

УТВЕРЖДАЮ

Первый проректор -  
проректор по образовательной  
деятельности

В.А. Бородавкин

2016

« »

М.П.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

### МОДЕЛИРОВАНИЕ МЕХАТРОННЫХ И РОБОТОТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

(указывается наименование дисциплины в соответствии с ФГОС и учебным планом)

Направление подготовки

27.04.04. Управление в технических системах

(указывается индекс и наименование направления/специальности)

Программа подготовки

Управление робототехническими системами

Уровень высшего образования

Магистратура

(бакалавриат/ магистратура/ специалитет)

Форма обучения

очная

Факультет

И Информационные и управляющие системы

(указывается индекс и полное наименование факультета Университета, заказавшего программу)

Выпускающая кафедра

И8 Системы приводов, мехатроника и робототехника

(указывается индекс и полное наименование выпускающей кафедры)

Кафедра-разработчик  
рабочей программы

И8 Системы приводов, мехатроника и робототехника

(указывается индекс и полное наименование кафедры, составившей и реализующей программу)

КУРС	СЕМЕСТР	ОБЩАЯ ТРУДОЁМКОСТЬ (ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦ)	ЧАСЫ (ПО НАЛИЧИЮ ВИДОВ ЗАНЯТИЙ)													Вид промежуточного контроля
			ОБЩАЯ ТРУДОЁМКОСТЬ	АУДИТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ						САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА						
				ВСЕГО	ЛЕКЦИИ	ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ	АУДИТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ		ДРУГИЕ ВИДЫ ЗАНЯТИЙ	ВСЕГО	КУРСОВОЙ ПРОЕКТ	КУРСОВАЯ РАБОТА	РАСЧЁТНО - ГРАФ. РАБОТА	РЕФЕРАТ	ДРУГИЕ ВИДЫ САМОСТ.РАБОТЫ	
							ПРАКТИЧЕСК ИЕ ЗАНЯТИЯ	СЕМИНАРЫ								
6	11	3	108	68	-	-	68	-	-	40	-	-	-	-	40	Диф. зач.

Начальник отдела основных  
образовательных программ

А.А. Русина

« » 2016

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА СОСТАВЛЕНА В СООТВЕТСТВИИ С ТРЕБОВАНИЯМИ ФЕДЕРАЛЬНОГО  
ГОСУДАРСТВЕННОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО СТАНДАРТА ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ (ФГОС ВО)  
**27.04.04. Управление в технических системах**

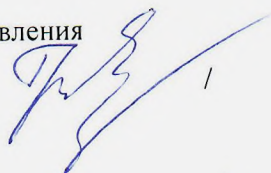
Программу составили:

кафедра И8 Системы приводов, мехатроника и робототехника

Гаврилов Р.С., доцент, канд. техн. наук

Эксперт: Градовцев А.А., к. т. н., руководитель направления

ЗАО «Астро Софт Девелопмент» /



Программа рассмотрена

на заседании кафедры-разработчика

рабочей программы **И8 Системы приводов, мехатроника и робототехника**

«\_\_» \_\_\_\_ 2016 г.

Заведующий кафедрой Стажков С.М., д.т.н., проф. /

(Ф.И.О., уч. степень, уч. звание) (подпись)



Программа рассмотрена

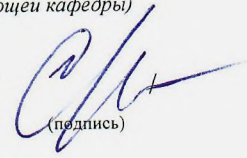
на заседании выпускающей кафедры **И8 Системы приводов, мехатроника и робототехника**

(индекс и наименование выпускающей кафедры)

«\_\_» \_\_\_\_ 2016 г.

Заведующий кафедрой Стажков С.М., д.т.н., проф. /

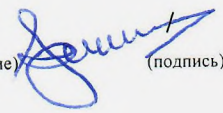
(Ф.И.О., уч. степень, уч. звание)



Рабочая программа одобрена на заседании Учебно-методической комиссии по укрупненной  
группе направлений и специальностей подготовки (УМК по УГНиСП) **27.00.00 Управление в  
технических системах**, протокол №

«\_\_» \_\_\_\_ 2016 г. Председатель УМК по УГНиСП Л.С. Егоренков, д.т.н., проф. /

(Ф.И.О., уч. степень, уч. звание)



(подпись)

Учебная дисциплина обеспечена основной литературой

«\_\_» \_\_\_\_ 2016 г.

Директор библиотеки БГТУ Н.В. Сесина /

(Ф.И.О., уч. степень, уч. звание)



(подпись)



## Разделы рабочей программы

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....	4
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО.....	5
3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	6
4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....	9
5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....	9
6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	10

## Приложения к рабочей программе дисциплины

Приложение 1. Аннотация рабочей программы

Приложение 2. Технологии и формы преподавания

Приложение 3. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы

Приложение 4. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Приложение 5. Фонды оценочных средств

Приложение 6. Справка о наличии в библиотеке БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф.Устинова учебной литературы

Приложение 7. Лист изменений, вносимых в рабочую программу

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций на уровнях:

### Профессиональных

ПК-2 способностью применять современные теоретические и экспериментальные методы разработки математических моделей исследуемых объектов и процессов, относящихся к профессиональной деятельности по направлению подготовки	Пороговый уровень
ПК-4 способностью к организации и проведению экспериментальных исследований и компьютерного моделирования с применением современных средств и методов	Пороговый уровень

Формированию указанных компетенций служит достижение следующих результатов образования:

#### знания:

на уровне воспроизведения и понимания:

- знать основы применения методов математического моделирования в машиностроении и приборостроении (ПК-2);

- знать методы построения и исследования математических моделей систем управления мехатронных и робототехнических систем (ПК-4);

#### умения:

теоретические и практические

- использовать методы математического моделирования и современные информационные технологии при разработке приборных систем (ПК-2, ПК-4);

#### навыки:

- решения научно-исследовательских, проектных и технологических задач с использованием информационных технологий (ПК-4);

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **Моделирование мехатронных и робототехнических систем** является дисциплиной **по выбору вариативной части** Блока 1 образовательной программы.

Содержание дисциплины является логическим продолжением содержания дисциплин: «Современная теория управления» «Информационные устройства и системы в мехатронике и робототехнике» «Проектирование систем приводов мехатронных и робототехнических устройств» и служит основой для освоения дисциплин «Конструирование систем приводов», «Экспериментальные исследования, испытания и контроль», научно-исследовательской работы студентов и подготовки магистерской диссертации.

Предварительные компетенции, сформированные у обучающегося до начала изучения дисциплины:

ОПК-1 – владением широкой общей подготовкой (базовыми знаниями) для решения практических задач в области информационных систем и технологий;

ОПК-3 – способностью выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения физико-математический аппарат;

ОПК-4 – способностью самостоятельно приобретать и использовать в практической деятельности новые знания и умения в своей предметной области;

ОПК-5 – готовностью оформлять, представлять, докладывать и аргументированно защищать результаты выполненной работы.

### 3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

(с распределением общего бюджета времени в часах)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы, 108 часов.

#### 3.1. Содержание (дидактика) дисциплины

КУРС	СЕМЕСТР	НОМЕРА РАЗДЕЛОВ	НАИМЕНОВАНИЕ РАЗДЕЛОВ И ДИДАКТИЧЕСКИХ ЕДИНИЦ	ВСЕГО	АУДИТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ В КОНТАКТНОЙ ФОРМЕ				САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА СТУДЕНТОВ	ФОРМИРУЕМАЯ КОМПЕТЕНЦИЯ	
					ВСЕГО	ЛЕКЦИИ	Аудиторный ПРАКТИКУМ (СЕМНАР)	ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ		ПК-2	ПК-4
6	11	1	<b>Раздел 1. Основные понятия теории моделирования</b> 1.1. Моделирование в технических системах. Основные понятия и определения. Современные компьютерные технологии в проектировании технических систем. 1.2. Основные свойства и характеристики моделей. 1.3. Особенности моделирования сложных систем с учетом реальных условий их применения.	8	4	-	4	-	4	10%	10%
6	11	2	<b>Раздел 2. Проектирование объектов управления динамических систем</b> 2.1. Математическое описание непрерывных и дискретных объектов управления. Представление математического описания объектов управления мехатронных систем в пакете Control System Toolbox и в пакете Simulink. 2.2. Динамические характеристики объектов управления в Control System Toolbox. Динамические характеристики объектов управления в пакете Simulink. 2.3. Исследование динамических характеристик объектов управления в пакете Control System Toolbox. 2.4. Исследование динамических характеристик объектов управления в пакете Simulink. 2.5. Оценка качества и требования к динамическим характеристикам замкнутых систем. Регуляторы в динамических мехатронных системах.	22	14	-	14	-	8	25%	25%
6	11	3	<b>Раздел 3. Электрические машины в пакете Sim Power System</b> 3.1. Основные особенности создания моделей в пакете расширения Sim Power System. Обзор библиотеки блоков Sim Power Systems 3.2. Структурные модели электрических машин в пакете Simulink. 3.3. Математическая и структурная модель двигателя постоянного тока. 3.4. Математические и структурные модели асинхронных и синхронных машин. 3.5. Виртуальные модели электрических машин в пакете Sim Power System. 3.6. Идентификация параметров электрических машин.	22	14	-	14	-	8	15%	15%

6	11	4	<b>Раздел 4. Модельное проектирование мехатронных систем постоянного тока</b> 4.1. Синтез непрерывных и цифровых регуляторов в скоростной мехатронной системе постоянного тока (одноконтурной и двухконтурной). 4.2. Синтез непрерывных и цифровых регуляторов в следящей системе постоянного тока. 4.3. Синтез непрерывных и цифровых регуляторов мехатронных систем постоянного тока на виртуальных моделях. Исследование статических характеристик. 4.4. Модельное проектирование мехатронных систем постоянного тока на имитационных стендах пакета Sim Power System	24	16	-	16	-	8	20%	20%
6	11	5	<b>Раздел 5. Модельное проектирование мехатронных синхронных систем</b> 5.1. Синтез непрерывных и цифровых регуляторов в одноканальной и двухканальной скоростной мехатронной синхронной системе с безынерционным каналом "датчик положения ротора - преобразователь координат" (ДПР-ПК). 5.2. Синтез непрерывных и цифровых регуляторов в одноканальной и двухканальной скоростной мехатронной синхронной системе с инерционным каналом ДПР-ПК. 5.3. Синтез непрерывных и цифровых регуляторов мехатронных синхронных систем на виртуальных моделях. Исследование статических характеристик.	12	8	-	8	-	4	15%	15%
6	11	6	<b>Раздел 6. Модельное проектирование мехатронных асинхронных систем</b> 6.1 Синтез непрерывных и цифровых регуляторов асинхронных систем с частотным управлением. 6.2 Синтез непрерывных и цифровых регуляторов асинхронных систем с частотно - токовым управлением. 6.3 Синтез непрерывных и цифровых регуляторов частотных асинхронных систем с векторным управлением. 6.4 Синтез непрерывных и цифровых регуляторов частотных асинхронных систем с прямым управлением моментом.	20	12	-	12	-	8	15%	15%
<b>ВСЕГО ПО ДИСЦИПЛИНЕ</b>				<b>108</b>	<b>68</b>	<b>-</b>	<b>68</b>	<b>-</b>	<b>40</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>

### 3.2. Аудиторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема практического занятия	Объем, ауд. часов
1	1. Основные понятия теории моделирования	Моделирование в технических системах. Основные понятия и определения. Особенности моделирования сложных систем с учетом реальных условий их применения.	2
2		Современные компьютерные технологии в проектировании технических систем. Пакет Simulink - визуальная среда проектирования мехатронных систем.	2
3	2. Проектирование объектов управления динамических систем	Математическое описание непрерывных и дискретных объектов управления. Представление математического описания объектов управления мехатронных систем в пакете Control System Toolbox и в пакете Simulink.	4
4		Исследование динамических характеристик объектов управления МПТС в пакете Control System Toolbox.	4
5		Динамические характеристики объектов управления в пакете Simulink.	2
6		Оценка качества и требования к динамическим характеристикам замкнутых систем. Регуляторы в	4

		динамических мехатронных системах.	
7	3. Электрические машины в пакете Sim Power System	Основные особенности создания моделей в пакете расширения Sim Power System. Обзор библиотеки блоков Sim Power Systems.	2
8		Структурные модели электрических машин в пакете Simulink.	2
9		Математическая и структурная модель двигателя постоянного тока.	2
10		Математические и структурные модели асинхронных и синхронных машин.	4
11		Виртуальные модели электрических машин в пакете Sim Power System. Идентификация параметров электрических машин.	4
12	4. Модельное проектирование мехатронных систем постоянного тока	Синтез непрерывных и цифровых регуляторов в скоростной мехатронной системе постоянного тока.	4
13		Синтез непрерывных и цифровых регуляторов в следящей системе постоянного тока.	4
14		Синтез непрерывных и цифровых регуляторов мехатронных систем постоянного тока на виртуальных моделях. Исследование статических характеристик.	4
15		Модельное проектирование мехатронных систем постоянного тока на имитационных стендах пакета Sim Power System.	4
16	5. Модельное проектирование мехатронных синхронных систем	Синтез непрерывных и цифровых регуляторов в одноканальной и двухканальной скоростной мехатронной синхронной системе с безынерционным каналом "датчик положения ротора - преобразователь координат" (ДПР-ПК).	4
17		Синтез непрерывных и цифровых регуляторов мехатронных синхронных систем на виртуальных моделях. Исследование статических характеристик.	4
18	6. Модельное проектирование мехатронных асинхронных систем	Синтез непрерывных и цифровых регуляторов асинхронных систем с частотным управлением.	4
19		Синтез непрерывных и цифровых регуляторов асинхронных систем с частотно-токовым управлением.	2
20		Синтез непрерывных и цифровых регуляторов частотных асинхронных систем с векторным управлением.	4
21		Синтез непрерывных и цифровых регуляторов частотных асинхронных систем с прямым управлением моментом.	2
Итого:			68

### 3.3. Самостоятельная работа студента (СРС)

Номер и наименование раздела дисциплины	СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО ЗАДАНИЯ	время (час)
		СРС
Раздел 1. Основные понятия теории моделирования	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе. Подготовка к практическим занятиям.	4
Раздел 2. Проектирование объектов управления динамических систем	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе. Подготовка к практическим занятиям.	8
Раздел 3. Электрические машины в пакете Sim Power System	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе. Подготовка к практическим занятиям.	8
Раздел 4. Модельное проектирование мехатронных систем постоянного тока	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе. Подготовка к практическим занятиям.	8
Раздел 5. Модельное проектирование мехатронных синхронных систем	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе. Подготовка к практическим занятиям.	4



Раздел 6. Модельное проектирование мехатронных асинхронных систем	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе. Подготовка к практическим занятиям.	8
<b>ВСЕГО:</b>		<b>40</b>

#### 4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

##### ГРАФИК КОНТРОЛЬНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ

СЕ-МЕСТР	НЕДЕЛИ СЕМЕСТРА																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
11							КР								КР		Диф зач

Условные обозначения:

- КР – контрольная работа;

**Текущая аттестация** студентов производится в дискретные временные интервалы преподавателями, ведущими практические занятия по дисциплине в следующих формах:

- оценка работы на практических занятиях;
- отдельно оцениваются личностные качества студента (аккуратность, исполнительность, инициативность).

**Рубежная аттестация** студентов производится по итогам половины семестра в следующих формах:

- выполнение контрольной работы;

**Итоговый контроль** по результатам семестра по дисциплине проходит в форме дифференцированного зачета.

Фонды оценочных средств, включающие типовые задания, контрольные работы, тесты и методы контроля, позволяющие оценить результаты образования по данной дисциплине, включены в состав УМК дисциплины и перечислены в Приложении 5.

#### 5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

##### 5.1. Основная литература:

1. С.Г.Герман-Галкин. MATLAB & Simulink. Проектирование мехатронных систем на ПК. Учебное пособие для ВУЗов. СПб. Корона Век. 2008.
2. Моделирование систем: учебник для вузов / С.И. Дворецкий [и др.] – М.: Академия. 2009. – 316 с.
3. Гаврилов, Р.С. Мехатронные системы с вентильным двигателем/ Р.С. Гаврилов; БГТУ "ВОЕНМЕХ". - СПб., 2016. – 51 с.

##### 5.2. Дополнительная литература:

1. С.Г. Герман-Галкин, Г.А. Кардонов. Электрические машины. - Санкт-Петербург. "КОРОНА принт", 2003.
2. Емельянов В.Ю. Методы моделирования стохастических систем управления. – СПб: БГТУ, 2004.

3. Применение пакета MatLab with Simulink для исследования систем управления. Лабораторный практикум. Ю.В.Загашвили, А.Д. Ледовский, Ю.В. Лычагин, Н.Г.Яковенко СПб: БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф.Устинова, 2005
4. Применение пакета УИП ДСУ для исследования систем управления. Лабораторный практикум. Ю.В.Загашвили, А.Д. Ледовский, Ю.В. Лычагин, Н.Г.Яковенко СПб: БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф.Устинова, 2005

5.3. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины, электронные библиотечные системы:

1. Инженерное образование - <http://www.techno.edu.ru/db/catalog.html>.
2. Каталог образовательных ресурсов - <http://window.edu.ru/window>.
3. ЭБС Издательства «ЛАНЬ»: <http://e.lanbook.com/>
4. Электронная библиотека БГТУ «ВОЕНМЕХ»: <http://library.voenmeh.ru>
5. ЭБС Издательства «ЮРАЙТ»: <http://biblio-online.ru> .

5.4. Программное обеспечение.

Пакет Matlab.  
Пакет Matlab Simulink.

5.5. Информационные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса

1. Применение средств мультимедиа в образовательном процессе: лекционные и практические занятия проводятся с использованием электронных презентаций.
2. Доступность учебных материалов через сеть Интернет для любого участника учебного процесса: электронные версии текстов лекций.
3. Возможность консультирования обучающихся преподавателями в любое время и в любой точке пространства посредством сети Интернет: консультации.

## **6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

1. Практические занятия:

- 1) компьютерный класс,
- 2) презентационная техника (проектор, экран, компьютер/ноутбук),
- 3) пакеты ПО общего назначения (текстовые редакторы, графические редакторы),
- 4) специализированное ПО: MatLab.

2. Прочее

- 1) рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет,
- 2) рабочие места студентов, оснащенные компьютерами с доступом в Интернет, предназначенные для работы в электронной образовательной среде.

### Аннотация рабочей программы

Дисциплина **Моделирование мехатронных и робототехнических систем** является дисциплиной по выбору вариативной части Блока 1 образовательной программы по направлению подготовки 27.04.04. Дисциплина реализуется на факультете И Информационные и управляющие системы Балтийского государственного технического университета «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова кафедрой (кафедрами) И8 Системы приводов, мехатроника и робототехника.

Дисциплина нацелена на формирование профессиональных компетенций ПК-02, ПК-04 выпускника.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с модельным проектированием мехатронных систем управления, методами построения моделей, методами анализа и синтеза динамических систем с исполнительными устройствами на основе электрических машин постоянного тока, синхронных и асинхронных двигателей.

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: практические занятия, самостоятельная работа студента, консультации.

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля: текущий контроль успеваемости в форме опроса по теме практических занятий, рубежный контроль в форме контрольной работы, итоговый контроль по дисциплине в форме дифференцированного зачёта.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 3 зачетные единицы, 108 часов. Программой дисциплины предусмотрены 68 часов практических занятий и 40 часов самостоятельной работы студента.

## ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ПРЕПОДАВАНИЯ

### Рекомендации по организации и технологиям обучения для преподавателя

#### I. Образовательные технологии

Преподавание дисциплины ведется с применением следующих видов образовательных технологий:

**Информационные технологии:** использование электронных образовательных ресурсов, размещенных в электронной библиотеке университета и указанных в п.5.3 рабочей программы при подготовке к практическим занятиям.

**Опережающая самостоятельная работа** – изучение студентами нового материала до его изучения в ходе аудиторных занятий.

#### II. Виды и содержание учебных занятий

##### Раздел 1. Основные понятия теории моделирования

**Практические и семинарские занятия – 4 часа.**

**Занятие 1.** Форма проведения занятия: семинар. Отрабатываемые вопросы: Моделирование в технических системах. Основные понятия и определения. Особенности моделирования сложных систем с учетом реальных условий их применения.

**Занятие 2.** Форма проведения занятия: семинар. Отрабатываемые вопросы: Современные компьютерные технологии в проектировании технических систем. Пакет Simulink- визуальная среда проектирования мехатронных систем.

**Управление самостоятельной работой студента – 0,4 часа.**

Консультации по содержанию раздела – в часы плановых еженедельных консультаций и по *Internet*.

##### Раздел 2. Проектирование объектов управления динамических систем

**Практические и семинарские занятия – 14 часов.**

**Занятия 3-4.** Форма проведения занятия: решение задач. Отрабатываемые вопросы: Математическое описание непрерывных и дискретных объектов управления. Представление математического описания объектов управления мехатронных систем в пакете Control System Toolbox и в пакете Simulink.

**Занятия 5-6.** Форма проведения занятия: решение задач. Динамические характеристики объектов управления в Control System Toolbox. Инструментальное средство LTI-Viewer.

**Занятие 7.** Форма проведения занятия: решение задач. Отрабатываемые вопросы: Исследование динамических характеристик объектов управления в пакете Simulink.

**Занятия 8-9.** Форма проведения занятия: решение задач. Отрабатываемые вопросы: Оценка качества и требования к динамическим характеристикам замкнутых систем. Оценка динамических и точностных характеристик замкнутых систем при полиномиальных воздействиях. Регуляторы в динамических мехатронных системах.

**Управление самостоятельной работой студента – 0,6 часа.**

Консультации по содержанию раздела – в часы плановых еженедельных консультаций и по *Internet*.

##### Раздел 3. Электрические машины в пакете Sim Power System

**Практические и семинарские занятия – 14 часов.**

**Занятие 10.** Форма проведения занятия: семинар. Отрабатываемые вопросы: Основные особенности создания моделей в пакете расширения Sim Power System. Обзор библиотеки блоков Sim Power Systems. Активные и пассивные элементы силовых полупроводниковых преобразователей в Sim Power System.

**Занятие 11.** Форма проведения занятия: семинар. Отрабатываемые вопросы: Структурные модели электрических машин в пакете Simulink.

**Занятие 12.** Форма проведения занятия: семинар. Отрабатываемые вопросы: Математическая и структурная модель двигателя постоянного тока.

**Занятия 13-14.** Форма проведения занятия: семинар. Отрабатываемые вопросы: Математические и структурные модели асинхронных и синхронных машин.

**Занятия 15-16.** Форма проведения занятия: семинар. Отрабатываемые вопросы: Виртуальные модели электрических машин в пакете Sim Power System. Идентификация параметров электрических машин.

**Управление самостоятельной работой студента – 0,8 часа.**

Консультации по содержанию раздела – в часы плановых еженедельных консультаций и по *Internet*.

#### **Раздел 4. Модельное проектирование мехатронных систем постоянного тока**

**Практические и семинарские занятия – 16 часов.**

**Занятия 17-18.** Форма проведения занятия: семинар. Отрабатываемые вопросы: Синтез непрерывных и цифровых регуляторов в скоростной мехатронной системе постоянного тока (одноконтурной и двухконтурной).

**Занятия 19-20.** Форма проведения занятия: семинар. Отрабатываемые вопросы: Синтез непрерывных и цифровых регуляторов в следящей системе постоянного тока.

**Занятия 21-22.** Форма проведения занятия: семинар. Отрабатываемые вопросы: Синтез непрерывных и цифровых регуляторов мехатронных систем постоянного тока на виртуальных моделях. Исследование статических характеристик.

**Занятия 23-24.** Форма проведения занятия: семинар. Отрабатываемые вопросы: Модельное проектирование мехатронных систем постоянного тока на имитационных стендах пакета Sim Power System.

**Управление самостоятельной работой студента – 0,8 часа.**

Консультации по содержанию раздела – в часы плановых еженедельных консультаций и по *Internet*.

#### **Раздел 5. Модельное проектирование мехатронных синхронных систем**

**Практические и семинарские занятия – 8 часов.**

**Занятия 25-26.** Форма проведения занятия: решение задач. Отрабатываемые вопросы: Синтез непрерывных и цифровых регуляторов в одноканальной и двухканальной скоростной мехатронной синхронной системе с безынерционным каналом "датчик положения ротора - преобразователь координат" (ДПР-ПК). Синтез непрерывных и цифровых регуляторов в одноканальной и двухканальной скоростной мехатронной синхронной системе с инерционным каналом ДПР-ПК.

**Занятия 27-28.** Форма проведения занятия: решение задач. Отрабатываемые вопросы: Синтез непрерывных и цифровых регуляторов мехатронных синхронных систем на виртуальных моделях. Исследование статических характеристик. Модельное проектирование мехатронных синхронных систем на имитационных стендах пакета Sim Power System.

**Управление самостоятельной работой студента – 0,4 часа.**

Консультации по содержанию раздела – в часы плановых еженедельных консультаций и по *Internet*.

#### **Раздел 6. Модельное проектирование мехатронных асинхронных систем**

**Практические и семинарские занятия – 12 часов.**

**Занятия 29-30.** Форма проведения занятия: семинар. Отрабатываемые вопросы: Синтез непрерывных и цифровых регуляторов асинхронных систем с частотным управлением.

**Занятие 31.** Форма проведения занятия: решение задач. Отрабатываемые вопросы: Синтез непрерывных и цифровых регуляторов асинхронных систем с частотно - токовым управлением.

**Занятия 32-33.** Форма проведения занятия: решение задач. Отрабатываемые вопросы: Синтез непрерывных и цифровых регуляторов асинхронных систем с векторным управлением.

**Занятие 34.** Форма проведения занятия: решение задач. Отрабатываемые вопросы: Синтез непрерывных и цифровых регуляторов частотных асинхронных систем с прямым управлением моментом.

**Управление самостоятельной работой студента – 0,8 часа.**

Консультации по содержанию раздела – в часы плановых еженедельных консультаций и по *Internet*.

## УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

### Рекомендации по освоению дисциплины для студента

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 108 часов, из них 68 часов аудиторных занятий и 40 часов, отведенных на самостоятельную работу студента.

Рекомендации по распределению учебного времени по видам самостоятельной работы и разделам дисциплины приведены в таблице.

Контроль освоения дисциплины производится в соответствии с Положением о порядке проведения промежуточной аттестации студентов БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф.Устинова (приказ ректора приказ от 30.12.2013г. № 102-с(о)).

Формы контроля и критерии оценивания приведены в п.4 Рабочей программы и в Приложении 5 к Рабочей программе. Ссылки в таблице соответствуют номерам в списке литературы п.5 РП.

Вид работы	Содержание (перечень вопросов)	Трудоем- кость, час.	Рекомендации
<b>Раздел 1. Введение</b>			
Подготовка к практическим занятиям	Изучение теоретического и практического материала разд. 1.1 – 1.2.	4	См. 1.1, 1.2, 1.3, 2.1, 2.2 [1], гл.1-3 [2]
Итого по разделу 1		<b>4</b>	
<b>Раздел 2. Проектирование объектов управления динамических систем</b>			
Подготовка к практическим занятиям	Изучение теоретического и практического материала разд. 2.1 – 2.5.	8	См. 2.1 – 2.4, 3.1 – 3.2 [1], гл. 1 [3]
Итого по разделу 2		<b>8</b>	
<b>Раздел 3. Электрические машины в пакете Sim Power System</b>			
Подготовка к практическим занятиям	Изучение теоретического и практического материала разд. 3.1 – 3.6.	8	См. 6.1 – 6.3 [1]
Итого по разделу 3		<b>8</b>	
<b>Раздел 4. Модельное проектирование мехатронных систем постоянного тока</b>			
Подготовка к практическим занятиям	Изучение теоретического и практического материала разд. 4.1-4.4	8	См. 7.1 - 7.8 [1], гл. 2 [3]
Итого по разделу 4		<b>8</b>	
<b>Раздел 5. Модельное проектирование мехатронных синхронных систем</b>			
Подготовка к практическим занятиям	Изучение теоретического и практического материала разд. 5.1 – 5.3.	4	См. 7.1 – 7.3 [1] См. 9.7, 9.8, 9.10 [1]
Итого по разделу 5		<b>4</b>	
<b>Раздел 6. Модельное проектирование мехатронных асинхронных систем</b>			
Подготовка к практическим занятиям	Изучение теоретического и практического материала разд. 6.1 – 6.4.	8	См. 8.1 - 8.4 [1]
Итого по разделу 6		<b>8</b>	
Итого		<b>40</b>	



**Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

Вид учебных занятий	Организация деятельности студента
Практические занятия	При подготовке к практическому занятию рекомендуется повторить теоретические сведения по теме занятия в соответствии с указаниями в таблице Приложения 3 к настоящей рабочей программе. В случаях затруднений обращаться к преподавателю на очередном практическом занятии или на консультации.
Подготовка к зачету	Перечень теоретических вопросов к зачету предоставляется преподавателем. Задачи соответствуют программе практических занятий. При подготовке ответов на теоретические вопросы рекомендуется использовать источники основной и дополнительной литературы.

## **ФОНДЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

Оценивание уровня учебных достижений студента осуществляется посредством текущего, рубежного и промежуточного контроля в соответствии с Положением о порядке проведения промежуточной аттестации студентов БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф.Устинова (приказ ректора от 30.12.2013 № 102-с(о)); Положением о текущем контроле успеваемости студентов БГТУ «ВОЕНМЕХ» им.Д.Ф. Устинова (приказ ректора от 21.01.2008 № 7-О).

Фонды оценочных средств, позволяющие оценить результаты обучения по данной дисциплине, включают в себя:

- комплект вопросов к зачету, размещен в УМК дисциплины.
- комплект вариантов контрольных работ, размещен в электронной библиотеке кафедры, приведён в УМК дисциплины;

### **Критерии оценивания**

**Текущий контроль** проводится на практических занятиях в виде опроса по теме занятия и оценки решения задач на занятии. Для рубежной аттестации по результатам половины семестра учитываются оценки по выполнению контрольной работы.

#### **Контрольные работы**

Результаты выполнения каждой контрольной работы оцениваются по четырехбалльной шкале («отлично», «хорошо», «удовлетворительно» и «неудовлетворительно»).

#### **Рубежный контроль**

Рубежная аттестация студентов производится по итогам половины семестра. Результат рубежной аттестации определяется как оценка степени выполнения графика контрольных работ (раздел 4 рабочей программы) на дату проведения аттестации. Полное выполнение графика (выполнение контрольной работы) оценивается в 100%.

#### **Итоговый контроль**

Итоговый контроль по дисциплине проходит в форме дифференцированного зачета. Для получения зачёта необходимо выполнить все контрольные работы. Оценка может быть поставлена с учётом всех оценок семестра или по результатам устного ответа на вопросы преподавателя – отлично – при 90% правильных ответов, хорошо – при 80% и удовлетворительно при 70%.

## СПРАВКА

**о наличии в библиотеке БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф.Устинова учебной литературы**  
(справка является неотъемлемой частью УМК дисциплины)

1. Наименование дисциплины: **Моделирование мехатронных и робототехнических систем**

2. Кафедра: **И8 Системы приводов, мехатроника и робототехника**

3. Перечень основной учебной литературы (авторы, название, наличие грифа Минобразования, УМО, НМС, другого министерства или ведомства, выходные данные, количество экземпляров):

- 1 Герман- С.Г.Герман-Галкин. MATLAB & Simulink. Проектирование мехатронных систем на ПК. Учебное пособие для ВУЗов. СПб. Корона Век. 2008.
- 2 Моделирование систем: учебник для вузов / С.И. Дворецкий [и др.] – М.: Академия, 2009. – 316 с.
- 3 Гаврилов, Р.С. Мехатронные системы с вентильным двигателем/ Р.С. Гаврилов; БГТУ "ВОЕНМЕХ". - СПб., 2016. – 51 с.

Дополнительная литература:

1. С.Г. Герман-Галкин, Г.А. Кардонов. Электрические машины. - Санкт-Петербург. "КОРОНА принт", 2003.
2. Емельянов В.Ю. Методы моделирования стохастических систем управления. – СПб: БГТУ, 2004.
3. Применение пакета MatLab with Simulink для исследования систем управления. Лабораторный практикум. Ю.В.Загашвили, А.Д. Ледовский, Ю.В. Лычагин, Н.Г.Яковенко СПб: БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф.Устинова, 2005
4. Применение пакета УИП ДСУ для исследования систем управления. Лабораторный практикум. Ю.В.Загашвили, А.Д. Ледовский, Ю.В. Лычагин, Н.Г.Яковенко СПб: БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф.Устинова, 2005

Директор библиотеки

  
\_\_\_\_\_ ( Н.В. Сесина )

Дата