

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



**Пермский национальный исследовательский  
политехнический университет**

**УТВЕРЖДАЮ**

Проректор по учебной работе

  
\_\_\_\_\_ Н.В.Лобов

« 21 » апреля 20 21 г.

### **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Дисциплина:** \_\_\_\_\_ **Моделирование электротехнических устройств** \_\_\_\_\_  
(наименование)

**Форма обучения:** \_\_\_\_\_ **очная** \_\_\_\_\_  
(очная/очно-заочная/заочная)

**Уровень высшего образования:** \_\_\_\_\_ **специалитет** \_\_\_\_\_  
(бакалавриат/специалитет/магистратура)

**Общая трудоёмкость:** \_\_\_\_\_ **108 (3)** \_\_\_\_\_  
(часы (ЗЕ))

**Направление подготовки:** \_\_\_\_\_ **21.05.04 Горное дело** \_\_\_\_\_  
(код и наименование направления)

**Направленность:** \_\_\_\_\_ **Электрификация и автоматизация горного производства** \_\_\_\_\_  
(наименование образовательной программы)

## 1. Общие положения

### 1.1. Цели и задачи 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.

### 1.2. Изучаемые объекты дисциплины

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

### 1.3. Входные требования

Не предусмотрены

## 2. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ПК-1.3	ИД-1ПК-1.3	Знает содержание основных этапов разработки математических моделей систем электропривода, электрических сетей горнодобывающих предприятий, автоматизированных систем управления электромеханическим оборудованием.	Знает содержание основных этапов разработки проектной и технической документации при проектировании систем электропривода, электрических сетей горнодобывающих предприятий, автоматизированных систем управления электромеханическим оборудованием	Зачет

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ПК-1.3	ИД-2ПК-1.3	Умеет работать с нормативной документацией (правилами безопасности, нормами проектирования и др.), выбирать необходимый программный продукт для реализации математической модели системы управления электропривода, электрических сетей горнодобывающих предприятий и систем управления электромеханическим оборудованием., разрабатывать и оформлять в соответствии с ней технические проекты и отчеты	Умеет работать с нормативной документацией (правилами безопасности, нормами проектирования и др.), разрабатывать и оформлять в соответствии с ней технические проекты и отчеты	Защита лабораторной работы
ПК-1.3	ИД-3ПК-1.3	Владеет навыками и приемами программирования математических моделей для электрических сетей горнодобывающих предприятий и автоматизированных систем управления электромеханическим оборудованием	Владеет навыками разработки и оформления документации на различных стадиях разработки технических проектов систем электропривода, электрических сетей горнодобывающих предприятий, автоматизированных систем управления электромеханическим оборудованием	Отчёт по практическому занятию
ПК-3.1	ИД-1ПК-3.1	Знает объекты профессиональной деятельности, задачи исследований характеристик электромеханического горного оборудования методом проведения экспериментальных исследований с помощью математических моделей.	Знает объекты профессиональной деятельности, задачи исследований, методы проведения экспериментальных исследований	Зачет
ПК-3.1	ИД-2ПК-3.1	Умеет проводить обработку и анализ научно-технической информации и	Умеет проводить обработку и анализ научно-технической информации и результатов	Отчёт по практическому занятию

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
		результатов исследований характеристик электромеханического горного оборудования, полученного с помощью с помощью математического моделирования.	исследований	
ПК-3.1	ИД-3ПК-3.1	Владеет навыками проведения исследований объектов и приемами программирования математических моделей для исследований характеристик систем управления электроприводом, электрических сетей горнодобывающих предприятий, автоматизированных систем управления электромеханическим оборудованием.	Владеет навыками проведения исследований объектов профессиональной деятельности, составления отчетов по выполненным исследованиям и разработкам	Защита лабораторной работы

### 3. Объем и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		7	
1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме:	58	58	
1.1. Контактная аудиторная работа, из них:			
- лекции (Л)	22	22	
- лабораторные работы (ЛР)	34	34	
- практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)			
- контроль самостоятельной работы (КСР)	2	2	
- контрольная работа			
1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)	50	50	
2. Промежуточная аттестация			
Экзамен			
Дифференцированный зачет			
Зачет	9	9	
Курсовой проект (КП)			
Курсовая работа (КР)			
Общая трудоемкость дисциплины	108	108	

#### 4. Содержание дисциплины

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
7-й семестр				
Введение.	1	0	0	0
Роль моделирования в процессе становления технического объекта от его замысла до реального воплощения в реальном				
Модуль 1. Моделирование как метод исследования характеристик технических объектов.	7	4	0	10
<p>Тема 1. 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.</p> <p>Тема 2. 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.</p> <p>Тема 3. 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.</p> <p>Тема 4. 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 не прямых аналоговых моделей элементов автоматики.</p> <p>Тема 5. 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.</p>				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Модуль 2. Практическая реализация компьютерных моделей технических систем .	8	4	0	10
<p>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.</p> <p>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.</p> <p>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.</p> <p>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».</p> <p>Тема 10. Принцип и алгоритм численного определения корней дифференциального уравнения.</p>				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
<p>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-Кутта. Принципы применения метода Рунге-Кутта при решении дифференциальных уравнений высших порядков. Использование метода Рунге-Кутта при исследовании свойств математической модели колебательного звена в составе электротехнической системы.</p>				
<p>Модуль 3. Автоматизированное моделирование технических систем.</p>	2	8	0	10
<p>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.</p> <p>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.</p>				
<p>Модуль 4. Принципы построения моделей</p>	3	16	0	10
<p>Тема 13. Принципы построения анимационных моделей. Представление анимационной модели как совокупное сочетание быстрого действия 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.</p> <p>Тема 14. Принципы объектно-модульного моделирования Объектно-ориентированный подход к</p>				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
моделированию систем. Структура объектно-ориентированной модели. Динамические и гибридные объектно-ориентированной модели. Моделирование объектно-ориентированных моделей на некоторых типах программных пакетах.				
Заключение. Анимационное и объектно-модульное моделирование электромеханических систем.	1	2	0	10
Использование моделей при разработке и отладке работы электромеханических систем горного оборудования				
ИТОГО по 7-му семестру	22	34	0	50
ИТОГО по дисциплине	22	34	0	50

### Тематика примерных лабораторных работ

№ п.п.	Наименование темы лабораторной работы
1	Исследование характеристик динамических звеньев систем автоматики методом аналогового моделирования на базе программ-ного пакета «Electronics Workbench». Построение компьютерной моде-ли динамического звена с помощь инструментальных средств программ-ного пакета «Electronics Workbench». Исследование его характеристик при изменении нагрузочных параметров . Визуализация и сохранение конечного результата исследования.
2	Исследование алгоритмов и построение программ численного решения уравнений математической модели (на примере уравнений динамических звеньев системы автоматики). ». Изучение алгоритма и принципа программирования решения уравнений динамических звеньев методом Рунге-Кутта на алгоритмическом языке «ПАСКАЛЬ». Исследо-вание характеристик нескольких динамических звеньев с помощью отлаженной программы решения их дифференциальных уравнений
3	Изучение принципов моделирования работы систем автома-тики с помощью программного пакета «ZelioSoft2». Построение ком-пьютерной модели заданной системы автоматики с помощь инструмен-тальных средств программного пакета «ZelioSoft2». Исследование ха-рактера рабочего цикла этой системы при изменении параметров ее эле-ментов. Конечный результат работы модели сохраняется.
4	Выполнение индивидуального задания по разработке модели с помощью программного пакета «ZelioSoft2». По заданию преподавателя с помощь инструментальных средств программного пакета «ZelioSoft2» создается компьютерная модель системы автоматики с заданными свой-ствами.
5	Создание анимационных моделей систем автоматического управления на базе программного пакта «InTouch project». Построе-ние компьютерной модели заданной системы автоматики с по-мощь инструментальных средств программного пакета «InTouch project». Исследование характера рабочего цикла этой сис-темы при изменении параметров ее элементов. Визуализация и со-хранение конечного результата работы модели.



№ п.п.	Наименование темы лабораторной работы
6	Выполнение индивидуального задания по разработке модели с помощью программного пакета «InTouch project». По заданию преподавателя с помощью инструментальных средств программного пакета «InTouch project» создается компьютерная модель системы автоматизации с заданными свойствами
7	Изучение принципов моделирования работы систем автоматизации с помощью программного пакета «CoDeSys». Построение компьютерной модели заданной системы автоматизации 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	Выполнение индивидуального задания по разработке модели с помощью программного пакета «CoDeSys». По заданию преподавателя с помощью инструментальных средств программного пакета «CoDeSys» создается компьютерная модель системы автоматизации с заданными свойствами.

## 5. Организационно-педагогические условия

### 5.1. Образовательные технологии, используемые для формирования компетенций

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

Проведение лабораторных занятий основывается на интерактивном методе обучения, при котором обучающиеся 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 обучающихся на достижение целей занятия.

При проведении учебных занятий используются интерактивные лекции, групповые дискуссии, ролевые игры, тренинги и анализ ситуаций и имитационных моделей.

### 5.2. 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. 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.

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

### 6.1. Печатная учебно-методическая литература

№ п/п	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке
<b>1. Основная литература</b>		
1	Колесов Ю. Б., Сениченков Ю. Б. Моделирование систем : учебное пособие для вузов. СПб : БХВ-Петербург, 2006. 224 с.	16
2	Советов Б. Я., Яковлев С. А. Моделирование систем : учебник для вузов. 3-е изд., перераб. и доп Москва : Высш. шк., 2001. 343 с.	62
<b>2. Дополнительная литература</b>		
<b>2.1. Учебные и научные издания</b>		
1	Сажин Р. А. Моделирование электротехнических систем и систем автоматики : учебное пособие. Пермь : Изд-во ПНИПУ, 2016. 161 с. 10,25 усл. печ. л.	20
2	Сажин Р. А. Практическое моделирование электротехнических систем и систем автоматики : учебно-методическое пособие. Пермь : Изд-во ПНИПУ, 2017. 139 с. 8,75 усл. печ. л.	12
<b>2.2. Периодические издания</b>		
	Не используется	
<b>2.3. Нормативно-технические издания</b>		
	Не используется	
<b>3. Методические указания для студентов по освоению дисциплины</b>		
	Не используется	
<b>4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента</b>		
1	Сажин Р. А. Практическое моделирование электротехнических систем и систем автоматики : учебно-методическое пособие. Пермь : Изд-во ПНИПУ, 2017. 139 с. 8,75 усл. печ. л.	12

## 6.2. Электронная учебно-методическая литература

Вид литературы	Наименование разработки	Ссылка на информационный ресурс	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
Методические указания для студентов по освоению дисциплины	Сажин Р. А. Практическое моделирование электротехнических систем и систем автоматики	<a href="https://elib.pstu.ru/Record/RUPSTUbooks207240">https://elib.pstu.ru/Record/RUPSTUbooks207240</a>	сеть Интернет; свободный доступ
Основная литература	Сажин Р. А. Моделирование электротехнических систем и систем автоматики Пермь : Изд-во ПНИПУ, 2016	<a href="https://elib.pstu.ru/Record/lanRU-LAN-BOOK-160645">https://elib.pstu.ru/Record/lanRU-LAN-BOOK-160645</a>	сеть Интернет; свободный доступ

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

Вид ПО	Наименование ПО
Операционные системы	Windows 10 (подп. Azure Dev Tools for Teaching)
Прикладное программное обеспечение общего назначения	Dr.Web Enterprise Security Suite, 3000 лиц, ПНИПУ ОЦНИТ 2017
Прикладное программное обеспечение общего назначения	MATLAB 7.9 + Simulink 7.4 Academic, ПНИПУ 2009 г.

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

Наименование	Ссылка на информационный ресурс
Научная библиотека Пермского национального исследовательского политехнического университета	<a href="http://lib.pstu.ru/">http://lib.pstu.ru/</a>
Электронно-библиотечная система Лань	<a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>
Электронно-библиотечная система IPRbooks	<a href="http://www.iprbookshop.ru/">http://www.iprbookshop.ru/</a>
Информационные ресурсы Сети КонсультантПлюс	<a href="http://www.consultant.ru/">http://www.consultant.ru/</a>

### **7. Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине**

Вид занятий	Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения	Количество единиц
Лабораторная работа	Компьютер	12
Лекция	Компьютер	1
Лекция	Презентационный комплекс (проектор, экран)	1

### **8. Фонд оценочных средств дисциплины**

Описан в отдельном документе
------------------------------

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«Пермский национальный исследовательский политехнический  
университет»

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**  
для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине  
*Моделирование электротехнических систем*  
Направление 130400.65 «Горное дело»

<b>Направление подготовки</b>	<u>21.05.04 Горное дело</u>
<b>Направленность (профиль) образовательной программы:</b>	<u>21.05.04 Электрификация и автоматизация горного производства</u>
<b>Квалификация выпускника:</b>	<u>Специалист</u>
<b>Выпускающая кафедра:</b>	<u>«Горная электромеханика»</u>
<b>Форма обучения:</b>	<u>Очная</u>
<b>Форма промежуточной аттестации</b>	<u>Зачет</u>

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине является частью (приложением) к рабочей программе дисциплины. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине разработан в соответствии с общей частью фонда оценочных средств для проведения промежуточной аттестации основной образовательной программы, которая устанавливает систему оценивания результатов промежуточной аттестации и критерии выставления оценок. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине устанавливает формы и процедуры текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

### 1. Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине, объекты оценивания и виды контроля

Согласно РПД освоение учебного материала дисциплины запланировано в течение одного семестра (7-го семестра учебного плана) и разбито на 3 учебных модуля. В каждом модуле предусмотрены аудиторские лекционные и лабораторные занятия, а также самостоятельная работа студентов. В рамках освоения учебного материала дисциплины формируются компоненты компетенций знать, уметь, владеть, указанные в РПД, которые выступают в качестве контролируемых результатов обучения по дисциплине (табл. 1.1).

Контроль уровня усвоенных знаний, освоенных умений и приобретенных владений осуществляется в рамках текущего, рубежного и промежуточного контроля при изучении теоретического материала, выполнении практических заданий и дифференцированного зачета. Виды контроля сведены в таблицу 1.1.

Таблица 1.1. Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине

Контролируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУВы)	Вид контроля		
	Текущий	Рубежный	Промежуточная аттестация Зачёт
<b>Усвоенные знания</b>			
Знает 1. принципы построения математической модели электротехнической системы на основе уравнений, описывающих поведение компонентов этой системы в их взаимосвязи. 2. способы преобразования математической модели электротехнической системы в форму, обеспечивающую получение необходимого достоверного результата; 3. функциональные возможности программных пакетов, предназначенных для моделирования электротехнических систем и обеспечивающих получение необходимого достоверного результата.	ТО	КР	КЗ
<b>Освоенные умения</b>			
Умеет 1. выбирать форму математической модели электротехнической системы, обеспечивающую получение необходимого достоверного результата. 2. оценивать достоверность и точность полученного результата моделирования электротехнической системы; 3. выбирать необходимый программный продукт для реализации математической модели электротехнической системы с достаточной точностью результата		ИЗ	КЗ
<b>Приобретенные владения</b>			
Владеет 1. достаточными навыками при выборе способа получения результата математической модели электротехнической системы; 2. достаточными навыками и приемами программирования математической модели электротехнической системы в выбранном программном продукте.		ИЗ	КЗ

3. достаточными навыками анализа и оценки достоверности полученного результата моделирования.			
4. способностью выбора альтернативного варианта получения достоверного результата в случае невозможности его получения в выбранном варианте.			

*Условные обозначения: ТО – текущий опрос; КР – контрольная работа; ИЗ – индивидуальное задание; КЗ – комплексное задание;*

Итоговой оценкой достижения результатов обучения по дисциплине является промежуточная аттестация в виде дифференцированного зачета, проводимая с учетом результатов текущего и рубежного контроля.

## **2. Виды контроля, типовые контрольные задания и шкалы оценивания результатов обучения**

Текущий контроль успеваемости имеет целью обеспечение максимальной эффективности учебного процесса, управление процессом формирования заданных компетенций обучаемых, повышение мотивации к учебе и предусматривает оценивание хода освоения дисциплины. В соответствии с Положением о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, специалитета и магистратуры в ПНИПУ предусмотрены следующие виды и периодичность текущего контроля успеваемости обучающихся:

- входной контроль, проверка исходного уровня подготовленности обучаемого и его соответствия предъявляемым требованиям для изучения данной дисциплины;
- текущий контроль усвоения материала (уровня освоения компонента «знать» заданных компетенций) на каждом групповом занятии и контроль посещаемости лекционных занятий;
- промежуточный и рубежный контроль освоения обучаемыми отдельных компонентов «знать», «уметь» заданных компетенций путем компьютерного или бланчного тестирования, контрольных опросов, контрольных работ (индивидуальных домашних заданий), рефератов, эссе и т.д.

Рубежный контроль по дисциплине проводится на следующей неделе после прохождения модуля дисциплины, а промежуточный – во время каждого контрольного мероприятия внутри модулей дисциплины;

- межсессионная аттестация, единовременное подведение итогов текущей успеваемости не менее одного раза в семестр по всем дисциплинам для каждого направления подготовки (специальности), курса, группы;
- контроль остаточных знаний.

### **2.1. Текущий контроль**

Текущий контроль усвоения материала в форме устного опроса проводится по каждой теме. Результаты по 4-балльной шкале оценивания заносятся в книжку преподавателя и учитываются в виде интегральной оценки при проведении промежуточной аттестации.

### **2.2. Рубежный контроль**

Рубежный контроль для комплексного оценивания усвоенных знаний, усвоенных умений и приобретенных владений (табл. 1.1) проводится в форме контрольной работы, защиты лабораторных работ, и индивидуальных заданий (после изучения каждого модуля учебной дисциплины).

#### **2.2.1. Контрольная работа**

Контрольная работа проводится по каждому модулю в соответствии с заданием, разработанным преподавателем. Типовые шкала и критерии оценки результатов выполнения контрольной работы приведены в общей части ФОС образовательной программы.

### **2.2.2. Защита лабораторных работ**

Всего запланировано 8 лабораторных работ. Типовые темы лабораторных работ приведены в РПД.

Защита лабораторной работы проводится индивидуально каждым студентом. Типовые шкала и критерии оценки приведены в общей части ФОС программы специалиста.

### **2.2.2. Рубежные практические (индивидуальные) задания.**

Согласно РПД запланированы индивидуальные задания на разработку моделей различных автоматических устройств, выполненных соответственно в программных пакетах «*ZelioSoft2*», «*InTouch project*» и «*CoDeSys*».

Типовые практические (индивидуальные) задания:

1. Составить математическую модель заданного электромеханического устройства с использованием инструментальных средств программного пакета «*ZelioSoft2*».

2. Составить математическую модель заданного электромеханического устройства с использованием инструментальных средств программного пакета «*InTouch project*».

3. Составить математическую модель заданного электромеханического устройства с использованием инструментальных средств программного пакета «*CoDeSys*».

### **2.3. Выполнение комплексного индивидуального задания на самостоятельную работу**

Для оценивания навыков и опыта деятельности (владения), как результата обучения по дисциплине, не имеющей курсового проекта или работы, используется индивидуальное комплексное задание студенту.

Типовые шкала и критерии оценки результатов защиты индивидуального комплексного задания приведены в общей части ФОС программы специалиста.

### **2.4. Промежуточная аттестация (итоговый контроль)**

Допуск к промежуточной аттестации осуществляется по результатам текущего и рубежного контроля. Условиями допуска являются успешная сдача всех лабораторных работ и положительная интегральная оценка по результатам текущего и рубежного контроля.

#### **2.4.1. Процедура промежуточной аттестации без дополнительного аттестационного испытания**

Промежуточная аттестация проводится в форме зачета. Зачет по дисциплине основывается на результатах выполнения предыдущих индивидуальных заданий студента по данной дисциплине.

Критерии выведения итоговой оценки за компоненты компетенций при проведении промежуточной аттестации в виде зачета приведены в общей части ФОС программы специалитета.

#### **2.4.2. Процедура промежуточной аттестации с проведением аттестационного испытания**

В отдельных случаях (например, в случае переаттестации дисциплины) промежуточная аттестация в виде зачета по дисциплине может проводиться с проведением аттестационного испытания по билетам. Билет содержит теоретические вопросы (ТВ) для проверки усвоенных знаний, практические задания (ПЗ) для проверки освоенных умений и комплексные задания (КЗ) для контроля уровня приобретенных владений всех заявленных дисциплинарных компетенций.

Билет формируется таким образом, чтобы в него попали вопросы и практические задания, контролирующие уровень сформированности *всех* заявленных дисциплинарных компетенций.

##### **2.4.2.1. Типовые вопросы и задания для зачета по дисциплине**

Типовые вопросы для контроля усвоенных знаний:

1. Виды математических моделей для электротехнических систем.

2. Принципы построения математических моделей для электротехнических устройств.
3. Классификационные признаки математических моделей для электротехнических устройств автоматики.
4. Особенности построения аналитических моделей,
5. Принципы объектного моделирования электротехнических систем.
6. Программное обеспечение математических моделей.

Типовые вопросы и практические задания для контроля освоенных умений:

Типовые комплексные задания для контроля приобретенных владений:

1. Составить программу аналитической модели заданного электротехнического устройства.
2. Составить программу имитационной модели заданного электротехнического устройства.
3. Составить программу комбинированной модели заданного электротехнического устройства.
4. Выбрать из нескольких структурных вариантов структуру модели электротехнического устройства с заданными функциональными параметрами. Выбрать альтернативный вариант реализации заданной модели устройства

#### **2.4.2.2. Шкалы оценивания результатов обучения на зачете**

Оценка результатов обучения по дисциплине в форме уровня сформированности компонентов *знать, уметь, владеть* заявленных дисциплинарных компетенций проводится по 4-х балльной шкале оценивания.

Типовые шкала и критерии оценки результатов обучения при сдаче зачета для компонентов *знать, уметь и владеть* приведены в общей части ФОС программы специалиста.

#### **2.4.2.3. Критерии оценивания уровня сформированности компонентов и дисциплинарных компетенций**

##### **2.4.2.3.1. Оценка уровня сформированности компонентов дисциплинарных компетенций**

При оценке уровня сформированности дисциплинарных компетенций в рамках выборочного контроля при зачете считается, что *полученная оценка за компонент проверяемой в билете дисциплинарной компетенции обобщается на соответствующий компонент всех дисциплинарных компетенций, формируемых в рамках данной учебной дисциплины.*

Общая оценка уровня сформированности всех дисциплинарных компетенций проводится путем агрегирования оценок, полученных студентом за каждый компонент формируемых компетенций, с учетом результатов текущего и рубежного контроля в виде интегральной оценки по 4-х балльной шкале. Все результаты контроля заносятся в оценочный лист и заполняются преподавателем по итогам промежуточной аттестации.

Форма оценочного листа и требования к его заполнению приведены в общей части ФОС программы специалиста.

При формировании итоговой оценки промежуточной аттестации в виде зачета используются типовые критерии, приведенные в общей части ФОС программы специалиста.