



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Дальневосточный федеральный университет»
(ДФУ)

ИНЖЕНЕРНАЯ ШКОЛА

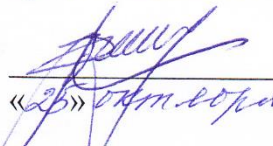
«СОГЛАСОВАНО»

Руководитель ОП 15.04.04
Автоматизация технологических
процессов и производств


Змеу К.В.
«25» октября 2019 г.

«УТВЕРЖДАЮ»

Зав. кафедрой технологий
промышленного производства


Змеу К.В.
«25» октября 2019 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Модельно-ориентированное исследование промышленных объектов и систем

Направление подготовки 15.04.04 Автоматизация технологических процессов и производств

Магистерская программа «Автоматизация технологических процессов и производств (в промышленности)»

Форма подготовки очная

курс 1,2, семестр 1,2,3

практические занятия - 144 час.

в том числе с использованием МАО лек. 0 /пр. 36 /лаб. 0 час.

всего часов аудиторной нагрузки - 144 час.

в том числе с использованием МАО - 36 час.

самостоятельная работа – 432 час.

в том числе на подготовку к экзамену – 45 час.

курсовая работа–1,2 семестр

зачет - 1,2 семестр

экзамен – 3 семестр

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями образовательного стандарта ДВФУ, утвержденного приказом ректора от 07.07.2015 № 12-13-1282

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры технологий промышленного производства, протокол № 2 от «25» октября 2019 г.

Заведующий кафедрой Змеу К.В.

Составитель: к.т.н., доцент Ноткин Б.С.

I. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры:

Протокол от « _____ » _____ 20__ г. № _____

Заведующий кафедрой _____ К.В. Змеу

II. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры:

Протокол от « _____ » _____ 20__ г. № _____

Заведующий кафедрой _____ К.В. Змеу

Аннотация дисциплины

«Модельно-ориентированное исследование промышленных объектов и систем»

Дисциплина «Модельно-ориентированное исследование промышленных объектов и систем» предназначена для студентов направления подготовки 15.04.04 Автоматизация технологических процессов и производств, магистерской программы «Автоматизация технологических процессов и производств (в промышленности)».

Общая трудоемкость дисциплины составляет 16 зачетных единиц, т.е. 576 часов. Учебным планом предусмотрены практические занятия (144 час.), самостоятельная работа студента (432 час), курсовая работа. Дисциплина реализуется на 1,2 курсе в первом, втором и третьем семестрах.

Дисциплина «Модельно-ориентированное исследование промышленных объектов и систем» относится к дисциплинам базовой части. Дисциплине «Модельно-ориентированное исследование промышленных объектов и систем» предшествует освоение дисциплины: «Моделирование процессов и систем», «Теория автоматического управления».

Содержание разделов дисциплины «Модельно-ориентированное исследование промышленных объектов и систем» согласовано с содержанием дисциплин, изучаемых параллельно: «Современная теория управления», «Автоматизированные приводы промышленного оборудования», «Измерения, передача и обработка сигналов в технических системах»

Целью изучения дисциплины «Модельно-ориентированное исследование промышленных объектов и систем» является формирование теоретических и практических компетенций в области целостного представления, понимания места и роли, а также применения модельно-ориентированного подхода при исследовании, анализе, прогнозировании и управлении промышленными объектами и системами.

В ходе достижения целей решаются следующие **задачи**:

- знакомство студентов с системным подходом к проектированию и исследованию технических систем;
- формирование специальных математических компетенций, необходимых для моделирования промышленных объектов и систем;
- развитие у студентов навыков самостоятельной творческой работы в условиях проектного обучения;
- развитие способностей применять математический аппарат для решения задач моделирования;
- формирование навыков работы с интегрированными средами для математического моделирования систем.

Для успешного изучения дисциплины «Модельно-ориентированное исследование промышленных объектов и систем» у обучающихся должны быть сформированы следующие предварительные компетенции:

- знание содержания курсов математического анализа, векторной алгебры, аналитической геометрии, дифференциального исчисления, теории вероятностей и математической статистики;
- умение анализировать математическую литературу по разделам дисциплины;
- владение навыками поиска необходимой информации в локальных и глобальных информационных сетях, навыками применения информационных технологий для решения математических задач.

В результате изучения данной дисциплины у обучающихся формируются следующие элементы компетенций:

| Код и формулировка компетенции | Этапы формирования компетенции |
|--------------------------------|--------------------------------|
|--------------------------------|--------------------------------|

| | | |
|--|---------|---|
| способностью к абстрактному мышлению, анализу, синтезу (ОК-1) | Знает | методы анализа и синтеза информации. |
| | Умеет | абстрактно мыслить; анализировать и обобщать полученную в ходе исследования информацию |
| | Владеет | способностью к абстрактному мышлению, анализу и синтезу |
| способностью: выполнять анализ состояния и динамики функционирования средств и систем автоматизации, контроля, диагностики, испытаний и управления качеством продукции, метрологического и нормативного обеспечения производства, стандартизации и сертификации с применением надлежащих современных методов и средств анализа; исследовать причины брака в производстве и разрабатывать предложения по его предупреждению и устранению (ПК-9) | Знает | аппаратную базу, принципы построения и технические характеристики современных средств измерительной техники, применяемой при разработке систем автоматизации и управления; основные положения государственной и международной систем стандартизации и сертификации; |
| | Умеет | проектировать сложные системы и комплексы управления с учетом особенностей объектов |
| | Владеет | современными программными средствами для выполнения проектно-конструкторских работ |
| способностью разрабатывать теоретические модели, позволяющие исследовать качество выпускаемой продукции, производственных и технологических процессов, средств и систем автоматизации, контроля, диагностики, испытаний и управления, проводить анализ, синтез и оптимизацию процессов автоматизации, управления производством, жизненным циклом продукции и ее качеством на основе проблемно-ориентированных методов (ПК-18) | Знает | методы построения математических моделей технических объектов, технологических процессов и производств как объектов автоматизации и управления; принципы управления, формы представления математических моделей объектов и систем управления; |
| | Умеет | выполнять параметризацию математических моделей технических систем, идентификацию их параметров; использовать методы анализа и синтеза систем управления |
| | Владеет | математическими методами описания и анализа технических систем, численными методами и программным обеспечением для моделирования |

| | | |
|--|---------|--|
| | | динамических процессов в технических системах |
| способностью проводить математическое моделирование процессов, оборудования, средств и систем автоматизации, контроля, диагностики, испытаний и управления с использованием современных технологий научных исследований, разрабатывать алгоритмическое и программное обеспечение средств и систем автоматизации и управления (ПК-19) | Знает | математические и алгоритмические основы анализа качества работы технических систем; основные конструкции и способы записи алгоритма на одном из современных языков программирования высокого уровня |
| | Умеет | синтезировать модели объектов автоматизации различной физической природы; использовать методы современной теории автоматического управления и вычислительной математики при исследовании и проектировании систем управления |
| | Владеет | современными программными пакетами для анализа переходных процессов в технических системах; инструментами для разработки прикладного программного обеспечения |
| способностью разрабатывать научно-технический эксперимент и проводить испытания, в том числе дистанционно с использованием Центров коллективного пользования и облачных сетевых ресурсов (ПК-23) | Знает | методы обработки результатов экспериментальных исследований |
| | Умеет | разрабатывать программы и методики испытаний технических объектов и систем управления |
| | Владеет | приемами постановки задач на проведение экспериментов |

I. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА

Практические занятия (144 часа)

Модуль 1. Программирование как инструмент модельно-ориентированного исследования (36 часов)

Занятие 1. Введение в дисциплину через примеры практических задач (4 часа)

Занятие 2. Интегрированная среда разработки SEILAB (4 часа)

Занятие 3. Синтаксис и семантика языка программирования SEILAB (4 часа)

Занятие 4. Практикум по программированию: отладка кода (4 часа)

Занятие 5. Практикум по программированию: реализация высокопроизводительных решений (4 часа)

Занятие 6. Обзор алгоритмического инструментария SEILAB (Toolboxes) (4 часа)

Занятие 7. Случайные сигналы, их характеристики и алгоритмическая реализация стохастических процессов методе Монте-Карло (4 часа)

Занятия 8. Разработка графических интерфейсов пользователя (GUI) в среде SEILAB (4 часа)

Занятие 9. Автоматическая генерация кода для встраиваемых систем (4 часа)

Модуль 2. Динамика технических систем в терминах современной теории автоматического управления (36 часов)

Занятие 1. Виды динамических систем и способы их описания (4 часа)

Занятие 2. Описание в форме пространства состояний: непрерывная и дискретная форма (4 часа)

Занятие 3. Практика построения моделей динамических систем по экспериментальным данным: параметрическая идентификация (4 часа)

Занятие 4. Практика построения моделей динамических систем по экспериментальным данным: структурная идентификация (4 часа)

Занятие 5. Управляемость и наблюдаемость (4 часа)

Занятие 6. Нелинейные динамические системы: виды и способы описания (4 часа)

Занятие 7. Нестационарные динамические системы: виды и способы описания (4 часа)

Занятие 8. Синтез наблюдателей состояния (4 часа)

Занятие 9. Элементы робастного, адаптивного и оптимального управления (4 часа)

Модуль 3. Введение в методы вычислительной математики (36 часов)

Занятие 1. Аналитическая геометрия (4 часа)

Занятие 2. Линейная алгебра (4 часа)

Занятие 3. Метод наименьших квадратов (4 часа)

Занятие 4. Интерполяция и экстраполяция (4 часа)

Занятие 5. Теория вероятностей и статистика (4 часа)

Занятие 6. Введение в теорию оптимизации (4 часа)

Занятие 7. Нейронные сети (4 часа)

Занятие 8. Искусственный интеллект (4 часа)

Занятие 9. Компьютерное зрение (4 часа)

Модуль 4. Цикл научно-практических семинаров (МАО, 36 часов)

Цикл содержит 18 занятий, каждое из которых длится 2 академических часа, проводится по единому сценарию и является реализацией проблемно-ориентированного обучения в интерактивной форме. К занятию один из студентов группы готовит доклад по теме своей магистерской работы в контексте модельно-ориентированного исследования, представляет его в форме проекта, докладывает и защищает. При этом остальные члены группы студентов во главе с преподавателем сначала выступают в роли непримиримых оппонентов, а затем силами всех участников занятия реализуется мозговой штурм, направленный на развитие представленной работы. Преподаватель здесь выступает в роли модератора мероприятия, и, по мере необходимости, в роли эксперта.

**II. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ
САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «Модельно-ориентированное исследование промышленных объектов и систем» представлено в Приложении 1 и включает в себя:

план-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине, в том числе примерные нормы времени на выполнение по каждому заданию;

характеристика заданий для самостоятельной работы обучающихся, методические рекомендации по их выполнению и критерии оценки выполнения самостоятельной работы.

III. КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ КУРСА

| № п/п | Контролируемые модули /разделы /темы дисциплины | Коды и этапы формирования элементов компетенций | Оценочные средства-наименование | | |
|-------|---|---|---|---|--|
| | | | текущий контроль | промежуточная аттестация | |
| 1 | Модуль 1. Программирование как инструмент модельно-ориентированного исследования | ОК-1ПК-19 | <p>знает: основные конструкции и способы записи алгоритма на одном из современных языков программирования высокого уровня</p> <p>умеет: разрабатывать алгоритмическое и программное обеспечение средств и систем автоматизации и управления</p> <p>владеет: инструментами для разработки прикладного программного обеспечения</p> | <p>собеседование, решение задач по программированию в системе http://grade.r.mathworks.com</p> | Зачет по результатам выполнения самостоятельных работ; выполнение и защита курсовой работы (семестр I) |
| 2 | Модуль 2. Динамика технических систем в терминах современной теории автоматического управления. | ОК-1ПК-18, 19, 23 | <p>знает: принципы управления, формы представления математических моделей объектов и систем управления; методы построения математических моделей технических объектов, технологических процессов и производств как объектов автоматизации и управления</p> <p>умеет: выполнять параметризацию математических моделей технических систем, идентификацию их параметров; разрабатывать программы и методики испытаний технических объектов и систем управления</p> <p>владеет: математическими методами описания и анализа технических систем и современными программными пакетами для анализа переходных процессов в технических системах</p> | <p>собеседование, контроль выполнения заданий для самостоятельной работы</p> | Зачет по результатам выполнения самостоятельных работ; выполнение и защита курсовой работы (семестр I) |
| 3 | Модуль 3. Введение в методы вычислительной | ОК-1ПК-18, 19, | <p>знает: математические и алгоритмические основы анализа качества работы технических систем; методы обработки результатов экспериментальных исследований</p> | <p>собеседование, контроль выполнения заданий</p> | Зачет по результатам выполнения самостоятельных работ; |

| | | | | | |
|---|--|--------------------------------|---|--------------------------------|--|
| | математики | 23 | умеет: использовать методы современной теории автоматического управления и вычислительной математики при исследовании и проектировании систем управления владеет: численными методами и программным обеспечением для моделирования динамических процессов в технических системах; приемами постановки задач на проведение экспериментов | для самостоятельной работы | выполнение и защита курсовой работы (семестр II) |
| 4 | Модуль 4. Цикл научно-практических семинаров | ОК-1 ПК-9, 18, 19, 23 | знает: аппаратную базу, принципы построения и технические характеристики современных средств измерительной техники, применяемой при разработке систем автоматизации и управления; основные положения государственной и международной систем стандартизации и сертификации умеет: проектировать сложные системы и комплексы управления с учетом особенностей объектов владеет: современными программными средствами для выполнения проектно-конструкторских работ | собеседование, защиты проектов | экзамен |

Типовые контрольные задания, методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности, а также критерии и показатели, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы, представлены в Приложении 2.

IV. СПИСОК УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Основная литература

(электронные и печатные издания)

1. Поршнеv, С.В. Компьютерное моделирование физических процессов в пакете MATLAB [Электронный ресурс]: учебное пособие / С.В. Поршнеv. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург: Лань, 2011. — 736 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/650>. — Загл. с экрана.

2. Ощепков, А.Ю. Системы автоматического управления: теория, применение, моделирование в MATLAB [Электронный ресурс]: учебное пособие / А.Ю. Ощепков. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург: Лань, 2013. — 208 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/5848>. — Загл. с экрана

3. Моделирование мехатронных систем в среде MATLAB (Simulink / SimMechanics) [Электронный ресурс]: учебное пособие для высших учебных заведений/ В.М. Мусалимов [и др.]. — Электрон. текстовые данные. — СПб.: Университет ИТМО, 2013. — 115 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/68668.html>. — ЭБС «IPRbooks»

Дополнительная литература

(печатные и электронные издания)

1. Моделирование систем управления с применением Matlab: учеб. пособие / А.Н. Тимохин, Ю.Д. Румянцев ; под ред. А.Н. Тимохина. — М.: ИНФРА-М, 2017. — 256 с. + Доп. материалы [Электронный ресурс; Режим доступа <http://www.znaniium.com>]. —(Высшее образование). — www.dx.doi.org/10.12737/14347. - Режим доступа: <http://znaniium.com/catalog/product/590240>

2. Чельшков П.Д. Моделирование инженерных систем и технологических процессов [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Чельшков П.Д., Дорошенко А.В., Волков А.А.— Электрон. текстовые данные. — М.: Московский государственный строительный университет, ЭБС АСВ, 2017. — 64 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/76388.html>. — ЭБС «IPRbooks»

3. Моделирование электропривода: учеб. пособие / М.И. Аксёнов. — М.: ИНФРА-М, 2017. — 135 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). - Режим доступа: <http://znaniium.com/catalog/product/900843>

4. Масягин В.Б. Математическое моделирование и информационные технологии при проектировании [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Масягин В.Б., Волгина Н.В.— Электрон. текстовые данные. — Омск: Омский

государственный технический университет, 2017. — 167 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/78442.html>. — ЭБС «IPRbooks»

5. Математическое моделирование и дифференциальные уравнения [Электронный ресурс]: учебное пособие для магистрантов всех направлений подготовки/ М.Е. Семенов [и др.]. — Электрон. текстовые данные. — Воронеж: Воронежский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2017. — 149 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/72918.html>. — ЭБС «IPRbooks»

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Онлайн курсы на Национальной платформе открытого образования openedu.ru, рекомендуемые для закрепления и/или более глубокого изучения материала при самостоятельной работе.

1. Управление мехатронными и робототехническими системами:

<https://openedu.ru/course/ITMOUniversity/ROBCTR/>

2. Системы автоматизированного проектирования:

<https://openedu.ru/course/ITMOUniversity/FUSENG/>

3. Элементы систем автоматического управления:

<https://openedu.ru/course/ITMOUniversity/ACSE/>

Перечень информационных технологий и программного обеспечения

| Место расположения компьютерной техники, на котором установлено программное обеспечение, количество рабочих мест | Перечень программного обеспечения |
|--|---|
| 690922, Приморский край, г. Владивосток, Фрунзенский р-н, Русский Остров, ул. Аякс п., д. 10, корпус Е, ауд. Е 423, компьютерный класс. Учебная аудитория для | Microsoft Office – офисный пакет, включающий программное обеспечение для работы с различными типами документов (текстами, электронными таблицами, базами данных и др.)- лицензия Standard Enrollment № 62820593. Дата окончания 2020-06-30. Родительская программа Campus 3 49231495. Торговый посредник: JSC "Softline Trade" Номер заказа торгового посредника: Tr000270647-18; |

| | |
|---|---|
| <p>проведения занятий лекционного и семинарского типа, практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.</p> | <p>AutoCAD Electrical 2015 Language Pack – English - трёхмерная система автоматизированного проектирования и черчения- Срок действия лицензии 10.09.2020. № договора 110002048940 в личном кабинете Autodesk; SprutCAM - Системы управления проектами, исследованиями, разработкой, проектированием и внедрением (10 учебных лицензий, 1 коммерческая) Сублицензионный договор №15-04-59 от 10.12.2015; СПРУТ-ОКП - Системы управления процессами организации, Информационные системы для решения специфических отраслевых задач (10 учебных лицензий, 1 коммерческая) Сублицензионный договор №15-04-59 от 10.12.2015; СПРУТ-ТП - Системы управления проектами, исследованиями, разработкой, проектированием и внедрением (10 учебных лицензий, 1 коммерческая) Сублицензионный договор №15-04-59 от 10.12.2015; КОМПАС-3D - Прикладное программное обеспечение общего назначения, Информационные системы для решения специфических отраслевых задач, Системы управления проектами, исследованиями, разработкой, проектированием и внедрением-договор 15-03-53 от 02.12.2015 Полная версия - Компас 3D v17. Key 566798581 (Vendor 46707). Количество лицензий 250 штук.; Siemens PLM: NX10 (52 учебных лицензии, 1 коммерческая), Teamcenter 10 (52 учебных лицензии, 1 коммерческая), Tecnomatix (12 учебных версий) Контракт №ЭА-011-14 от 3 апреля 2014; SolidWorks Education Edition Campus (500 академических лицензий) Договор №15-04-101 от 23.12.2015; Materialise Mimics Innovation Suite 15 (1 коммерческая лицензия), Materialise Magics 17 (1 коммерческая лицензия) Договор 13.G37.31.0010; DELLCAM PowerINSPECT (1 коммерческая лицензия), DELLCAM PowerSHAPE (1 коммерческая лицензия),DELLCAM PowerMILL (1 коммерческая лицензия), DELLCAM FeatureCAM (1 коммерческая лицензия) Контракт №ЭА-246-13 от 06.02.2014; Honeywell: UniSim Design, Profit Design Studio R 430 Договор SWS14 между ДВФУ и ЗАО "Хоневелл", протокол передачи ПО от 25.11.2014; ESET NOD32 Secure Enterprise Контракт №ЭА-091-18 от 24.04.2018.</p> |
| <p>690922, Приморский край, г. Владивосток, Фрунзенский р-н, Русский Остров, ул. Аякс п., д. 10, корпус L, ауд. L 210, лаборатория Промышленной автоматизации. Аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типа, лабораторных занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.</p> | <p>KUKA.WorkVisual (10 учебных лицензий) Договор № 20 00216116 0 000011 01 000287 41; KUKA.Sim Pro (10 учебных лицензий) Договор № 20 00202267 0 000011 02 000704 94; OKUMA One Touch IGF (4 учебных лицензии) ПО представлено в симуляторах OKUMA CNC</p> |

V. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

При изучении дисциплины существенное внимание отводится самостоятельной работе студентов. Эта работа должна выполняться

студентами своевременно, в темпе знакомства с материалами занятий, утвержденном календарным планом дисциплины. На основе оценки качества и своевременности выполнения самостоятельной работы осуществляется контроль текущей и промежуточной успеваемости студентов. Для повышения мотивации студентов выполнение оценка качества выполнения самостоятельных работ осуществляется в соревновательной форме.

Курсовые работы, предусмотренные учебным планом дисциплины, тематически связываются с темами и задачами индивидуальных диссертационных исследований студентов.

VI. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Для организации самостоятельной работы студентам доступно следующее лабораторное оборудование и специализированные кабинеты, соответствующие действующим санитарным и противопожарным нормам, а также требованиям техники безопасности:

| Наименование оборудованных помещений и помещений для самостоятельной работы | Перечень основного оборудования |
|--|---|
| 690922, Приморский край, г. Владивосток, Фрунзенский р-н, Русский Остров, ул. Аякс п., д. 10, корпус Е, ауд. Е 423, компьютерный класс. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типа, практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации | Помещение укомплектовано специализированной учебной мебелью (посадочных мест – 25). Место преподавателя (стол, стул), Оборудование: компьютер [HDD 2 TB; SSD 128 GB; комплектуется клавиатурой, мышью, монитором AOC 28” LI2868POU.30AGCT01WW P300. LENOVO](16 шт); Моноблок HP ProOne 400 All-in-One 19,5 (1600x900), Core i3-4150T, 4GB DDR3-1600 (1x4GB), 1TB HDD 7200 SATA, DVD+/-RW, GigEth, Wi-Fi, BT, usb kbd/mse, Win7Pro (64-bit)+Win8.1Pro(64-bit), 1-1-1 Wty (25 шт.) |
| 690922, Приморский край, г. Владивосток, Фрунзенский р-н, Русский Остров, ул. Аякс п., д. 10, корпус L, ауд. L 214а, лаборатория Металлорежущих станков. Лаборатория для проведения практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации | Токарно-фрезерный многофунк. обработ. центр модели MULTUS B200-Wx750 с системой ЧПУ OSP-P300AS Универсальный 5-осевой вертикальный фрезерный обработ. Центр MU-400VA с ЧПУ OSP-P200MA-H Универсальный токарный станок SPF-1000P Фрезерный станок FVV-125D Универсальный фрезерный станок JET JMD-26X2 XY Вертикально-фрезерный станок OPTI F-45 Станок универсально-фрезерный JTM-1050TS Универсальный токарный станок SPC-900PA Станок токарно-винторезный OPTI D320x920 Двухдисковый шлифовальный станок PROMA BKS-2500 Двухдисковый шлифовальный станок PROMA BKL-1500 |

| | |
|---|---|
| | <p>Станок токарно-винторезный Quantum D250x550/ Vario Станок вертикально-сверлильный настольный OPTI B23 Pro (2 шт)</p> |
| <p>690922, Приморский край, г. Владивосток, Фрунзенский р-н, Русский Остров, ул. Аякс п., д. 10, корпус L, ауд. L 210, лаборатория Промышленной автоматизации. Аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типа, лабораторных занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.</p> | <p>Оборудование электронное для создания двух стендов SIMOTION D Стенд с модульной приводной системой SINAMICS S120 Стенд с модульной приводной системой SINAMICS S120 Стенд с модульной универсальной системой ЧПУ SINUMERIK 840D SL PN (SIEMENS) Стенд с модульной универсальной системой ЧПУ SINUMERIK 840D SL PN (SIEMENS) Стенд с моноблочной приводной системой SINAMICS S120 COMBL DRIVE RACK (SIEMENS) Стенд с моноблочной приводной системой SINAMICS S120 COMBL DRIVE RACK (SIEMENS) Стенд с моноблочной системой ЧПУ (токарный вариант) SINUMERIK 828D Turning (SIEMENS) Стенд с моноблочной системой ЧПУ (фрезерный вариант) SINUMERIK 828D Milling (SIEMENS) Симулятор ЧПУ OKUM для фрезерных обрабатывающих центров Симулятор ЧПУ OKUM для фрезерных обрабатывающих центров Симулятор ЧПУ Okuma для токарно-фрезерных обрабатывающих центров Симулятор ЧПУ Okuma для токарно-фрезерных обрабатывающих центров</p> |
| <p>690922, Приморский край, г. Владивосток, остров Русский, полуостров Саперный, поселок Аякс, 10, корпус А - уровень 10. Читальные залы Научной библиотеки ДВФУ с открытым доступом к фонду</p> | <p>Моноблок HP ProOne 400 All-in-One 19,5 (1600x900), Core i3-4150T, 4GB DDR3-1600 (1x4GB), 1TB HDD 7200 SATA, DVD+/-RW, GigEth, Wi-Fi, BT, usbkbd/mse, Win7Pro (64-bit)+Win8.1Pro(64-bit), 1-1-1 Wtu Скорость доступа в Интернет 500 Мбит/сек. Рабочие места для людей с ограниченными возможностями здоровья оснащены дисплеями и принтерами Брайля; оборудованы: портативными устройствами для чтения плоскочечатных текстов, сканирующими и читающими машинами видеувелечителем с возможностью регуляции цветовых спектров; увеличивающими электронными лупами и ультразвуковыми маркировщиками</p> |

В целях обеспечения специальных условий обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в ДВФУ все здания оборудованы пандусами, лифтами, подъемниками, специализированными местами, оснащенными туалетными комнатами, табличками информационно-навигационной поддержки.



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Дальневосточный федеральный университет»
(ДФУ)

ИНЖЕНЕРНАЯ ШКОЛА

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ
РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

**по дисциплине «Модельно-ориентированное исследование
промышленных объектов и систем»**

Направление подготовки 15.04.04 Автоматизация технологических процессов и производств
Магистерская программа «Автоматизация технологических процессов и производств (в
промышленности)»

Форма подготовки очная

Владивосток
2020

План-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине

| № п/п | Дата/сроки выполнения | Вид самостоятельной работы | Примерные нормы времени на выполнение, час | Форма контроля |
|-------|-----------------------|---|--|---|
| 1 | 1-9 неделя | Задачи для закрепления материалов по Модулю 1: практикум по программирования | 74 | Система автоматического тестирования https://grader.mathworks.com |
| 2 | 10-18 неделя | Задачи для закрепления материалов по Модулю 2: синтез и анализ динамических систем | 28 | собеседование, контроль выполнения самостоятельных работ |
| 3 | 12-18 неделя | Подготовка и оформление курсовой работы | 90 | защита |
| 4 | 19-36 неделя | Задачи для закрепления материалов по Модулю 3: приложения методов вычислительной математики | 74 | собеседование, контроль выполнения самостоятельных работ |
| 5 | 27-36 неделя | Подготовка и оформление курсовой работы | 90 | защита |
| 6 | 37-54 | Подготовка, представление и защита проекта по теме диссертационного исследования | 31 | представление и защита проекта |
| 7 | 50-54 | Подготовка к экзамену | 45 | экзамен |

Характеристика заданий для самостоятельной работы обучающихся и методические рекомендации по их выполнению

Самостоятельной работе при освоении дисциплины «Модельно-ориентированное исследование промышленных объектов и систем» отводится существенное место. Своевременность и результат выполнения самостоятельных работ являются определяющими при оценке успеваемости студентов. В рамках дисциплины, обучающиеся выполняют три типа самостоятельных работ.

а) Задание в форме группы задач с нарастающей сложностью и пропорционально возрастающим баллом за решение. Для мотивации

студентов используется соревновательная форма, где критерием успеха выступает суммарный балл.

б) Задание выраженного состязательного характера, где явно задается количественный критерий качества решения, в соответствии с которым распределяются баллы между студентами.

в) Индивидуальное задание, выполняемое в рамках диссертационного исследования (курсовая, тематически связанная с темой диссертационного исследования)



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Дальневосточный федеральный университет»
(ДФУ)

ИНЖЕНЕРНАЯ ШКОЛА

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
по дисциплине «Модельно-ориентированное исследование
промышленных объектов и систем»
Направление подготовки 15.04.04 Автоматизация технологических процессов и производств
Магистерская программа «Автоматизация технологических процессов и производств (в
промышленности)»
Форма подготовки очная

Владивосток
2020

Паспорт ФОС
по дисциплине «Модельно-ориентированное исследование
промышленных объектов и систем»

| Код и формулировка компетенции | Этапы формирования компетенции | |
|--|--------------------------------|---|
| способностью к абстрактному мышлению, анализу, синтезу (ОК-1) | Знает | методы анализа и синтеза информации |
| | Умеет | абстрактно мыслить; анализировать и обобщать полученную в ходе исследования информацию |
| | Владеет | способностью к абстрактному мышлению, анализу и синтезу |
| способностью: выполнять анализ состояния и динамики функционирования средств и систем автоматизации, контроля, диагностики, испытаний и управления качеством продукции, метрологического и нормативного обеспечения производства, стандартизации и сертификации с применением надлежащих современных методов и средств анализа; исследовать причины брака в производстве и разрабатывать предложения по его предупреждению и устранению (ПК-9) | Знает | аппаратную базу, принципы построения и технические характеристики современных средств измерительной техники, применяемой при разработке систем автоматизации и управления; основные положения государственной и международной систем стандартизации и сертификации; |
| | Умеет | проектировать сложные системы и комплексы управления с учетом особенностей объектов |
| | Владеет | современными программными средствами для выполнения проектно-конструкторских работ |
| способностью разрабатывать теоретические модели, позволяющие исследовать качество выпускаемой продукции, производственных и технологических процессов, средств и систем автоматизации, контроля, диагностики, испытаний и управления, проводить анализ, синтез и оптимизацию процессов автоматизации, управления производством, жизненным циклом продукции и ее качеством на основе | Знает | методы построения математических моделей технических объектов, технологических процессов и производств как объектов автоматизации и управления; принципы управления, формы представления математических моделей объектов и систем управления; |
| | Умеет | выполнять параметризацию математических моделей технических систем, идентификацию их параметров; |

| | | |
|--|---------|--|
| проблемно-ориентированных методов (ПК-18) | | использовать методы анализа и синтеза систем управления |
| | Владеет | математическими методами описания и анализа технических систем, численными методами и программным обеспечением для моделирования динамических процессов в технических системах |
| способностью проводить математическое моделирование процессов, оборудования, средств и систем автоматизации, контроля, диагностики, испытаний и управления с использованием современных технологий научных исследований, разрабатывать алгоритмическое и программное обеспечение средств и систем автоматизации и управления (ПК-19) | Знает | математические и алгоритмические основы анализа качества работы технических систем; основные конструкции и способы записи алгоритма на одном из современных языков программирования высокого уровня |
| | Умеет | синтезировать модели объектов автоматизации различной физической природы; использовать методы современной теории автоматического управления и вычислительной математики при исследовании и проектировании систем управления |
| | Владеет | современными программными пакетами для анализа переходных процессов в технических системах; инструментами для разработки прикладного программного обеспечения |
| способностью разрабатывать научно-технический эксперимент и проводить испытания, в том числе дистанционно с использованием Центров коллективного пользования и облачных сетевых ресурсов (ПК-23) | Знает | методы обработки результатов экспериментальных исследований |
| | Умеет | разрабатывать программы и методики испытаний технических объектов и систем управления |
| | Владеет | приемами постановки задач на проведение экспериментов |

| № | Контролиру | Коды и этапы формирования | Оценочные средства- |
|---|------------|---------------------------|---------------------|
|---|------------|---------------------------|---------------------|

| п/п | емые модули /разделы /темы дисциплины | элементов компетенций | | наименование | |
|-----|---|--------------------------|---|--|---|
| | | | | текущий контроль | промежуточная аттестация |
| 1 | Модуль 1. Программирование как инструмент модельно-ориентированного исследования | ОК-1 ПК-19 | знает: основные конструкции и способы записи алгоритма на одном из современных языков программирования высокого уровня | собеседование, решение задач по программированию в системе http://grade.r.mathworks.com | Зачет по результатам выполнения самостоятельных работ; выполнение и защита курсовой работы (семестр I) |
| | | | умеет: разрабатывать алгоритмическое и программное обеспечение средств и систем автоматизации и управления | | |
| | | | владеет: инструментами для разработки прикладного программного обеспечения | | |
| 2 | Модуль 2. Динамика технических систем в терминах современной теории автоматического управления. | ОК-1 ПК-18, 19, 23 | знает: принципы управления, формы представления математических моделей объектов и систем управления; методы построения математических моделей технических объектов, технологических процессов и производств как объектов автоматизации и управления | собеседование, контроль выполнения заданий для самостоятельной работы | Зачет по результатам выполнения самостоятельных работ; выполнение и защита курсовой работы (семестр I) |
| | | | умеет: выполнять параметризацию математических моделей технических систем, идентификацию их параметров; разрабатывать программы и методики испытаний технических объектов и систем управления | | |
| | | | владеет: математическими методами описания и анализа технических систем и современными программными пакетами для анализа переходных процессов в технических системах | | |
| 3 | Модуль 3. Введение в методы вычислительной математики | ОК-1 ПК-18, 19, 23 | знает: математические и алгоритмические основы анализа качества работы технических систем; методы обработки результатов экспериментальных исследований | собеседование, контроль выполнения заданий для самостоятельной работы | Зачет по результатам выполнения самостоятельных работ; выполнение и защита курсовой работы (семестр II) |
| | | | умеет: использовать методы современной теории автоматического управления и вычислительной математики при исследовании и проектировании систем управления | | |
| | | | владеет: численными методами и программным обеспечением для моделирования динамических процессов в технических системах; приемами постановки задач на проведение экспериментов | | |
| 4 | Модуль 4. Цикл научно-практических семинаров | ОК-1 ПК-9, 18, 19, 23 | знает: аппаратную базу, принципы построения и технические характеристики современных средств измерительной техники, применяемой при разработке систем автоматизации и управления; основные положения государственной и международной систем стандартизации и сертификации | собеседование, защиты проектов | экзамен |
| | | | умеет: проектировать сложные системы и комплексы управления с учетом особенностей объектов | | |
| | | | владеет: современными программными | | |

| | | | | | |
|--|--|--|--|--|--|
| | | | средствами для выполнения проектно-конструкторских работ | | |
|--|--|--|--|--|--|

Шкала оценивания уровня сформированности компетенций по дисциплине «Модельно-ориентированное исследование промышленных объектов и систем»

| Код и формулировка компетенции | Этапы формирования компетенции | | критерии | показатели | баллы |
|---|--------------------------------|---|--|---|--------|
| | | | | | |
| способностью к абстрактному мышлению, анализу, синтезу (ОК-1) | знает (пороговый уровень) | методы анализа и синтеза информации | современные программные продукты для сопровождения и анализа проектной деятельности | методики разработки программ и методического обеспечения исследований | 45-64 |
| | умеет (продвинутый) | абстрактно мыслить; анализировать и обобщать полученную в ходе исследования информацию | анализировать и делать выводы | модифицировать, адаптировать существующие и создавать новые методы научно-исследовательской и практической деятельности | 65-84 |
| | владеет (высокий) | способностью к абстрактному мышлению, анализу и синтезу | способностью генерировать и проверять гипотезы | способностью синтезировать и анализировать новые идеи | 85-100 |
| способностью: выполнять анализ состояния и динамики функционирования средств и систем автоматизации, контроля, диагностики, испытаний и управления качеством продукции, метрологического и нормативного обеспечения | знает (пороговый уровень) | основные принципы построения и технические характеристики и современных средств измерительной техники, применяемой при разработке систем автоматизации и управления | знаком с типовыми средствами измерения и способен пояснить физические принципы их построения | способность обосновать выбор измерительного оборудования | 45-64 |
| | умеет (продвинутый) | использовать современные программные средства для выполнения | знание компьютерных технологий выполнения автоматизиров | способность работать со специализированным программным | 65-84 |

| | | | | | |
|---|---------------------------|--|--|--|--------|
| производства, стандартизации и сертификации с применением надлежащих современных методов и средств анализа; исследовать причины брака в производстве и разрабатывать предложения по его предупреждению и устранению (ПК-9) | | проектно-конструкторских работ | анных расчетов | обеспечением | |
| | владеет (высокий) | навыками проектирования сложных системы и комплексы управления с учетом особенностей объектов | умение пользоваться справочной и нормативной документацией | способность принимать решения с учетом особенностей проектируемых систем | 85-100 |
| способностью разрабатывать теоретические модели, позволяющие исследовать качество выпускаемой продукции, производственных и технологических процессов, средств и систем автоматизации, контроля, диагностики, испытаний и управления, проводить анализ, синтез и оптимизацию процессов автоматизации, управления производством, жизненным циклом продукции и ее качеством на основе проблемно-ориентированных методов (ПК-18) | знает (пороговый уровень) | методы построения математических моделей объектов, технологических процессов и производств как объектов автоматизации и управления | знает формы представления математических моделей динамических объектов | знает основные принципы автоматического управления | 45-64 |
| | умеет (продвинутой) | выполнять параметризацию математических моделей технических систем | умеет выполнять идентификацию параметров динамических систем | умеет использовать методы анализа и синтеза систем автоматического управления | 65-84 |
| | владеет (высокий) | математическими методами описания и анализа технических систем | владеет численными методами | владеет программным обеспечением для моделирования динамических процессов в технических системах | 85-100 |
| способностью проводить математическое моделирование процессов, | знает (пороговый уровень) | математические и алгоритмические основы анализа качества | основные конструкции и способы записи алгоритма на одном из | способен реализовать алгоритм управления | 45-64 |

| | | | | | |
|---|---------------------------|---|--|---|--------|
| оборудования, средств и систем автоматизации, контроля, диагностики, испытаний и управления с использованием современных технологий научных исследований, разрабатывать алгоритмическое и программное обеспечение средств и систем автоматизации и управления (ПК-19) | | работы технических систем | современных языков программирования высокого уровня | | |
| | умеет (продвинутый) | синтезировать модели объектов автоматизации различной физической природы | использовать методы современной теории автоматического управления при проектировании и систем управления | использовать методы вычислительной математики при исследовании систем управления | 65-84 |
| | владеет (высокий) | современными программными пакетами для анализа переходных процессов в технических системах; | инструментами для разработки прикладного программного обеспечения | навыками реализации прикладных программ | 85-100 |
| способностью разрабатывать научно-технический эксперимент и проводить испытания, в том числе дистанционно с использованием Центров коллективного пользования и облачных сетевых ресурсов (ПК-23) | знает (пороговый уровень) | методы обработки результатов экспериментальных исследований | знает основы теории вероятностей и статистики | знает современные программные продукты для статистической обработки данных эксперимента | 45-64 |
| | умеет (продвинутый) | разрабатывать программы и методики испытаний технических объектов и систем управления | умеет использовать положения теории вероятностей для обоснования методики испытаний | способность анализировать и делать выводы | 65-84 |
| | владеет (высокий) | приемами постановки задач на проведение экспериментов | владеет методами теории вероятностей и статистики | способность выбирать, анализировать, генерировать идеи | 85-100 |

Критерии оценки

100-85 баллов - если ответ показывает прочные знания основных процессов изучаемой предметной области, отличается глубиной и полнотой раскрытия темы; владение терминологическим аппаратом; умение объяснять сущность, явлений, процессов, событий, делать выводы и обобщения, давать аргументированные ответы, приводить примеры; свободное владение монологической речью, логичность и последовательность ответа; умение приводить примеры современных проблем изучаемой области.

85-76 - баллов - ответ, обнаруживающий прочные знания основных процессов изучаемой предметной области, отличается глубиной и полнотой раскрытия темы; владение терминологическим аппаратом; умение объяснять сущность, явлений, процессов, событий, делать выводы и обобщения, давать аргументированные ответы, приводить примеры; свободное владение монологической речью, логичность и последовательность ответа. Однако допускается одна - две неточности в ответе.

75-61 - балл - оценивается ответ, свидетельствующий в основном о знании процессов изучаемой предметной области, отличающийся недостаточной глубиной и полнотой раскрытия темы; знанием основных вопросов теории; слабо сформированными навыками анализа явлений, процессов, недостаточным умением давать аргументированные ответы и приводить примеры; недостаточно свободным владением монологической речью, логичностью и последовательностью ответа. Допускается несколько ошибок в содержании ответа; неумение привести пример развития ситуации, провести связь с другими аспектами изучаемой области.

60-50 баллов - ответ, обнаруживающий незнание процессов изучаемой предметной области, отличающийся неглубоким раскрытием темы; незнанием основных вопросов теории, несформированными навыками анализа явлений, процессов; неумением давать аргументированные ответы, слабым владением монологической речью, отсутствием логичности и последовательности. Допускаются серьезные ошибки в содержании ответа; незнание современной проблематики изучаемой области.

Методические рекомендации, определяющие процедуры оценивания результатов освоения дисциплины «Модельно-ориентированное исследование промышленных объектов и систем»

Оценка качества освоения дисциплины в ходе текущей и промежуточной аттестации обучающихся осуществляется в соответствии с «Руководящими материалами по текущему контролю успеваемости, промежуточной и итоговой аттестации студентов.

В соответствии с «Календарным планом изучения дисциплины»:

- текущая аттестация (оценка качества усвоения теоретического материала (ответы на вопросы и др.) и результаты практической

деятельности (решение задач, выполнение заданий, решение проблем и др.) производится в течение семестра (оценивается в баллах (максимально 60 баллов), к моменту завершения семестра студент должен набрать не менее 33 баллов);

- промежуточная аттестация (экзамен, зачет) производится в конце семестра (оценивается в баллах (максимально 40 баллов), на экзамене (зачете) студент должен набрать не менее 22 баллов).

Итоговый рейтинг по дисциплине определяется суммированием баллов, полученных в ходе текущей и промежуточной аттестаций. Максимальный итоговый рейтинг соответствует 100 баллам.

**Критерии выставления оценки студенту на экзамене
по дисциплине «Модельно-ориентированное исследование
промышленных объектов и систем»:**

Оценка **«отлично»** выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, причем не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, использует в ответе материал монографической литературы, правильно обосновывает принятое решение, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач.

Оценка **«хорошо»** выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения.

Оценка **«удовлетворительно»** выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, испытывает затруднения при выполнении практических работ.

Оценка **«неудовлетворительно»** выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные

ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические работы. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.

Перечень типовых вопросов к зачету по дисциплине «Модельно-ориентированное исследование промышленных объектов и систем»:

1. SEILAB как среда разработки
2. Классы и типы данных в среде SEILAB
3. Отладка кода в среде SEILAB
4. Векторно-матричные вычисления в среде SEILAB
5. Алгоритм сортировки
6. Работа с файлами в среде SEILAB
7. Моделирование различных законов распределения (равномерное, нормальное и пр.)
8. Дескрипторная графика
9. Разработка графических интерфейсов в SEILAB
10. Автоматическая генерация кода для встраиваемых систем
11. Виды динамических систем и способы их описания
12. Непрерывная форма пространства состояний
13. Дискретная форма пространства состояний
14. Структурная идентификация
15. Параметрическая идентификация
16. Понятия управляемости и наблюдаемости
17. Нелинейные динамические системы: виды и способы описания
18. Нестационарные динамические системы: виды и способы описания
19. Принципы робастного управления
20. Принципы адаптивного управления
21. Принципы оптимального управления
22. Матрица поворота

23. Определитель и ранг матрицы
24. Метод наименьших квадратов
25. Интерполяция и экстраполяция
26. Закон больших чисел в теории вероятностей
27. Центральная предельная теорема
28. Градиентный спуск
29. Метод обратного распространения ошибки
30. Модель камеры

**Перечень типовых экзаменационных вопросов по дисциплине
«Модельно-ориентированное исследование промышленных объектов и систем»:**

1. Моделирование как метод научного познания
2. Использование моделирования при исследовании и проектировании сложных систем
3. Формальная модель объекта
4. Линейные модели
5. Нелинейные модели
6. Непрерывно-детерминированные модели
7. Дискретно-детерминированные модели
8. Дискретно-стохастические модели
9. Непрерывно-стохастические модели
10. Моделирование случайных событий
11. Моделирование дискретных случайных величин
12. Моделирование непрерывных случайных величин
13. Корреляционный анализ результатов моделирования
14. Регрессионный анализ результатов моделирования
15. Дисперсионный анализ результатов моделирования
16. Постановка задачи линейного программирования

17. Симплексный метод
18. Постановка задачи нелинейного программирования
19. Постановка задачи динамического программирования
20. Синтаксис и семантика языка программирования SEILAB
21. Профилирование кода в среде SEILAB
22. Сингулярное разложение матриц
23. Численные методы решения дифференциальных уравнений
24. Метод главных компонент
25. Метод Монте-Карло
26. Кусочно-линейная интерполяция
27. Метод Левенберга-Марквардта
28. Искусственные нейронные сети
29. Методы обработки изображений
30. Методы распознавания объектов на изображении