



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

**ИНЖЕНЕРНАЯ ШКОЛА**

«СОГЛАСОВАНО»

Руководитель ОП

09.06.01 Информатика и вычислительная техника

Г.Е. Кувшинов

(подпись) (Ф.И.О. рук. ОП)

«27» июня\_2016 г.

«УТВЕРЖДАЮ»

Заведующий кафедрой

Технологий промышленного производства

К.В. Змеу

(подпись) (Ф.И.О. зав. каф.)

«27» июня\_2016 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ (РПУД)**

Оптимальные, адаптивные интеллектуальные системы автоматического управления

**Направление подготовки 09.06.01, Информатика и вычислительная техника /  
профиль 05.13.06, Автоматизация и управление технологическими процессами и  
производствами (по отраслям)  
Форма подготовки очная**

курс 2 семестр 3, 4  
лекции 18 час.  
практические занятия 18 час.  
всего часов аудиторной нагрузки 36 час.  
самостоятельная работа 108 час.  
зачет 3,4 семестр

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (уровень подготовки кадров высшей квалификации), утвержденного приказом министерства образования и науки РФ от 30 июля 2014г № 875

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры технологий промышленного производства, протокол № 13 от «27» июня 2016г.

Заведующий кафедрой: Змеу К.В.

Составитель: канд. техн. наук, доцент кафедры технологий промышленного производства  
Ноткин Б.С.

**I. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры:**

Протокол от « \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_\_

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
(подпись) (И.О. Фамилия)

**II. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры:**

Протокол от « \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_\_

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
(подпись) (И.О. Фамилия)

## **Аннотация рабочей программы дисциплины «Оптимальные, адаптивные и интеллектуальные системы автоматического управления»**

Дисциплина «Оптимальные, адаптивные и интеллектуальные системы автоматического управления» предназначена для аспирантов, обучающихся по направлению подготовки 09.06.01 Информатика и вычислительная техника, профиль «Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (по отраслям)».

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы, 144 академических часа. Учебным планом предусмотрены лекционные занятия (18 час.), практические занятия (18 час.), самостоятельная работа студента (108 час.). Дисциплина реализуется на 2 курсе в третьем и четвертом семестрах.

Дисциплина «Оптимальные, адаптивные и интеллектуальные системы автоматического управления» относится к обязательным дисциплинам вариативной части учебного плана.

Дисциплине «Оптимальные, адаптивные и интеллектуальные системы автоматического управления» предшествует освоение дисциплин: «Теория автоматического управления», «Специализированные программные среды для моделирования систем автоматического управления». Содержание разделов дисциплины «Оптимальные, адаптивные и интеллектуальные системы автоматического управления» согласовано с содержанием дисциплин, изучаемых параллельно: «Быстрое прототипирование систем управления», «Аппаратно-программные средства систем управления», «Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами».

**Целью** освоения дисциплины «Оптимальные, адаптивные и интеллектуальные системы автоматического управления» является углубленное изучение аспирантами теории управления и математических

методов, используемых в анализе и синтезе современных систем автоматического управления.

### **Задачи:**

- Развитие у аспирантов навыков применения передовых методов разработки математического обеспечения систем автоматического управления.

- Изучение основных принципов, концепций и математического аппарата современной теории автоматического управления.

- Знакомство с актуальными проблемами и перспективными направлениями развития теории автоматического управления.

Для успешного изучения дисциплины «Оптимальные, адаптивные интеллектуальные системы автоматического управления» у обучающихся должны быть сформированы следующие предварительные компетенции:

- способность к разработке новых методов исследования и их применение в самостоятельной научно-исследовательской деятельности в области профессиональной деятельности (ОПК-3);

- владение методами проведения патентных исследований, лицензирования и защиты авторских прав при создании инновационных продуктов в области профессиональной деятельности (ОПК-7);

- способность исследовать, обобщать, выявлять тенденции мирового технического прогресса в области систем автоматического управления, объективно оценивать достигнутый уровень результатов, в том числе личных, ставить научные задачи и определять пути их решения (ПК-1);

- способность совершенствовать и разрабатывать новые теоретические подходы к созданию систем автоматического управления техническими объектами и процессами с целью достижения более высоких технико-экономических показателей их функционирования (ПК-2);

- умение разрабатывать и создавать на уровне макетов и прототипов системы автоматического управления, выполнять наладку и исследование таких систем, а также исследование, усовершенствование, наладку

полномасштабных систем автоматического управления промышленными (техническими) объектами и процессами (ПК-4);

- готовностью участвовать в работе российских и международных исследовательских коллективов по решению научных и научно-образовательных задач (УК-3).

В результате изучения данной дисциплины у обучающихся формируются следующие общепрофессиональные/ профессиональные/ универсальные компетенции.

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	
ОПК-3 способность к разработке новых методов исследования и их применение в самостоятельной научно-исследовательской деятельности в области профессиональной деятельности	Знает	основные принципы планирования и реализации научно-исследовательских и поисковых исследований
	Умеет	планировать научно-исследовательские и поисковые исследования в зависимости от поставленных целей и задач
	Владеет	способностью к разработке новых методов теоретического и экспериментального решения научных задач
ОПК-7 владение методами проведения патентных исследований, лицензирования и защиты авторских прав при создании инновационных продуктов в области профессиональной деятельности	Знает	регламент поиска, соответствующий задачам определения основных тенденций развития направления исследований; изучения динамики патентования; определения ведущих стран, фирм, разработчиков; структуру и правила оформления отчета о патентных исследованиях в соответствии с ГОСТ
	Умеет	работать с базами данных патентной информации
	Владеет	методами аналитическая обработка патентной информации и подходами к экспертизе отчетов о патентных исследованиях
ПК-1 способность исследовать, обобщать, выявлять тенденции мирового технического прогресса в области систем автоматического управления, объективно	Знает	методы современной теории автоматического управления
	Умеет	применять перспективные методы исследования и решения задач управления на основе знания мировых тенденций развития вычислительной техники и информационных технологий; формулировать цели, задачи научных исследований, выбирать методы и средства синтеза систем автоматического управления; обрабатывать полученные результаты,

оценивать достигнутый уровень результатов, в том числе личных, ставить научные задачи и определять пути их решения		анализировать и осмысливать их с учетом доступных источников литературы, вести библиографическую работу с привлечением современных информационных технологий
	Владеет	навыками работы с мировыми информационными ресурсами (поисковыми сайтами, сайтами зарубежных вузов и профессиональных сообществ, электронными энциклопедиями)
ПК-2 способность совершенствовать и разрабатывать новые теоретические подходы к созданию систем автоматического управления техническими объектами и процессами с целью достижения более высоких технико-экономических показателей их функционирования	Знает	современные принципы управления сложными системами, методы системного анализа, информационных технологий и теории оптимального управления
	Умеет	формулировать современные постановки задач управления, анализировать результаты теоретических и экспериментальных исследований, давать рекомендации по совершенствованию устройств и систем управления
	Владеет	навыками проектирования конкурентоспособных систем управления промышленными объектами и процессами
ПК-4 умение разрабатывать и создавать на уровне макетов и прототипов системы автоматического управления, выполнять наладку и исследование таких систем, а также исследование, усовершенствование, наладку полномасштабных систем автоматического управления промышленными (техническими) объектами и процессами	Знает	методы современной теории автоматического управления, информационных технологий и системного анализа
	Умеет	выбирать методы и разрабатывать алгоритмы решения задач управления и проектирования объектов автоматизации, обосновывать принимаемые решения, осуществлять постановку и выполнять эксперименты по проверке их корректности и эффективности; разрабатывать нормативно-техническую документацию на проектируемые системы и установки, оформлять научно-технические отчеты по результатам выполненных работ
	Владеет	опытом составления технических заданий и участия в разработке аппаратных и/или программных средств систем автоматического управления
УК-3 готовностью участвовать в работе российских и международных исследовательских	Знает	особенности представления результатов научной деятельности в устной и письменной форме при работе в российских и международных исследовательских коллективах
	Умеет	следовать нормам, принятым в научном общении

коллективов по решению научных и научно-образовательных задач		при работе в российских и международных исследовательских коллективах с целью решения научных и научно-образовательных задач; осуществлять личностный выбор в процессе работы в российских и международных исследовательских коллективах, оценивать последствия принятого решения и нести за него ответственность перед собой, коллегами и обществом
	Владеет	навыками анализа основных мировоззренческих и методологических проблем, в т.ч. междисциплинарного характера, возникающих при работе по решению научных и научно-образовательных задач в российских или международных исследовательских коллективах; технологиями оценки результатов коллективной деятельности по решению научных и научно-образовательных задач, в том числе ведущейся на иностранном языке; технологиями планирования деятельности в рамках работы в российских и международных коллективах по решению научных и научно-образовательных задач; различными типами коммуникаций при осуществлении работы в российских и международных коллективах по решению научных и научно-образовательных задач

## **I. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА**

### **Лекции (18 часов)**

#### **Модуль I. Введение в теорию оптимального управления (6 час., интерактивные формы)**

Постановка задач оптимального управления. Ограничения на траекторию и управление. Целевая функция. Классификация задач теории оптимального управления по виду целевой функции, критерию и типу ограничений. Решение задач оптимального управления методами классического вариационного исчисления. Уравнение Эйлера. Задачи со свободным правым концом и фиксированным временем. Задача с подвижными концами и нефиксированным временем. Принцип максимума Понтрягина. Задача об оптимальном быстродействии. Линейная задача

максимального быстродействия. Теорема об  $n$ -интервалах. Линейно-квадратичная задача. Метод множителей Лагранжа. Метод динамического программирования Беллмана. Аналитическое конструирование регуляторов при наличии аддитивной помехи.

## **Модуль II. Введение в теорию адаптивного управления (6 час., интерактивные формы)**

Математические модели объектов управления с переменными и неопределенными параметрами. Постановка задачи адаптивного управления. Структура адаптивных систем управления. Основные принципы построения контура адаптации. Классификация адаптивных систем. Системы автоматического управления с пассивной адаптацией. Самонастраивающиеся системы. Адаптивные системы с эталонной моделью. Адаптивные системы с идентификатором. Адаптивные системы с настраиваемой моделью объекта управления. Алгоритмы настройки параметров в адаптивной системе с явной и неявной эталонной моделью. Применение градиентных методов при создании адаптивных систем. Современные тенденции и перспективы развития теории адаптивных систем управления.

## **Модуль III. Введение в интеллектуальные системы управления (6 час., интерактивные формы)**

Искусственный интеллект. Знания и данные. Модели представления знаний. Представление знаний в виде «дерева решений». Продукционные системы и механизмы их функционирования. Экспертные системы. Архитектура экспертных систем: база знаний, машина вывода, интерфейс пользователя, компонента объяснения, компонента обучения. Нечеткая логика. Функция принадлежности. Основные операции в нечеткой логике. Фазификация, дефазификация, нечеткий вывод. Понятие лингвистической переменной. Применение нечеткой логики в системах управления. Машинное обучение. Обучение с учителем: классификация, регрессия. Обучение без учителя: кластеризация,

понижение размерности. Деревья решений. Машина опорных векторов. Искусственные нейронные сети. Формальный нейрон, сеть, алгоритмы обучения. Метод обратного распространения ошибки. Обучение методами численной оптимизации. Применение аппарата искусственных нейронных сетей в задачах автоматического управления. Генетический алгоритм. Кодирование информации. Формирование и оценивание популяции. Селекция, скрещивание, мутация. Применение генетического алгоритма для решения задач оптимизации и аппроксимации.

## **II. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА**

### **Практические занятия (18 час.)**

**Занятие 1.** Минимизация функций: общие методы. Методы линейного и нелинейного математического программирования (1 час)

**Занятие 2.** Описание динамических систем в форме разностных уравнений и в форме пространства состояний (непрерывного и дискретного). Эволюция состояния динамического объекта в пространстве состояний и на фазовой плоскости (1 час)

**Занятие 3.** Исследование целевых функций динамических систем управления. Задачи условной и безусловной оптимизации (1 час)

**Занятие 4.** Синтез и исследование системы оптимального управления с минимальным расходом энергии (1 час)

**Занятие 5.** Синтез и исследование системы оптимального управления с максимальным быстродействием (1 час)

**Занятие 6.** Метода динамического программирования Беллмана и его приложения (1 час)

**Занятие 7.** Описание и исследование математических моделей динамических объектов с переменными и неопределенными параметрами (1 час)

**Занятие 8.** Синтез и исследование адаптивной системы управления с эталонной моделью (1 час)

**Занятие 9.** Синтез и исследование адаптивной системы с сигнальной самонастройкой (1 час)

**Занятие 10.** Синтез и исследование адаптивной системы управления с идентификацией частотным методом (1 час)

**Занятие 11.** Синтез и исследование адаптивной системы с настраиваемой моделью объекта управления (1 час)

**Занятие 12.** Синтез и исследование адаптивной системы управления на основе псевдолинейного корректирующего устройства с фазовым опережением (1 час)

**Занятие 13.** Построение простой экспертной системы на базе элементов нечеткой логики. Реализация нечеткого регулятора системы управления уровнем жидкости в баке (1 час)

**Занятие 14.** Практика применения искусственных нейронных сетей в решении задач регрессии и классификации (1 час)

**Занятие 15.** Идентификация прямых и обратных моделей динамических объектов средствами искусственных нейронных сетей. Реализация инверсной системы нейроуправления (1 час)

**Занятие 16.** Нейросетевая реализация системы прогнозирующего управления (4 часа)

**Занятие 17.** Нейросетевая реализация квазиоптимальной по быстродействию системы управления (1 час)

**Занятие 18.** Настройка коэффициентов регулятора методом стохастической оптимизации, реализованным на базе генетического алгоритма (1 час)

### **III. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «Оптимальные, адаптивные интеллектуальные системы автоматического управления» 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, критерии оценки и рекомендации по выполнению.

#### IV. КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ КУРСА

№ п/п	Контролируемые разделы / темы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций		Оценочные средства	
				текущий контроль	промежуточная аттестация
1	Раздел I. Введение в теорию оптимального управления	ПК-1 ПК-2 ПК-4	<p>знает: методы современной теории автоматического управления, системного анализа, информационных технологий и теории оптимального управления</p> <p>умеет: выбирать методы и разрабатывать алгоритмы решения задач управления и проектирования объектов автоматизации; давать рекомендации по совершенствованию устройств и систем управления</p> <p>владеет: навыками проектирования конкурентоспособных систем управления промышленными объектами и процессами</p>	<p>собеседование, контроль выполнения самостоятельных работ при подготовке к практическим занятиям № 1-6</p>	зачет вопросы 1-15
2	Раздел II. Введение в теорию адаптивного управления	ПК-1 ПК-2 УК-3	знает: современные принципы управления сложными системами	собеседование, контроль выполнения	зачет вопросы 16-24

			<p>умеет: формулировать современные постановки задач управления; выбирать методы и средства синтеза систем автоматического управления</p>	самостоятельных работ при подготовке к практическим занятиям № 7-12	
			<p>владеет: навыками анализа основных мировоззренческих и методологических проблем</p>		
3	Раздел III. Введение в интеллектуальные системы управления	ОПК-3 ОПК-7 ПК-1 ПК-4	<p>знает: методы современной теории автоматического управления, информационных технологий и системного анализа; регламент поиска, соответствующий задачам определения основных тенденций развития направления исследований</p>	<p>собеседование, контроль выполнения самостоятельных работ при подготовке к практическим занятиям № 13-18</p>	зачет вопросы 25-45
			<p>умеет: применять перспективные методы исследования и решения задач управления на основе знания мировых тенденций</p>		
			<p>владеет: способностью к разработке новых методов теоретического и экспериментального решения научных задач</p>		

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.

## **V. СПИСОК УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Основная литература** (печатные и электронные издания)

1. Дорф Р. Современные системы управления / Дорф Р., Бишоп Р.; пер. с англ. Копылов Б. И. – М.: Лаборатория Базовых Знаний, 2012. - 831 с. <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:668175&theme=FEFU>

2. Бесекерский, В.А. Теория систем автоматического управления / В. А. Бесекерский, Е. П. Попов. – СПб.: Профессия, 2007, - 749 с.  
<https://lib.dvfu.ru:8443/lib/item?id=chamo:384497&theme=FEFU>

3. Гайдук А. Р. Теория автоматического управления в примерах и задачах с решениями в MATLAB / Гайдук А. Р., Беляев В. Е., Пьявченко Т. А. — СПб.: "Лань", 2011.— 464 с.  
[http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=2033](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=2033)

### **Дополнительная литература** (печатные и электронные издания)

1. Черноруцкий И. Г. Методы оптимизации в теории управления: учебное пособие для вузов / И. Г. Черноруцкий. — С-П.: Питер, 2004.— 256 с.

<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:7136&theme=FEFU>

2. Мирошник И.В., Никифоров В.О., Фрадков А.Л. Нелинейное и адаптивное управление сложными динамическими системами / Учебное пособие. - СПб: Наука, 2000. - 549 с.  
<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:13158&theme=FEFU>

3. Ерофеев А. А. Интеллектуальные системы управления: Учебное пособие для вузов / А. А. Ерофеев, А. О Поляков. — СПб.: Изд-во

<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:362412&theme=FEFU>

### Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Лаборатория дистанционного доступа к оборудованию для экспериментов по изучению систем автоматического управления Automatic Control Telelab:

<http://act.dii.unisi.it/home.php>

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

<b>Место расположения компьютерной техники, на котором установлено программное обеспечение, количество рабочих мест</b>	<b>Перечень программного обеспечения</b>
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	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; AutoCAD Electrical 2015 Language Pack – English - трёхмерная система автоматизированного проектирования и черчения- Срок действия лицензии 10.09.2020. № договора 110002048940 в личном кабинете Autodesk;

<p>промежуточной аттестации.</p>	<p>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-ГП - 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>

## VI. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

При изучении дисциплины «Оптимальные, адаптивные интеллектуальные системы автоматического управления» существенное внимание отводится самостоятельной работе аспирантов. Эта работа

должна выполняться аспирантами 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 аспирантов. Для повышения мотивации аспирантов задачи для самостоятельной работы тематически привязываются к темам диссертационных исследований, а оценка качества их выполнения осуществляется в соревновательной форме.

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

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

<b>Наименование оборудованных помещений и помещений для самостоятельной работы</b>	<b>Перечень основного оборудования</b>
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 210, лаборатория Промышленной автоматизации. Аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типа, лабораторных занятий, групповых и индивидуальных	Помещение укомплектовано специализированной учебной мебелью (рабочих мест – 30). Место преподавателя (стол, стул), Оборудование: 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

<p>консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.</p>	<p>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  Контроллер  Siemens Demokoffer НРТА - 1 шт</p>
<p>Читальные залы Научной библиотеки ДВФУ с открытым доступом к фонду (корпус А - уровень 10)</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, usb kbd/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 видеомонитором с возможностью регуляции цветных 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 ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«Дальневосточный федеральный университет»**  
(ДВФУ)

---

---

**ИНЖЕНЕРНАЯ ШКОЛА**

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ  
САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ  
по дисциплине «Оптимальные, адаптивные интеллектуальные  
системы автоматического управления»  
Направление подготовки 09.06.01 Информатика и вычислительная  
техника  
профиль «Автоматизация и управление технологическими процессами и  
производствами (по отраслям)»  
Форма подготовки очная**

**Владивосток  
2016**

## План-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине

№ п/п	Дата/сроки выполнения	Вид самостоятельной работы	Примерные нормы времени на выполнение, час	Форма контроля
1	1-12 неделя	Подготовка к занятиям по Разделу I. Введение в теорию оптимального управления	30	собеседование, контроль выполнения самостоятельных работ при подготовке к практическим занятиям № 1-6
2	13-24 неделя	Подготовка к занятиям по Разделу II. Введение в теорию адаптивного управления	30	собеседование, контроль выполнения самостоятельных работ при подготовке к практическим занятиям № 7-12
3	25-36 неделя	Подготовка к занятиям по Разделу III. Введение в интеллектуальные системы управления	30	собеседование, контроль выполнения самостоятельных работ при подготовке к практическим занятиям № 13-18
4		Подготовка к зачету	18	собеседование

### Характеристика заданий для самостоятельной работы обучающихся, критерии оценки и рекомендации по выполнению

Самостоятельной работе при освоении дисциплины «Оптимальные, адаптивные интеллектуальные системы автоматического управления» отводится существенное место. Своевременность и результат выполнения самостоятельных работ являются определяющими при оценке успеваемости аспирантов. 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 аспирантов 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 аспирантами.

в) Индивидуальное задание, выполняемое в рамках тематики диссертационного исследования аспиранта.



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

---

**ИНЖЕНЕРНАЯ ШКОЛА**

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**  
**по дисциплине «Оптимальные, адаптивные интеллектуальные**  
**системы автоматического управления»**  
**Направление подготовки 09.06.01 Информатика и вычислительная**  
**техника**  
**профиль «Автоматизация и управление технологическими процессами и**  
**производствами (по отраслям)»**  
**Форма подготовки очная**

**Владивосток**  
**2016**

**Паспорт ФОС**  
**по дисциплине «Оптимальные, адаптивные интеллектуальные**  
**системы автоматического управления»**

<b>Код и формулировка компетенции</b>	<b>Этапы формирования компетенции</b>	
<p>ОПК-3                      способность к разработке новых методов исследования и их применение в самостоятельной научно-исследовательской деятельности в области профессиональной деятельности</p>	Знает	основные принципы планирования и реализации научно-исследовательских и поисковых исследований
	Умеет	планировать научно-исследовательские и поисковые исследования в зависимости от поставленных целей и задач
	Владеет	способностью к разработке новых методов теоретического и экспериментального решения научных задач
<p>ОПК-7 владение методами проведения патентных исследований, лицензирования и защиты авторских прав при создании инновационных продуктов в области профессиональной деятельности</p>	Знает	регламент поиска, соответствующий задачам определения основных тенденций развития направления исследований; изучения динамики патентования; определения ведущих стран, фирм, разработчиков; структуру и правила оформления отчета о патентных исследованиях в соответствии с ГОСТ
	Умеет	работать с базами данных патентной информации
	Владеет	методами аналитическая обработка патентной информации и подходами к экспертизе отчетов о патентных исследованиях
<p>ПК-1 способность исследовать, обобщать, выявлять тенденции мирового технического прогресса в области систем автоматического управления, объективно оценивать достигнутый уровень результатов, в том числе личных, ставить научные задачи и определять пути их решения</p>	Знает	методы современной теории автоматического управления
	Умеет	применять перспективные методы исследования и решения задач управления на основе знания мировых тенденций развития вычислительной техники и информационных технологий; формулировать цели, задачи научных исследований, выбирать методы и средства синтеза систем автоматического управления; обрабатывать полученные результаты, анализировать и осмысливать их с учетом доступных источников литературы, вести библиографическую работу с привлечением современных информационных технологий
	Владеет	навыками работы с мировыми информационными ресурсами (поисковыми сайтами, сайтами зарубежных вузов и профессиональных сообществ, электронными

		энциклопедиями)
ПК-2 способность совершенствовать и разрабатывать новые теоретические подходы к созданию систем автоматического управления техническими объектами и процессами с целью достижения более высоких технико-экономических показателей их функционирования	Знает	современные принципы управления сложными системами, методы системного анализа, информационных технологий и теории оптимального управления
	Умеет	формулировать современные постановки задач управления, анализировать результаты теоретических и экспериментальных исследований, давать рекомендации по совершенствованию устройств и систем управления
	Владеет	навыками проектирования конкурентоспособных систем управления промышленными объектами и процессами
ПК-4 умение разрабатывать и создавать на уровне макетов и прототипов системы автоматического управления, выполнять наладку и исследование таких систем, а также исследование, усовершенствование, наладку полномасштабных систем автоматического управления промышленными (техническими) объектами и процессами	Знает	методы современной теории автоматического управления, информационных технологий и системного анализа
	Умеет	выбирать методы и разрабатывать алгоритмы решения задач управления и проектирования объектов автоматизации, обосновывать принимаемые решения, осуществлять постановку и выполнять эксперименты по проверке их корректности и эффективности; разрабатывать нормативно-техническую документацию на проектируемые системы и установки, оформлять научно-технические отчеты по результатам выполненных работ
	Владеет	опытом составления технических заданий и участия в разработке аппаратных и/или программных средств систем автоматического управления
УК-3 готовностью участвовать в работе российских и международных исследовательских коллективов по решению научных и научно-образовательных задач	Знает	особенности представления результатов научной деятельности в устной и письменной форме при работе в российских и международных исследовательских коллективах
	Умеет	следовать нормам, принятым в научном общении при работе в российских и международных исследовательских коллективах с целью решения научных и научно-образовательных задач; осуществлять личностный выбор в процессе работы в российских и международных исследовательских коллективах, оценивать последствия принятого решения и нести за него ответственность перед собой, коллегами и

		обществом
	Владеет	<p>навыками анализа основных мировоззренческих и методологических проблем, в т.ч. междисциплинарного характера, возникающих при работе по решению научных и научно-образовательных задач в российских или международных исследовательских коллективах; технологиями оценки результатов коллективной деятельности по решению научных и научно-образовательных задач, в том числе ведущейся на иностранном языке;</p> <p>технологиями планирования деятельности в рамках работы в российских и международных коллективах по решению научных и научно-образовательных задач;</p> <p>различными типами коммуникаций при осуществлении работы в российских и международных коллективах по решению научных и научно-образовательных задач</p>

№ п/п	Контролируемые разделы / темы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций	Оценочные средства		
			текущий контроль	промежуточная аттестация	
1	Раздел I. Введение в теорию оптимального управления	ПК-1 ПК-2 ПК-4	<p>знает: методы современной теории автоматического управления, системного анализа, информационных технологий и теории оптимального управления</p> <p>умеет: выбирать методы и разрабатывать алгоритмы решения задач управления и проектирования объектов автоматизации; давать рекомендации по совершенствованию устройств и систем управления</p> <p>владеет: навыками проектирования</p>	<p>собеседование, контроль выполнения самостоятельных работ при подготовке к практическим занятиям № 1-6</p>	зачет вопросы 1-15

			конкурентоспособных систем управления промышленными объектами и процессами		
2	Раздел II. Введение в теорию адаптивного управления	ПК-1 ПК-2 УК-3	<p>знает: современные принципы управления сложными системами</p> <p>умеет: формулировать современные постановки задач управления; выбирать методы и средства синтеза систем автоматического управления</p> <p>владеет: навыками анализа основных мировоззренческих и методологических проблем</p>	<p>собеседование, контроль выполнения самостоятельных работ при подготовке к практическим занятиям № 7-12</p>	зачет вопросы 16-24
3	Раздел III. Введение в интеллектуальные системы управления	ОПК-3 ОПК-7 ПК-1 ПК-4	<p>знает: методы современной теории автоматического управления, информационных технологий и системного анализа; регламент поиска, соответствующий задачам определения основных тенденций развития направления исследований</p> <p>умеет: применять перспективные методы исследования и решения задач управления на основе знания мировых тенденций</p> <p>владеет: способностью к разработке новых методов теоретического и экспериментального решения научных задач</p>	<p>собеседование, контроль выполнения самостоятельных работ при подготовке к практическим занятиям № 13-18</p>	зачет вопросы 25-45

### Шкала оценивания уровня сформированности компетенций

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	критерии	показатели	баллы
--------------------------------	--------------------------------	----------	------------	-------

ОПК-3 способность к разработке новых методов исследования и их применение в самостоятельной научно-исследовательской деятельности в области профессиональной деятельности	знает (пороговый уровень)	основные принципы планирования и реализации научно-исследовательских и поисковых исследований	основные подходы современной теории автоматического	способы описания линейных динамических объектов	45-64
	умеет (продвинутый)	планировать научно-исследовательские и поисковые исследования	выполнять планирование экспериментов с учетом поставленных целей и задач	строить модели нелинейных динамических систем	65-84
	владеет (высокий)	способностью к разработке новых методов теоретического и экспериментального решения научных задач	навыками синтеза систем управления сложными динамическими объектами	техникой синтеза интеллектуальных САУ	85-100
ОПК-7 владение методами проведения патентных исследований, лицензирования и защиты авторских прав при создании инновационных продуктов в области профессиональной деятельности	знает (пороговый уровень)	регламент поиска, соответствующий задачам определения основных тенденций развития направления исследований	изучения динамики патентования; определения ведущих стран, фирм, разработчиков; структуру и правила оформления отчета о патентных исследованиях в соответствии с ГОСТ	особенности и методы защиты информации	45-64
	умеет (продвинутый)	работать с базами данных патентной информации	проводить патентные исследования при создании инновационного продукта в области профессиональной деятельности	составлять формулу изобретения	65-84
	владеет (высокий)	методами аналитическая обработка патентной информации и подходами к экспертизе отчетов о патентных исследованиях	навыками патентных исследований при создании инновационного продукта	навыками проведения лицензирования и защиты авторских прав при создании инновационного продукта в области профессиональной деятельности	85-100
ПК-1 способность исследовать, обобщать, выявлять тенденции мирового технического прогресса в области	знает (пороговый уровень)	методы современной теории автоматического управления	методы и средства синтеза систем автоматического управления	классификацию подходов в области адаптивного управления	45-64
	умеет (продвинутый)	применять перспективные	формулировать цели, задачи	обосновать предпосылки и	65-84

систем автоматического управления, объективно оценивать достигнутый уровень результатов, в том числе личных, ставить научные задачи и определять пути их решения	тый)	методы исследования и решения задач управления на основе знания мировых тенденций развития вычислительной техники и информационных технологий	научных исследований, обрабатывать результаты экспериментов, анализировать и осмысливать их с учетом доступных источников литературы	требования к реализации системы интеллектуального управления	
	владеет (высокий)	навыками работы с мировыми информационными ресурсами	навыками видение библиографической работу с привлечением современных информационных технологий	навыками работы с поисковыми сайтами, сайтами зарубежных вузов и профессиональных сообществ, электронными энциклопедиями	85-100
ПК-2 способность совершенствовать и разрабатывать новые теоретические подходы к созданию систем автоматического управления техническими объектами и процессами с целью достижения более высоких технико-экономических показателей их функционирования	знает (пороговый уровень)	современные принципы управления сложными системами	методы системного анализа, информационных технологий и теории оптимального управления	классификацию подходов в области оптимального управления	45-64
	умеет (продвинутый)	формулировать современные постановки задач управления, анализировать результаты теоретических и экспериментальных исследований	давать рекомендации по совершенствованию устройств и систем управления	обосновать выбор критерия оптимальности при синтезе системы оптимального управления	65-84
	владеет (высокий)	навыками проектирования конкурентоспособных систем управления промышленным и объектами и процессами	способностью принимать решения по выбору принципа управления с учетом особенностей проектируемой системы	навыками реализации оптимальных по быстродействию систем управления	85-100
ПК-4 умение разрабатывать и создавать на уровне макетов и прототипов системы автоматического управления, выполнять наладку и исследование таких систем, а также исследование, усовершенствование	знает (пороговый уровень)	методы современной теории автоматического управления, информационных технологий и системного анализа	подходы к фильтрации сигналов в каналах обратных связей систем автоматического управления	методику реализации системы модального управления	45-64
	умеет (продвинуто)	выбирать методы и	обосновывать принимаемые	разрабатывать нормативно-	65-84

е, наладку полномасштабных систем автоматического управления промышленными (техническими) объектами и процессами	тый)	разрабатывать алгоритмы решения задач управления и проектирования объектов автоматизации	решения, осуществлять постановку и выполнять эксперименты по проверке их корректности и эффективности	техническую документацию на проектируемые системы и установки, оформлять научно-технические отчеты по результатам выполненных работ	
	владеет (высокий)	опытом составления технических заданий	опытом разработки аппаратных и/или программных средств систем автоматического управления	навыками формирования выборочных экспериментальных данных для обучения нейросетевых систем управления	85-100
УК-3 готовностью участвовать в работе российских и международных исследовательских коллективов по решению научных и научно-образовательных задач	знает (пороговый уровень)	особенности представления результатов научной деятельности в устной и письменной форме	нормы работы в российских и международных исследовательских коллективах	специфику решения научных и научно-образовательных задач при участии международных исследовательских коллективов	45-64
	умеет (продвинутый)	следовать нормам, принятым в научном общении при работе в российских и международных исследовательских коллективах с целью решения научных и научно-образовательных задач;	осуществлять личный выбор в процессе работы в российских и международных исследовательских коллективах, оценивать последствия принятого решения и нести за него ответственность перед собой, коллегами и обществом	подбирать литературу по теме, составлять двуязычный словарь, переводить и реферировать специальную литературу	65-84
	владеет (высокий)	навыками анализа основных мировоззренческих и методологических проблем, в т.ч. междисциплинарного характера, возникающих при работе по решению научных и научно-образовательных	технологиями оценки результатов коллективной деятельности по решению научных и научно-образовательных задач, в том числе ведущейся на иностранном языке;	технологиями планирования деятельности в рамках работы в российских и международных коллективах по решению научных и научно-образовательных задач	85-100

		задач в российских или международных исследовательских коллективах;			
--	--	---	--	--	--

## 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 «Оптимальные,  
адаптивные интеллектуальные системы автоматического  
управления»**

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 аспирантов.

**Оценочные средства для промежуточной аттестации по дисциплине  
«Оптимальные, адаптивные интеллектуальные системы  
автоматического управления»**

**Перечень типовых вопросов к зачету**

1. Постановка задачи оптимального управления.
2. Функционал качества системы автоматического управления
3. Условная и безусловная оптимизация.
4. Локальные и глобальные экстремумы.
5. Управляемость и наблюдаемость.
6. Вариационное исчисление и оптимальное управление.
7. Принцип максимума Понтрягина.
8. Необходимые условия оптимальности для различных классов задач.
9. Метод множителей Лагранжа.
10. Свойства решения уравнения Риккати.
11. Оптимальное управление линейными системами с квадратичным функционалом.
12. Задача об оптимальном быстродействии.
13. Задача о минимальном расходе энергии
14. Линейное и квадратичное математическое программирование
15. Метода динамического программирования Беллмана

16. Постановка задачи адаптивного управления.
17. Классификация адаптивных систем
18. Критерии самонастройки систем
19. Адаптивные системы с эталонной моделью.
20. Виды эталонных моделей в адаптивных системах
21. Адаптивные системы с идентификатором.
22. Адаптивные системы с настраиваемой моделью объекта управления.
23. Алгоритмы настройки параметров в адаптивной системе с явной и неявной эталонной моделью.
24. Применение градиентных методов в адаптивных системах.
25. Основные принципы и области применения интеллектуальных систем в технических системах.
26. Характерные особенности интеллектуальных систем автоматического управления.
27. Модели представления знаний в интеллектуальных системах.
28. Продукционные системы и механизмы их функционирования.
29. Виды, принципы и архитектура экспертных систем.
30. Нечеткая логика.
31. Машинное обучение, основные парадигмы и задачи.
32. Обучение с учителем, задачи и методы.
33. Обучение без учителя, задачи и методы.
34. Деревья решений.
35. Машина опорных векторов.
36. Структуры и алгоритмы обучения искусственных нейронных сетей.
37. Метод обратного распространения ошибки.
38. Методы численной оптимизации в задаче обучения искусственных нейронных сетей.
39. Искусственные нейронные сети в задачах автоматического управления.
40. Идентификация прямых и обратных моделей динамических объектов средствами искусственных нейронных сетей.
41. Система инверсного нейроуправления.
42. Нейросетевые прогнозирующие модели динамических объектов.
43. Релейное нейросетевое управления.
44. Генетический алгоритм.
45. Применение генетических алгоритмов в задачах автоматического управления.

