

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 | УК-1.1. Знает принципы сбора, отбора и обобщения информации, методики системного подхода для решения профессиональных задач. УК-1.2. Умеет анализировать и систематизировать разнородные данные, оценивать эффективность процедур анализа проблем и принятия решений в профессиональной деятельности. УК-1.3. Владеет методологией системного и критического анализа проблемных ситуаций; методиками постановки цели, определения способов ее достижения, разработки стратегий действий. | знать: принципы сбора, отбора и обобщения информации, методики системного подхода для решения профессиональных задач; уметь: анализировать и систематизировать разнородные данные, оценивать эффективность процедур анализа проблем и принятия решений в профессиональной деятельности; владеть: методологией системного и критического анализа проблемных ситуаций; методиками постановки цели, определения способов ее достижения, разработки стратегий действий; | Задания рейтинг контроля. Отчет по лабораторным работам. |
| УК-6. Способен определить и реализовать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки | УК-6.1. Знает основы планирования профессиональной траектории с учетом особенностей профессиональной деятельности и требований рынка труда. УК-6.2. Умеет планировать самостоятельную деятельность в решении профессиональных задач, подвергать | знать: основы планирования профессиональной траектории с учетом особенностей профессиональной деятельности и требований рынка труда; уметь: планировать самостоятельную деятельность в решении профессиональных задач, подвергать критическому анализу | 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; владеть: 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. | знать: законы и методы в области естественных наук и математики для использования в профессиональной деятельности; уметь: анализировать и выявлять естественно-научную сущность проблем управления в технических системах; формулировать задачи управления в технических системах; владеть: 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 | знать: принципы построения систем автоматизации и управления уметь: определять возможные методы решения задач управления в технических системах. владеть: 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- | знать: современные методики проведения и обработки результатов эксперимента; уметь: разрабатывать методики и выполнять эксперименты на действующих объектах; владеть 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 | знать: теоретические основы моделирования как научного метода; этапы математического моделирования объектов и систем управления; уметь: систематизировать информацию об объекте управления; выбирать класс математической модели и метод исследования модели; выбирать способ построения математической модели и метод исследования модели; владеть: 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 |
| Всего за 1 семестр: | | | | 16 | | 18 | 2 | 144 | Зачет |
| 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 |
| Всего за 2 семестр: | | | | 16 | | 18 | 2 | 135 | экзамен (45) |
| Наличие в дисциплине КП/КР | | | | | | + | | | зачет |
| Итого по дисциплине | | | | 32 | | 36 | 4 | 279 | экзамен (45), зачет |

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 |
| Основная литература | | |
| 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 | http://znnium.com/ 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 | http://znanium.com/ |
| 3. Дьяконов В.П. MATLAB. Полный самоучитель. / Дьяконов В.П.— М.: ДМК Пресс, 2014.— 768 с.— | 2014 | http://www.iprbookshop.ru/7911 |
| Дополнительная литература | | |
| 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 | http://znnium.com/ |
| 2. Моделирование электротехнических систем /ГуроваЕ.Г. - Новосиб.: НГТУ, 2014. - 52 с.: ISBN 978-5-7782-2569-5 | 2014 | http://znanium.com/ |
| 3.Лиходеев С. И. Методические указания к лабораторным работам по дисциплине «Математическое моделирование объектов и систем управления» (ВлГУ), 2012 .— 55с | 2012 | http://index.lib.vlsu.ru/ |

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