструментальных средств программного пакета «Electronics Workbench». Исследование его характеристик при изменении нагрузочных параметров. Визуализация и сохранение конечного результата исследования.
2	6,8,9, 10	<b>Исследование алгоритмов и построение программ численного решения уравнений математической модели (на примере уравнений динамических звеньев системы автоматики).</b> ». Изучение алгоритма и принципа программирования решения уравнений динамических звеньев методом Рунге-Кутты на алгоритмическом языке «ПАСКАЛЬ». Исследование характеристик нескольких динамических звеньев с помощью отлаженной программы решения их дифференциальных уравнений.
3	11,12	<b>Изучение принципов моделирования работы систем автоматики с помощью программного пакета «ZelioSoft2».</b> Построение компьютерной модели заданной системы автоматики с помощью инструментальных средств программного пакета «ZelioSoft2». Исследование характера рабочего цикла этой системы при изменении параметров ее элементов. Конечный результат работы модели сохраняется.
4	11,12	Выполнение индивидуального задания по разработке модели с помощью программного пакета «ZelioSoft2». По заданию преподавателя с помощью инструментальных средств программного пакета «ZelioSoft2» создается компьютерная модель системы автоматики с заданными свойствами.
5	13	<b>Создание анимационных моделей электротехнических систем на базе программного пакета «InTouch project».</b> Построение компьютерной модели заданной электротехнической системы с помощью инструментальных средств программного пакета «InTouch project». Исследование характера рабочего цикла этой системы при изменении параметров ее элементов. Визуализация и сохранение конечного результата работы модели.
6	13	<b>Выполнение индивидуального задания по разработке модели с помощью программного пакета «InTouch project».</b> По заданию преподавателя с помощью инструментальных средств программного пакета «In-

		<i>Touch project</i> » создается компьютерная модель электротехнической системы с заданными свойствами.
7	14	<b>Изучение принципов моделирования работы электротехнических систем с помощью программного пакета «CoDeSys».</b> Построение компьютерной модели заданной электротехнической системы с помощью инструментальных средств программного пакета «CoDeSys». Исследование характера рабочего цикла этой системы при изменении параметров ее элементов. Визуализация и сохранение конечного результата работы модели.
8	14	<b>Выполнение индивидуального задания по разработке модели с помощью программного пакета «CoDeSys».</b> По заданию преподавателя с помощью инструментальных средств программного пакета «CoDeSys» создается компьютерная модель электротехнической системы с заданными свойствами.

## 5. Методические указания для обучающихся по изучению дисциплины

При проведении лекционных занятий предусмотрен интерактивный метод изложения лекционного материала в специализированном классе. При этом используется активный метод изложения материала, нацеленный на повышение эффективности его усвоения путем вовлечения студентов в процесс осмысления содержания лекционного материала. Для этой цели отдельные разделы лекционного материала излагаются в форме ответов студентов на поставленные преподавателем вопросы.

Практические знания студентов по дисциплине формируются на практических и лабораторных работах при освоении методического материала и в процессе самостоятельной работы над индивидуальным заданием, выданной студенту по тематике конкретной практической или лабораторной работы.

Практические работы выполняются с использованием ЭВМ и необходимого программного обеспечения. Лабораторные работы выполняются на учебных стендах, оснащенных современным микропроцессорным оборудованием. Оформление результатов этих работ так же предусматривается с применением ЭВМ.

### 5.1. Виды самостоятельной работы студентов

Таблица 5.1 – Виды самостоятельной работы студентов (СРС)

Номер раздела дисциплины	Вид самостоятельной работы студентов	Трудоемкость, часов
1	2	3
1	Изучение теоретического материала	2,5
	Подготовка к работе в среде « <i>Electronics Workbench</i> »	4
	Подготовка отчетов по лабораторным занятиям	3
2	Изучение теоретического материала	3,5
	Подготовка к лабораторным занятиям	3
	Подготовка отчетов по лабораторным занятиям	3
3	Изучение теоретического материала	6
	Подготовка к лабораторным занятиям	3
	Подготовка выполнения индивидуального задания	4
4	Изучение теоретического материала	2
	Подготовка к лабораторным занятиям	3

	Подготовка выполнения индивидуального задания	4
5	Изучение теоретического материала	3
	Подготовка к лабораторным занятиям	2
	Подготовка выполнения индивидуального задания	4
	Выполнение Итого: в ч / в з.е.	50/1,39з.е

### 5.2. Индивидуальные задания

В рамках выполнения каждой лабораторной работы для каждого студента предусмотрены индивидуальные задания на разработку моделей различных автоматических устройств, выполненных соответственно в программных пакетах «ZelioSoft2», «InTouch project» и «CoDeSys».

Например:

1. Создать на экране дисплея с помощью языка «Zelio Soft2» анимационную модель для 2х гирлянд, состоящих из 9 ламп, в которых, при одновременном включении всех ламп, происходит одновременно - последовательное отключение 3 ламп, равномерно смещенных по гирлянде. При этом создается эффект встречно бегущей темной волны.

2. Спроектировать в пакете «InTouch», по приведенной схеме, действующую модель отработки забоя проходческим комбайном. Отработанная фрезой часть забоя должна окрашиваться вслед за перемещением контура исполнительного органа в направлении, указанном стрелками.

3. Спроектировать по приведенной схеме с помощью языка «CoDeSys» действующую модель работы погрузочной машины, которая грузит горную массу после «отпалки» забоя. В исходном положении погрузочная машина удалена от забоя. После нажатия кнопки «Взрыв» обуренная часть забоя оседает неровным треугольником, к которому подъезжает погрузочная машина. При погрузке отбитой горной массы траектория движения ковша машины должна быть такой, какой она показана на рисунке, не выходя за габариты выработки.

### 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, которые нацелены на активизацию процессов усвоения материала, стимулирования ассоциативного мышления студентов и установления связей с ранее освоенным материалом.

Практические занятия проводятся на основе реализации метода обучения действием: определяются проблемные области; формируются группы (команды); каждое практическое занятие проводится по своему алгоритму. При проведении практических занятий преследуются следующие цели: применение знаний отдельных дисциплин и креативных методов для решения проблем; отработка командных навыков взаимодействия; закрепление основ теоретических знаний с позиций системного представления; развитие творческих навыков по управлению рисками через разработку и реализацию мероприятий по защите от них.

## 6. Фонд оценочных средств дисциплины

### 6.1. Текущий и промежуточный контроль освоения заданных дисциплинарных частей компетенций

Текущий контроль освоения заданных дисциплинарных частей компетенций проводится в форме выборочного опроса студентов по уровню усвоения материала предыдущей лекции.

### 6.2. Рубежный контроль освоения заданных дисциплинарных частей компетенций

Рубежный контроль освоения дисциплинарных частей компетенций проводится в соответствии с графиком учебного процесса в следующих формах:

- защита отчетов по лабораторным работам;
- защита отчетов по выполнению индивидуальных заданий.

### 6.3. Итоговый контроль освоения заданных дисциплинарных частей компетенций Зачёт.

К зачету по дисциплине допускаются студенты, успешно защитившие отчеты по всем лабораторным работам и индивидуальным заданиям с учетом результата текущего и рубежного контроля уровня усвоения дисциплины. Зачет проводится в форме устного ответа на один из поставленных вопросов лекционного курса. Оценка «зачет» ставится студенту при положительном ответе на предложенный вопрос этого курса.

### 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)	Вид контроля				
	ТТ	РТ	ЛР	ИЗЛР	Зачёт
<b>Знает:</b>					
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ принципы построения математической модели системы автоматизации на основе уравнений, описывающих поведение компонентов этой системы в их взаимосвязи;</li> </ul>	+	+			+
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ способы преобразования математической модели системы автоматизации в форму, обеспечивающую получение необходимого достоверного результата;</li> <li>▪ функциональные возможности программных пакетов, предназначенных для моделирования систем автоматизации и обеспечивающих получение необходимого достоверного результата</li> </ul>	+	+			+
<b>Умеет:</b>					
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ выбирать форму математической модели системы автоматизации, обеспечивающую получение необходимого достоверного результата.</li> <li>▪ оценивать достоверность и точность полученного результата моделирования систем автоматизации;</li> <li>▪ выбирать необходимый программный продукт для реализации математической модели системы автоматизации с достаточной точностью результата.</li> </ul>			+	+	
			+	+	
			+	+	
<b>Владеет:</b>					





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

### 8.1. Карта обеспеченности дисциплины учебно-методической литературой

Б2.ДВ 01.2 Моделирование электротехнических систем	Блок 1.	
(индекс и полное название дисциплины)	(цикл дисциплины)	
21.05.04	Горное дело, специализация «электрификация и автоматизация горного производства»	
(код направления подготовки / специальности)	(полное название направления подготовки / специальности)	
ГД/ЭАГП	Уровень подготовки: <input checked="" type="checkbox"/> специалист <input type="checkbox"/> бакалавр <input type="checkbox"/> магистр	Форма обучения: <input checked="" type="checkbox"/> очная <input type="checkbox"/> заочная <input type="checkbox"/> очно-заочная
(аббревиатура направления / специальности)		
2016	Семестр(-ы): 7	Количество групп: 1
(год утверждения учебного плана ОПОП)	Количество студентов: 25	

Сажин Р.А. профессор  
(фамилия, инициалы преподавателя) (должность)  
Горно-нефтяной факультет  
(факультет)  
кафедра ГЭМ 2-198-788  
(кафедра) (контактная информация)

**8.2. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины<sup>1</sup>**

№	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке
1	2	3
<b>1. Основная литература</b>		
1	Ю.Б. Колесов. Моделирование систем : учебное пособие для вузов. Динамические и гибридные системы / Ю. Б. Колесов, Ю. Б. Сениченков .- СПб : БХВ-Петербург, 2006 .- 224 с.	16
<b>2. Дополнительная литература</b>		
<b>2.1. Учебные и научные издания</b>		
1	Ю.Б. Колесов. Моделирование систем. Объектно-ориентированный подход : учебное пособие для вузов / Ю.Б. Колесов, Ю.Б. Сениченков .— СПб : БХВ-Петербург, 2006 .-185 с.	5
2	Л.А. Булавин. Компьютерное моделирование физических систем : учебное пособие / Л. А. Булавин, Н. В. Выгорницкий, Н. И. Лебовка .- Долгопрудный : Интеллект, 2011 .-349 с.,	4
3	Р.А. Сажин. Математическое моделирование и проектирование систем автоматики : учебное пособие / Р. А. Сажин ; Пермский государственный технический университет.- Пермь : Изд-во ПГТУ, 2010 .-139 с	40+ ЭБ
4	Б. Я. Советов, С. А. Яковлев .-4-е изд., перераб. и доп .-Москва : Высш. шк., 2005 . -343 с	15
<b>2.2. Периодические издания</b>		
1	«Горное оборудование и электротехника», научно-аналитический и производственный журнал. Режим доступа: <a href="http://elib.pstu.ru/">http://elib.pstu.ru/</a> свободный,	
<b>2.3. Нормативно-технические издания</b>		
	Не предусмотрено	
<b>2.4. Официальные издания</b>		
	Не предусмотрено	
<b>2.5. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины</b>		
1	Электронная библиотека ПНИПУ [Электронный ресурс]:[полнотекстовая база данных электрон. док., издан. в Изд-ве ПНИПУ ]/Перм.нац.исслед. политехн. ун-т, Научн.б-ка – Пермь, 2016.- Режим доступа: <a href="http://novtex.ru/gormash/">http://novtex.ru/gormash/</a> свободный, Загл. с экрана.	

**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

<sup>1</sup> методика заполнения пп.8.2 представлена в конце данной программы (после листа регистрации изменений)

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

Таблица 8.1 – Программы, используемые для обучения и контроля

№ п.п.	Вид учебного занятия	Наименование программного продукта	Рег. номер	Назначение
1	2	3	4	5
1	Практические и лабораторные занятия	MatLab 7.2, MatLab 13.1 Electronics Workbench WEWB32		Моделирование работы систем автоматики

#### 8.4. Аудио- и видео-пособия

Таблица 8.2 – Используемые аудио- и видео-пособия

Вид аудио-, видео-пособия				Наименование учебного пособия
теле-фильм	кино-фильм	слайды	аудио-пособие	
1	2	3	4	5
		+		

### 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 <sup>2</sup>	Количество посадочных мест
	Название	Принадлежность (кафедра)	Номер аудитории		
1	2	3	4	5	6
1	Учебная лаборатория	кафедра ЭАГП	273 к1	35	10

#### 9.2. Основное учебное оборудование

Таблица 9.2 – Учебное оборудование

№ п.п.	Наименование и марка оборудования (стенда, макета, плаката)	Кол-во, ед.	Форма приобретения / владения (собственность, оперативное управление, аренда и т.п.)	Номер аудитории
1	2	3	4	5
1	Компьютеры Intel[R] Core[TM]2 Duo CPU E7300 @2.66GHz 2.99GB ОЗУ	10	Оперативное управление	273 к1

## Лист регистрации изменений

№ п.п.	Содержание изменения	Дата, номер протокола заседания кафедры. Подпись заведующего кафедрой
1	2	3
1	Содержание стр.1, кроме абзацев 6-9, изложить в редакции, приведенной на стр. 1а.	15 июня 2017 г, № 19
2	Содержание стр.2, абзацы 1-5, изложить в редакции, приведенной на стр. 2а.	15 июня 2017 г, № 19
3	Наименование раздела «Место учебной дисциплины в структуре профессиональной подготовки выпускников» изложить в следующей редакции «Место учебной дисциплины в структуре образовательной программы»	15 июня 2017 г, № 19
4	Наименование раздела «Требования к результатам освоения учебной дисциплины» изложить в следующей редакции «Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы	15 июня 2017 г, № 19