

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации**

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации**  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«Владимирский государственный университет  
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»  
(ВлГУ)**  
**Институт информационных технологий и радиоэлектроники**

УТВЕРЖДАЮ:

Директор института



А.А. Галкин

2021 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**« МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ ТЕХНИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ УПРАВЛЕНИЯ »**

Направление подготовки / специальность

***27.04.04 Управление в технических системах***

Направленность (профиль) подготовки

***Управление в технических системах***

Владимир 2021

### 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целями освоения дисциплины «Математические модели технических объектов управления» являются обучение студентов моделированию, необходимому при проектировании и исследовании технических объектов и технологических процессов систем автоматизации и управления.

Задачей дисциплины является практическое освоение моделирования необходимого при проектировании и исследовании технических объектов и технологических процессов систем автоматизации и управления.

### 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Математические модели технических объектов управления» относится к дисциплинам обязательной части учебного плана.

### 3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения ОПОП (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине, в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства
	Индикатор достижения компетенции (код, содержание индикатора)	Результаты обучения по дисциплине	
УК-1. Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	<p>УК-1.1. Знает принципы сбора, отбора и обобщения информации, методики системного подхода для решения профессиональных задач.</p> <p>УК-1.2. Умеет анализировать и систематизировать разнородные данные, оценивать эффективность процедур анализа проблем и принятия решений в профессиональной деятельности.</p> <p>УК-1.3. Владеет методологией системного и критического анализа проблемных ситуаций; методиками постановки цели, определения способов ее достижения, разработки стратегий действий.</p>	<p><b>знать:</b> принципы сбора, отбора и обобщения информации, методики системного подхода для решения профессиональных задач;</p> <p><b>уметь:</b> анализировать и систематизировать разнородные данные, оценивать эффективность процедур анализа проблем и принятия решений в профессиональной деятельности;</p> <p><b>владеть:</b> методологией системного и критического анализа проблемных ситуаций; методиками постановки цели, определения способов ее достижения, разработки стратегий действий;</p>	Задания рейтинг контроля. Отчет по лабораторным работам.
УК-6. Способен определить и реализовать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки	<p>УК-6.1. Знает основы планирования профессиональной траектории с учетом особенностей профессиональной деятельности и требований рынка труда.</p> <p>УК-6.2. Умеет планировать самостоятельную деятельность в решении профессиональных задач, подвергать</p>	<p><b>знать:</b> основы планирования профессиональной траектории с учетом особенностей профессиональной деятельности и требований рынка труда;</p> <p><b>уметь:</b> планировать самостоятельную деятельность в решении профессиональных задач, подвергать критическому анализу</p>	Задания рейтинг контроля. Отчет по лабораторным работам.

	критическому анализу проделанную работу, находить и использовать имеющийся опыт в соответствии с задачами саморазвития. УК-6.3. Владеет способами управления своей познавательной деятельностью и ее совершенствования на основе самооценки и принципов образования в течение всей жизни.	проделанную работу, находить и использовать имеющийся опыт в соответствии с задачами саморазвития; <b>владеть:</b> способами управления своей познавательной деятельностью и ее совершенствования на основе самооценки и принципов образования в течение всей жизни;	
ОПК-1 Способен анализировать и выявлять естественно-научную сущность проблем управления в технических системах на основе положений, законов и методов в области естественных наук и математики	ОПК-1.1 Знает законы и методы в области естественных наук и математики для использования в профессиональной деятельности. ОПК-1.2 Умеет анализировать и выявлять естественно-научную сущность проблем управления в технических системах; формулировать задачи управления в технических системах. ОПК-1.3 Владеет навыками рассматривать возможные варианты решения задачи, оценивая их достоинства и недостатки.	<b>знать:</b> законы и методы в области естественных наук и математики для использования в профессиональной деятельности; <b>уметь:</b> анализировать и выявлять естественно-научную сущность проблем управления в технических системах; формулировать задачи управления в технических системах; <b>владеть:</b> навыками рассматривать возможные варианты решения задачи, оценивая их достоинства и недостатки;	Задания рейтинг контроля. Отчет по лабораторным работам.
ОПК-3 Способен самостоятельно решать задачи управления в технических системах на базе последних достижений науки и техники	ОПК-3.1 Знает принципы построения систем автоматизации и управления, их аппаратные и программные средства. ОПК-3.2 Умеет определять возможные методы решения задач управления в технических системах. ОПК-3.3 Владеет навыками оценивания возможных методов решения задач управления в технических системах	<b>знать:</b> принципы построения систем автоматизации и управления <b>уметь:</b> определять возможные методы решения задач управления в технических системах. <b>владеть:</b> навыками оценивания возможных методов решения задач управления в технических системах	Задания рейтинг контроля. Отчет по лабораторным работам.
ОПК-9. Способен разрабатывать методики и выполнять эксперименты на действующих объектах с обработкой результатов на основе современных информационных технологий и технических средств	ОПК-9.1 Знает современные методики проведения и обработки результатов эксперимента. ОПК-9.2 Умеет разрабатывать методики и выполнять эксперименты на действующих объектах ОПК-9.3 Владеет навыками обработки результатов экспериментов на основе со-	<b>знать:</b> современные методики проведения и обработки результатов эксперимента; <b>уметь:</b> разрабатывать методики и выполнять эксперименты на действующих объектах; <b>владеть</b> навыками обработки результатов экспериментов на основе современных информационных	Отчет по лабораторным работам, КР

	временных информационных технологий и технических средств	технологий и технических средств;	
ПК-4 – Способен к организации и проведению экспериментальных исследований и компьютерного моделирования с применением современных средств и методов	ПК-4.1. Знает методы проведения экспериментальных исследований и компьютерного моделирования. ПК-4.2. Умеет проводить экспериментальные исследования и компьютерное моделирование с применением современных средств и методов. ПК-4.3. Владеет навыками выполнения экспериментов и оформлению результатов исследований	<b>знать:</b> теоретические основы моделирования как научного метода; этапы математического моделирования объектов и систем управления; <b>уметь:</b> систематизировать информацию об объекте управления; выбирать класс математической модели и метод исследования модели; выбирать способ построения математической модели и метод исследования модели; <b>владеть:</b> методикой построения алгоритмов формализации задач математического моделирования объектов и систем управления;	КР

#### 4. ОБЪЕМ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Трудоемкость дисциплины составляет 11 зачетных единиц, 396 часов

##### Тематический план форма обучения – очная

№ п/п	Наименование тем и/или разделов/тем дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Контактная работа обучающихся с педагогическим работником				Самостоятельная работа	Формы текущего контроля успеваемости, форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	в форме практической подготовки		
1	Предмет и задачи курса. Математическое моделирование объектов и систем. Основные понятия, задачи и этапы.	1	1	2		2		10	
2	Этапы математического моделирования объекта исследования до проведения вычислительного эксперимента. Примеры.	1	2-3	1		2	1	20	

3	Оценка точности и адекватности модели. Критерии адекватности.	1	4-5	2		2		20	
4	Особенности построения математических моделей.	1	6-7	2		2		9	рейтинг-контроль 1
5	Языки и системы моделирования. Математическая система MATHCAD.	1	8-9	2		2		20	
6	Выбор математической модели и моделирование в системе MATHCAD.	1	10-11	1		2	1	30	
7	Математическая система MATLAB (Simulink).	1	12-13	2		2		15	рейтинг-контроль 2
8	Выбор математической модели и моделирование в системе MATLAB (Simulink).	1	14-16	2		2		10	
9	Математические системы Statgraphics. TCWIN.	1	17-18	2		2		10	рейтинг-контроль 3
<b>Всего за 1 семестр:</b>				<b>16</b>		<b>18</b>	<b>2</b>	<b>144</b>	<b>Зачет</b>
Наличие в дисциплине КП/КР									
10	Компьютерное моделирование и вычислительный эксперимент	2	1-3	4		2		10	
11	Моделирование систем управления	2	4-6	2		2		15	рейтинг-контроль 1
12	Компьютерное моделирование при обработке опытных данных.	2	7-8	2		2		30	
13	Проведение вычислительных экспериментов на моделях линейных систем управления.	2	9-11	2		2		15	
14	Моделирование силовых полупроводниковых преобразователей в системах электропривода.	2	12-13	1		4	1	10	рейтинг-контроль 2
15	Моделирование исполнительных устройств.	2	14-15	2		2		25	
16	Проведение вычислительных экспериментов на моделях с нейрорегулятором.	2	16-18	3		4	1	30	рейтинг-контроль 3
<b>Всего за 2 семестр:</b>				<b>16</b>		<b>18</b>	<b>2</b>	<b>135</b>	<b>экзамен (45)</b>
Наличие в дисциплине КП/КР						+			<b>зачет</b>
<b>Итого по дисциплине</b>				<b>32</b>		<b>36</b>	<b>4</b>	<b>279</b>	<b>экзамен (45), зачет</b>

### Содержание лекционных занятий по дисциплине

#### 1 семестр

1. Предмет и задачи курса. Математическое моделирование объектов и систем. Основные понятия, задачи и этапы. Основы математического моделирования: цель моделирования, понятие математической модели, основные требования к математическим моделям
2. Этапы математического моделирования объекта исследования до проведения вычислительного эксперимента. Примеры.
3. Оценка точности и адекватности модели. Критерии адекватности.

4. Особенности построения математических моделей.
5. Языки и системы моделирования. Математическая система MATHCAD.
6. Выбор математической модели и моделирование в системе Mathcad.
7. Математическая система MATLAB (Simulink).
8. Выбор математической модели и моделирование в системе MATLAB (Simulink).
9. Математические системы Statgraphics. TCWIN.

### 2 семестр

10. Компьютерное моделирование и вычислительный эксперимент.
11. Моделирование систем управления.
12. Компьютерное моделирование при обработке опытных данных.
13. Проведение вычислительных экспериментов на моделях линейных систем управления.
14. Моделирование силовых полупроводниковых преобразователей в системах электропривода.
15. Моделирование исполнительных устройств.
16. Проведение вычислительных экспериментов на моделях с нейро регулятором

## Содержание лабораторных занятий по дисциплине

### 1 семестр

1. Проведение вычислительных экспериментов на моделях линейных систем управления.
2. Моделирование и анализ нелинейных систем управления.
3. Моделирование и анализ цифровых систем управления.
4. Использование программы Signal Constraint в моделировании средств управления.
5. Моделирование средств управления с помощью пакета «SISO-Design Tool».
6. Моделирование управляемого выпрямителя.
7. Моделирование транзисторных широтно-импульсных преобразователей.

### 2 семестр

1. Проведение вычислительных экспериментов на модели автономного инвертора напряжения.
2. Моделирование электропривода постоянного тока базе управляемого выпрямителя с ПИ регулятором тока и П регулятором частоты вращения.
3. Моделирование следящей системы на базе двигателя постоянного тока.
4. Проведение вычислительных экспериментов на модели асинхронного электропривода.
5. Моделирование асинхронного электропривода с векторным управлением.
6. Моделирование вентильного привода на базе синхронного двигателя с постоянными магнитами.
7. Проведение вычислительных экспериментов на модели электропривода с нейро регулятором.

Количество и перечень обязательных лабораторных работ выбирается лектором. Лабораторные занятия реализованы в среде MATLAB и MATHCAD.

## 5. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

**5.1. Текущий контроль успеваемости (рейтинг-контроль 1, рейтинг-контроль 2, рейтинг-контроль 3).**

### ВОПРОСЫ

**к рейтинг-контролю знаний студентов  
1 семестр**

**Рейтинг-контроль 1**

Задание 1. Построение рабочих и динамических характеристик двигателя постоянного тока с последовательным возбуждением в среде MATLAB - Simulink.

**Рейтинг-контроль 2**

Задание 2. Построение рабочих и динамических характеристик асинхронного двигателя в среде MATLAB - Simulink.

**Рейтинг-контроль 3**

Задание 3. Построение рабочих и динамических характеристик вентильного двигателя в среде MATLAB - Simulink.

**ВОПРОСЫ  
к рейтинг-контролю знаний студентов  
2 семестр**

**Рейтинг-контроль 1**

1. Использование программы Signal Constraint в моделировании средств управления.

**Рейтинг-контроль 2**

1. Моделирование средств управления с помощью пакета «SISO-Design Tool».

**Рейтинг-контроль 3**

3. Проведение вычислительных экспериментов на модели электропривода с нейро регулятором

**4.2. Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины (зачет, экзамен).**

**Вопросы к зачету**

1. Введение в среду MATLAB.
2. Моделирование средств управления.
  - 2.1 Использование Simulink LTI-Viewer для анализа динамических систем.
  - 2.2 Построение ЛАЧХ и ЛФЧХ средств управления.
  - 2.3 Использование программы Signal Constraint в моделировании средств управления.
  - 2.4 Моделирование средств управления с помощью пакета «SISO-Design Tool».
3. Силовые полупроводниковые преобразователи в системах электропривода.
  - 3.1 Управляемые выпрямители.
  - 3.2 Моделирование управляемых выпрямителей.
4. Электроприводы постоянного тока
  - 4.1 Математическое описание, передаточные функции и структурные схемы двигателей постоянного тока.
  - 4.2 Двигатель постоянного тока с независимым возбуждением и его Simulink-модель.
  - 4.3 Двигатель постоянного тока с параллельным возбуждением и его Simulink-модель.
  - 4.4 Двигатель постоянного тока с последовательным возбуждением и его Simulink-модель.

### Вопросы к экзамену

1. Введение в среду MATLAB.
2. Моделирование средств управления.
  - 2.5 Использование Simulink LTI-Viewer для анализа динамических систем.
  - 2.6 Построение ЛАЧХ и ЛФЧХ средств управления.
  - 2.7 Использование программы Signal Constraint в моделировании средств управления.
  - 2.8 Моделирование средств управления с помощью пакета «SISO-Design Tool».
3. Силовые полупроводниковые преобразователи в системах электропривода.
  - 3.3 Управляемые выпрямители.
  - 3.4 Моделирование управляемых выпрямителей.
4. Электроприводы постоянного тока
  - 4.5 Математическое описание, передаточные функции и структурные схемы двигателей постоянного тока.
  - 4.6 Двигатель постоянного тока с независимым возбуждением и его Simulink-модель.
  - 4.7 Двигатель постоянного тока с параллельным возбуждением и его Simulink-модель.
  - 4.8 Двигатель постоянного тока с последовательным возбуждением и его Simulink-модель.
  - 4.9 Моделирование электропривода постоянного тока базе управляемого выпрямителя с ПИ регулятором тока и П регулятором частоты вращения в Mathcad.
  - 4.10 Моделирование следящей системы на базе двигателя постоянного тока.
  - 4.11 Описание модели следящей системы в среде MATLAB.
  - 4.12 Анализ результатов моделирования.
5. Асинхронные электроприводы
  - 5.1 Модель асинхронной машины с короткозамкнутым ротором в Mathcad.
  - 5.2 Модель асинхронной машины с фазным ротором.
  - 5.3 Расчет рабочих характеристик АД.
6. Проведение вычислительных экспериментов на моделях с нейрорегулятором.

#### 4.3. Самостоятельная работа обучающегося.

В плане самостоятельной работы студентами выполняются приведенные задания для самостоятельной работы.

#### Задания для самостоятельной работы студентов

##### 1 семестр

1. Этапы математического моделирования.
2. Оценка точности адекватности модели. Критерии адекватности.
3. Особенности построения математических моделей.
4. Языки и системы моделирования. Математическая система MATHCAD.
5. Выбор математической модели и моделирование в системе Mathcad.
6. Выбор математической модели и моделирование в системе MATLAB (Simulink).

##### 2 семестр

1. Математические системы Statgraphics и TCWIN.
2. Моделирование систем управления
3. Компьютерное моделирование при обработке опытных данных.
4. Проведение вычислительных экспериментов на моделях линейных систем управления.
5. Моделирование силовых полупроводниковых преобразователей в системах электропривода.
6. Моделирование исполнительных устройств.
7. Проведение вычислительных экспериментов на моделях с нейрорегулятором.

#### Тематика курсовых работ

1. Разработка имитационного лабораторного стенда в среде Matlab, для исследования широко - импульсного преобразователя.
2. Разработка виртуального лабораторного стенда для исследования характеристик вентиляционных двигателей.
3. Моделирование и исследование автоматической системы регулирования скорости ДПТ с нейрорегулятором.
4. Моделирование и исследование следящего электропривода с нейрорегулятором.

Фонд оценочных материалов (ФОМ) для проведения аттестации уровня сформированности компетенций обучающихся по дисциплине оформляется отдельным документом.

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 6.1. Книгообеспеченность

Наименование литературы: автор, название, вид издания, издательство	Год издания	КНИГООБЕСПЕЧЕННОСТЬ
		Наличие в электронной библиотеке ВлГУ (дата обращения)
1	2	3
<b>Основная литература</b>		
1. Имитационное моделирование: Учебное пособие / Н.Б. Кобелев, В.А. Половников, В.В. Девятков; Под общ. ред. д-ра экон. наук Н.Б. Кобелева. - М.: КУРС: НИЦ Инфра-М, 2013. - ISBN 978-5-905554-17-9	2013	<a href="http://znnium.com/">http://znnium.com/</a> 97
2. Моделирование систем и процессов: Учебное пособие / Н.Г. Чикуров. - М.: ИЦ РИОР: НИЦ Инфра-М, 2013. - 398 с.: ISBN 978-5-369-01167-6	2013	<a href="http://znanium.com/">http://znanium.com/</a>
3. Дьяконов В.П. MATLAB. Полный самоучитель. / Дьяконов В.П.— М.: ДМК Пресс, 2014.— 768 с.—	2014	<a href="http://www.iprbookshop.ru/7911">http://www.iprbookshop.ru/7911</a>
<b>Дополнительная литература</b>		
1. Электрические машины, электропривод и системы интеллектуального управления электротех. комплексами /А.Е.Поляков, А.В.Чесноков, Е.М.Филимонова - М.: Форум,ИНФРА-М, 2015. - 224 с.: ISBN 978-5-00091-071-9,	2015	<a href="http://znnium.com/">http://znnium.com/</a>
2. Моделирование электротехнических систем /ГуроваЕ.Г. - Новосиб.: НГТУ, 2014. - 52 с.: ISBN 978-5-7782-2569-5	2014	<a href="http://znanium.com/">http://znanium.com/</a>
3.Лиходеев С. И. Методические указания к лабораторным работам по дисциплине «Математическое моделирование объектов и систем управления» (ВлГУ), 2012 .— 55с	2012	<a href="http://index.lib.vlsu.ru/">http://index.lib.vlsu.ru/</a>

### 6.2. Периодические издания

1. Журнал «Информационные технологии». ISBN: 978-5-482-01401-1.

2. Журнал «Силовая электроника» – режим доступа: <http://power-e.ru>.

### **6.3. Интернет-ресурсы**

1. <http://www.exponenta.ru/>
2. <http://matlab.exponenta.ru/index.php>
3. <http://elibrary.ru>, Научная электронная библиотека.

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

Для реализации данной дисциплины имеются специальные помещения для проведения занятий лекционного типа, занятий лабораторного типа, курсового проектирования, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы.

Лабораторные занятия проводятся в аудиториях кафедры ВТиСУ 117-3, 118-3.

Перечень используемого лицензионного программного обеспечения: MATLAB; MATHCAD, VISIO; Word.

Рабочую программу составил



С.И.Лиходеев, к.т.н., доцент

Рецензент (представитель работодателя):

Зам.начальника отдела ЗАО «Автоматика»



В.М. Дерябин, к.т.н., доцент

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ВТ и СУ  
Протокол № 1 от 31.08.21 года

Заведующий кафедрой ВТ и СУ



В.Н. Ланцов

Программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии  
направления 27.04.04 «Управление в технических системах»

Протокол № 1 от 31.08.21 года

Председатель комиссии



А.Б.Градусов