



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


«УТВЕРЖДАЮ»

Заведующий кафедрой

Технологий промышленного производства


(подпись) Г.Е. Кувшинов
(Ф.И.О. рук. ОП)
«27» июня 2016 г.




(подпись) К.В. Змеу
(Ф.И.О. зав. каф.)
«27» июня 2016 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ (РПУД)

Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами

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

Форма подготовки очная

курс 2 семестр 4
лекции 24 час.
практические занятия 18 час.
всего часов аудиторной нагрузки 42 (час.)
самостоятельная работа 102 (час.)
экзамен 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 2014 г. № 875

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

Заведующий кафедрой Змеу К.В.
Составитель: канд. тех. наук, доцент Змеу К.В.

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 «Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (по отраслям)»

Дисциплина «Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (по отраслям)» предназначена для аспирантов, обучающихся по направлению подготовки 09.06.01 Информатика и вычислительная техника, профиль «Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (по отраслям)». При разработке рабочей программы дисциплины использован паспорт научной специальности 05.13.06 Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (по отраслям).

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы, 144 академических часа. Учебным планом предусмотрены лекционные занятия (24 час.), практические занятия (18 час.), самостоятельная работа студента (102 час.). Дисциплина реализуется на 2 курсе в четвертом семестре.

Дисциплина «Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (по отраслям)» относится к обязательным дисциплинам вариативной части учебного плана.

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

Целью изучения дисциплины является получение аспирантами необходимых компетенций в области исследования и создания современных систем автоматического управления объектами и процессами в технике на

основе новых и перспективных подходов к анализу и синтезу сложных систем управления.

Задачи:

- ознакомить аспирантов с современными методами математического описания сложных систем управления;
- ознакомить аспирантов с современными подходами к синтезу законов управления сложными системами;
- обеспечить навыки модельно ориентированного исследования и создания систем управления.

Для успешного изучения дисциплины «Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (по отраслям)» 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);
- 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);
- способность строить и верифицировать математические модели систем управления процессами и объектами в технических системах на основе современных аналитических и численных методов с применением средств вычислительной техники, специализированных или универсальных программных продуктов, современных контрольно-измерительных

комплексов; владение навыками численного и натурального эксперимента; умение анализировать и обобщать результаты экспериментов (ПК-3);

- способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях (УК-1);

- способность проектировать и осуществлять комплексные исследования, в том числе междисциплинарные, на основе целостного системного научного мировоззрения с использованием знаний в области истории и философии науки (УК-2);

- готовность использовать современные методы и технологии научной коммуникации на государственном и иностранных языках (УК-4).

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

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	
<p>ОПК-3 Способность к разработке новых методов исследования и их применение в самостоятельной научно-исследовательской деятельности в области профессиональной деятельности</p>	Знает	основы методов деятельности, направленных на автоматизацию действующих и создание новых автоматизированных и автоматических технологий и производств, обеспечивающих выпуск конкурентоспособной продукции
	Умеет	применять средства, способы и методы, направленных на автоматизацию действующих и создание новых автоматизированных и автоматических технологий и производств
	Владеет	современными информационными технологиями, техникой, прикладными программными средствами при решении задач профессиональной деятельности
<p>ПК-1 способность исследовать, обобщать, выявлять тенденции мирового технического прогресса в области систем автоматического управления, объективно оценивать достигнутый уровень</p>	Знает	обоснование, разработку, реализацию и контроль норм, правил и требований к продукции различного служебного назначения, ее жизненному циклу, процессам ее разработки, изготовления, управления качеством, применения (потребления), транспортировки и утилизации
	Умет	собирать и анализировать исходные информационные данные для проектирования технологических процессов изготовления продукции, средств и систем автоматизации, контроля, технологического оснащения,

результатов, в том числе личных, ставить научные задачи и определять пути их решения		диагностики, испытаний, управления процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством
	Владеет	расчетами и проектированием процессов изготовления продукции и указанных средств и систем с использованием современных информационных технологий, методов и средств проектирования
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	подходы к проектированию и совершенствованию систем автоматического управления техническими объектами и процессами с целью достижения более высоких технико-экономических показателей их функционирования
	Умеет	разрабатывать средства и системы автоматизации и управления различного назначения, в том числе жизненным циклом продукции и ее качеством
	Владеет	способами рационального использования сырьевых, энергетических и других видов ресурсов, современные методы разработки малоотходных, энергосберегающих и экологически чистых технологий, средства автоматизации технологических процессов и производств
ПК-3 способность строить и верифицировать математические модели систем управления процессами и объектами в технических системах на основе современных аналитических и численных методов с применением средств вычислительной техники, специализированных или универсальных программных продуктов, современных контрольно-измерительных комплексов; владение навыками численного и натурального эксперимента; умение анализировать и	Знает	научно-техническую информацию, отечественного и зарубежного опыта по направлению исследований в области автоматизации технологических процессов и производств, автоматизированного управления жизненным циклом продукции, компьютерных систем управления ее качеством
	Умеет	создавать и применять алгоритмическое, аппаратное и программное обеспечения систем автоматизации, управления технологическими процессами и производствами, обеспечивающими выпуск высококачественной, безопасной, конкурентоспособной продукции и освобождающих человека полностью или частично от непосредственного участия в процессах получения, трансформации, передачи, использования, защиты информации и управления производством, и их контроля
	Владеет	способами реализации основных технологических процессов, аналитическими и численными методами при разработке их математических моделей, методы стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей материалов и готовых изделий, стандартные методы их проектирования, прогрессивные методы эксплуатации изделий

обобщать результаты экспериментов		
УК-1 способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях	Знает	методы критического анализа и оценки современных научных достижений, а также методы генерирования новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе междисциплинарных областях
	Умеет	критически оценивать любую поступающую информацию, вне зависимости от источника, генерировать новые идеи, поддающиеся операционализации исходя из наличных ресурсов и ограничений
	Владеет	навыками сбора, обработки, критического анализа и систематизации информации по теме исследования, навыками выбора методов и средств решения задач исследования
УК-2 способность проектировать и осуществлять комплексные исследования, в том числе междисциплинарные, на основе целостного системного научного мировоззрения с использованием знаний в области истории и философии науки	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	основными приемами и методами планирования научно-исследовательских и поисковых исследований
УК-4 готовность использовать современные методы и технологии научной коммуникации на государственном и иностранных языках	Знает	структуру комплексного методического обеспечения и профессиональных образовательных программ
	Умеет	подготовить структурные элементы комплексного методического обеспечения дисциплин и программ
	Владеет	приемами разработки комплексного методического обеспечения программ, дисциплин и отдельных элементов

I. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА

МОДУЛЬ 1. АНАЛИЗ СИСТЕМ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ (10 час.)

Раздел 1. Математическое описание линейных систем автоматического управления (САУ) в пространстве состояний (6 час.)

Тема 1. Классические методы математического описания линейных САУ (2 час., лекция-беседа)

Принципы автоматического управления. Математическое описание САУ "вход – выход": линейные дифференциальные уравнения, уравнения в преобразованиях Лапласа, передаточная функция, частотная функция, временные функции. Структурные схемы и их преобразования.

Тема 2. Устойчивость и качество линейных САУ (2 час., лекция-беседа)

Показатели качества САУ. Понятие устойчивости линейной САУ. Теоремы об устойчивости. Критерии устойчивости.

Тема 3. Метод пространства состояний (2 час.)

Описание линейных САУ уравнениями в форме Коши. Математическое описание "вход – состояние – выход": канонические формы описания в пространстве состояний, структурные представления пространства состояний, связь с описанием в форме передаточной функции "вход – выход", устойчивость в пространстве состояний, понятие управляемости и наблюдаемости, решение уравнений состояния во временной области.

Раздел 2. Математическое описание и устойчивость нелинейных САУ (4 час.)

Тема 1. Метод фазовой плоскости (2 час., лекция-беседа)

Нелинейные статические характеристики. Определение устойчивости. Автоколебания. Изображения процессов на фазовой плоскости. Особые точки. Системы с переменной структурой.

Тема 2. Метод функций Ляпунова. Абсолютная устойчивость (2 час.)

Знакопостоянные и знакоопределенные функции. Устойчивость неавтономных систем: теоремы об устойчивости, теоремы о неустойчивости. Устойчивость автономных систем: теоремы об устойчивости, теоремы о неустойчивости. Линейное приближение нелинейных систем. Абсолютная устойчивость: необходимое условие. Прямой метод Ляпунова исследования абсолютной устойчивости. Критерий Попова. Квадратичный критерий абсолютной устойчивости. Круговой критерий абсолютной устойчивости.

МОДУЛЬ 2. СИНТЕЗ САУ (14 час.)

Раздел 1. Классические методы синтеза САУ (6 час.)

Тема 1. Пропорционально-интегрально-дифференциальное регулирование (2 час., case-study)

ПИД-регулятор: структура, передаточная функция, частные случаи. Структурные модификации ПИД-регулятора, общая форма ПИД-регулятора. Влияние параметров ПИД-регулятора на свойства системы. Особенности технической реализации каналов ПИД-регулятора. Интегральное насыщение

в ПИД-регуляторе, способы противодействия. Настройка (выбор параметров) ПИД-регулятора. ПИД-регуляторы с автонастройкой. Рекомендации по использованию ПИД-регулирования. Правила ручной настройки ПИД-регулятора.

Тема 2. Линеаризация САУ (4 час.)

Постановка задачи. Статическая линеаризация. Гармоническая линеаризация. Линеаризация обратной связью по состоянию, по выходу. Относительный порядок. Внешняя и внутренняя динамика, нуль-динамика. Синтез алгоритма стабилизации, синтез управления в задаче слежения.

Раздел 2. Современные методы синтеза САУ (8 час.)

Тема 1. Синтез в пространстве состояний (2 час., case-study)

Постановка задачи. Матрица коэффициентов замкнутой системы. Характеристический полином замкнутой системы. Метод стандартных фильтров при синтезе САУ по вектору состояния. Синтез САУ по вектору состояния при произвольном задающем воздействии. Пропорциональное управление. Синтез САУ по вектору состояния с интегральным законом управления. Наблюдатели состояния, постановка задачи. Синтез САУ с наблюдателем состояния полного порядка. Наблюдатели пониженного и повышенного порядка.

Тема 2. Оптимальные и адаптивные САУ (2 час.)

Постановка задачи оптимального управления. Методы классического вариационного исчисления. Принцип максимума. Метод динамического программирования. Метод фазовой плоскости в задаче оптимального по быстродействию управления. Синтез систем оптимальных по интегральному квадратичному критерию. Постановка задачи адаптивного управления. Типы адаптивных систем. Адаптивное управление по состоянию линейных и нелинейных систем. Робастность САУ.

Тема 3. САУ с прогнозирующим управлением (2 час.)

Стратегия прогнозирующего управления с моделью. Модели процессов в системах прогнозирующего управления: линейные модели, нелинейные модели. Целевые функции. Структурные схемы систем прогнозирующего управления. Прогнозирующее управление в системах с ограничениями.

Тема 4. САУ с элементами искусственного интеллекта (2 час.)

Основы искусственных нейронных сетей: свойства и виды нейронных сетей, алгоритмы обучения. Искусственные нейронные сети в системах управления: нейрорегуляторы, фильтры на нейронных сетях, нейронные наблюдатели переменных. Математические основы нечеткой логики: нечеткие множества, функции принадлежности. САУ с элементами нечеткой логики: структурные схемы, построение регуляторов нечеткой логики.

II. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА

Практические занятия (18 час.)

Занятие 1. Математическое описание САУ в системе "вход – выход"

(2 час., case-study)

Примеры математического описания физических объектов и систем. Численное моделирование объектов управления, получение и изучение свойств объектов во временной и частотной области.

Занятие 2. Математическое описание САУ в системе "вход – состояние – выход" (4 час., case-study)

Преобразование (аналитическое и численное) описания систем в виде передаточных функций и в переменных состояниях (в различных канонических формах). Аналитическое и численное решение уравнений пространства состояний во временной области.

Занятие 3. Устойчивость нелинейных САУ (2 час.)

Аналитическое и численное построение фазовых портретов. Подбор параметров САУ для получения режима автоколебаний.

Занятие 4. ПИД-регулирование (2 час.)

Расчетная и экспериментальная настройка ПИД-регулятора на заданное качество САУ.

Занятие 5. Синтез в пространстве состояний (4 час.)

Синтез модального управления, модельный эксперимент.

Занятие 6. Прогнозирующее управление (4 час.)

Синтез САУ с ограничениями методом прогнозирующего управления с моделью. Модельный эксперимент.

III. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (по отраслям)» 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 и методические рекомендации по их выполнению;

требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы;

критерии оценки выполнения самостоятельной работы.

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. Математическое описание линейных систем автоматического управления (САУ) в пространстве состояний	ОПК-3, ПК-1	знает графические методы описания САУ с помощью структурных схем, математическое описание САУ в пространстве состояний	УО-1, собеседование	экзамен вопросы: 1, 2
			умеет составлять и преобразовывать структурные схемы САУ и схемы переменных состояния	ПР-1, тест	экзамен вопросы: 3
			владеет навыками составления математических моделей линейных САУ	ПР-3, эссе	экзамен вопросы: 4
2	Раздел 2. Математическое описание и устойчивость нелинейных САУ	ПК-2	Знает основные положения теории устойчивости, алгебраические и частотные критерии устойчивости, основные показатели качества САУ и методы оценки качества САУ	УО-1, собеседование	экзамен вопросы: 5, 6
			Умеет осуществлять структурные преобразования нелинейных систем, оценивать устойчивость нелинейных САУ	УО-3, доклад	экзамен вопросы: 7, 8
			Владеет навыками составления математических	ПР-3, эссе	экзамен вопросы:

			моделей нелинейных САУ		9, 10
3	Раздел 3. Классические методы синтеза САУ	ПК-3, УК-4	Знает основные подходы к синтезу линейных, дискретных и нелинейных САУ, основные методы синтеза линейных непрерывных САУ	УО-1, собеседование	экзамен вопросы: 11
			Умеет синтезировать законы и алгоритмы оптимального управления объектами	ПР-7, конспект	экзамен вопросы: 12
			Владеет навыками синтеза САУ	ПР-3, эссе	экзамен вопросы: 13
4	Раздел 4. Современные методы синтеза САУ	УК-1, УК-2	Знает методы синтеза нелинейных САУ, основные программные и аппаратные средства моделирования и исследования САУ	УО-1, собеседование	экзамен вопросы: 14, 15
			Умеет осуществлять моделирование САУ с помощью современных программных и аппаратных средств	ПР-7, конспект	экзамен вопросы: 16, 17
			Владеет навыками исследования и моделирования линейных, дискретных и нелинейных САУ с помощью стандартных программных средств	ПР-3, эссе	экзамен вопросы: 18, 19

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. 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>
2. Первозванский А.А. Курс теории автоматического управления: учебное пособие / Первозванский. А.А. – СПб.: Лань, 2010. – 615 с.
<https://lib.dvfu.ru:8443/lib/item?id=chamo:298684&theme=FEFU>
3. Певзнер, Л.Д. Теория систем управления. — СПб. : "Лань", 2013.— 421 с.
http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=38847

Дополнительная литература
(печатные и электронные издания)

1. 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
2. Ощепков А. Ю. Системы автоматического управления: теория, применение, моделирование в MATLAB. — СПб. : "Лань", 2013.— 208 с.
https://lib.dvfu.ru:8443/lib/item?id=Lan:/usr/vtls/ChamoHome/visualizer/data_1an/data_lan+%28825%29.xml&theme=FEFU
3. Певзнер, Л.Д. Лабораторный практикум по дисциплине "Теория автоматического управления" / Л.Д. Певзнер, В.В. Дмитриева. — М. : "Горная книга", 2010.— 127 с.
https://lib.dvfu.ru:8443/lib/item?id=Lan:/usr/vtls/ChamoHome/visualizer/data_1an/data_lan+%28419%29.xml&theme=FEFU

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

1. www.elibrary.ru – научная электронная библиотека
2. <http://www.dvfu.ru/web/library> – научная библиотека
Дальневосточного федерального университета

3. <http://www.rusycon.ru/win/rasu.html> – Российский архив по системам и управлению Rusicon
4. <http://ctms.engin.umich.edu/CTMS/index.php?aux=Home> – Control Tutorials
5. www.lanbook.com – Электронная библиотека Лань

Перечень информационных технологий и программного обеспечения

Место расположения компьютерной техники, на котором установлено программное обеспечение, количество рабочих мест	Перечень программного обеспечения
<p>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.</p>	<p>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; 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;</p>

	ESET NOD32 Secure Enterprise Контракт №ЭА-091-18 от 24.04.2018.
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.	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.

I. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина «Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (по отраслям)» обеспечена электронным курсом лекций, заданиями для аудиторной и домашней 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 E, ауд. E 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,	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

<p>лабораторных занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.</p>	<p>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 Контроллер Siemens Demokoffer HPTA - 1 шт</p>
---	---



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

ИНЖЕНЕРНАЯ ШКОЛА

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ
РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

**по дисциплине «Автоматизация и управление технологическими
процессами и производствами (по отраслям)»**

**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	Форма контроля
1	февраль	История, фундаментальные принципы управления, законы регулирования.	8	Устный опрос
2	февраль	Структура линейных САУ. Преобразование Фурье и Лапласа. Исследования во временной и частотной областях.	8	самостоятельная работа
3	Февраль-март	Устойчивость. Критерии, области устойчивости.	8	Расчетное задание; самостоятельная работа
4	март	Структурные свойства САУ. Качественные характеристики автоматических систем.	8	Расчетное задание; самостоятельная работа
5	Март-апрель	Методы управления и синтез САУ.	8	Контрольная работа
6	Апрель	Регуляторы и системы управления состоянием.	8	Расчетное задание; самостоятельная работа
7	Апрель	Нелинейные системы. Метод гармонического баланса. Равновесные режимы. Автоколебания.	8	Устный опрос
8	Апрель-май	Дискретные системы. Свойства. Управляемость, наблюдаемость. Устойчивость.	7	Расчетное задание; самостоятельная работа

9	Май	Цифровые системы автоматического управления, особенности.	7	Устный опрос
10	Май-июнь	Стохастические САУ. Проблемы, прохождение случайных сигналов.	7	Контрольная работа
11	июнь	Оптимальные САУ. Принцип максимума Понтрягина. Робастные системы. Адаптивное управление	7	Расчетное задание; самостоятельная работа
12	При подготовке к экзамену	Подготовка к экзамену	18	Экзамен
		Всего	102	



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

ИНЖЕНЕРНАЯ ШКОЛА

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
по дисциплине «Автоматизация и управление технологическими
процессами и производствами (по отраслям)»
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

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	
<p style="text-align: center;">ОПК-3</p> <p>способность к разработке новых методов исследования и их применение в самостоятельной научно-исследовательской деятельности в области профессиональной деятельности</p>	Знает	основы методов деятельности, направленных на автоматизацию действующих и создание новых автоматизированных и автоматических технологий и производств, обеспечивающих выпуск конкурентоспособной продукции
	Умеет	применять средства, способы и методы, направленных на автоматизацию действующих и создание новых автоматизированных и автоматических технологий и производств
	Владеет	современными информационными технологиями, техникой, прикладными программными средствами при решении задач профессиональной деятельности
<p style="text-align: center;">ПК-1</p> <p>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	обоснование, разработку, реализацию и контроль норм, правил и требований к продукции различного служебного назначения, ее жизненному циклу, процессам ее разработки, изготовления, управления качеством, применения (потребления), транспортировки и утилизации
	Умет	сбирать и анализировать исходные информационные данные для проектирования технологических процессов изготовления продукции, средств и систем автоматизации, контроля, технологического оснащения, диагностики, испытаний, управления процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством
	Владеет	расчетами и проектированием процессов изготовления продукции и указанных средств и систем с использованием современных информационных технологий, методов и средств проектирования
<p style="text-align: center;">ПК-2</p> <p>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</p>	Знает	подходы к проектированию и совершенствованию систем автоматического управления техническими объектами и процессами с целью достижения более высоких технико-экономических показателей их функционирования
	Умеет	разрабатывать средства и системы автоматизации и управления различного назначения, в том числе жизненным циклом продукции и ее качеством
	Владеет	способами рационального использования сырьевых, энергетических и других видов ресурсов, современные методы разработки малоотходных, энергосберегающих и экологически чистых технологий, средства автоматизации технологических процессов и производств

<p>ПК-3 способность строить и верифицировать математические модели систем управления процессами и объектами в технических системах на основе современных аналитических и численных методов с применением средств вычислительной техники, специализированных или универсальных программных продуктов, современных контрольно-измерительных комплексов; владение навыками численного и натурального эксперимента; умение анализировать и обобщать результаты экспериментов</p>	Знает	научно-техническую информацию, отечественного и зарубежного опыта по направлению исследований в области автоматизации технологических процессов и производств, автоматизированного управления жизненным циклом продукции, компьютерных систем управления ее качеством
	Умеет	создавать и применять алгоритмическое, аппаратное и программное обеспечения систем автоматизации, управления технологическими процессами и производствами, обеспечивающими выпуск высококачественной, безопасной, конкурентоспособной продукции и освобождающих человека полностью или частично от непосредственного участия в процессах получения, трансформации, передачи, использования, защиты информации и управления производством, и их контроля
	Владеет	способами реализации основных технологических процессов, аналитическими и численными методами при разработке их математических моделей, методы стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей материалов и готовых изделий, стандартные методы их проектирования, прогрессивные методы эксплуатации изделий
<p>УК-1 способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях</p>	Знает	методы критического анализа и оценки современных научных достижений, а также методы генерирования новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе междисциплинарных областях
	Умеет	критически оценивать любую поступающую информацию, вне зависимости от источника, генерировать новые идеи, поддающиеся операционализации исходя из наличных ресурсов и ограничений
	Владеет	навыками сбора, обработки, критического анализа и систематизации информации по теме исследования, навыками выбора методов и средств решения задач исследования
<p>УК-2 способность проектировать и осуществлять комплексные исследования, в том числе</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

междисциплинарные, на основе целостного системного научного мировоззрения с использованием знаний в области истории и философии науки	Владеет	основными приемами и методами планирования научно-исследовательских и поисковых исследований
УК-4 готовность использовать современные методы и технологии научной коммуникации на государственном и иностранных языках	Знает	структуру комплексного методического обеспечения и профессиональных образовательных программ
	Умеет	подготовить структурные элементы комплексного методического обеспечения дисциплин и программ
	Владеет	приемами разработки комплексного методического обеспечения программ, дисциплин и отдельных элементов

№ п/п	Контролируемые разделы / темы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций		Оценочные средства	
				текущий контроль	промежуточная аттестация
1	Раздел I. Математическое описание линейных систем автоматического управления (САУ) в пространстве состояний	ОПК-3, ПК-1	знает графические методы описания САУ с помощью структурных схем, математическое описание САУ в пространстве состояний	УО-1, собеседование	экзамен вопросы: 1, 2
			умеет составлять и преобразовывать структурные схемы САУ и схемы переменных состояния	ПР-1, тест	экзамен вопросы: 3
			владеет навыками составления математических моделей линейных САУ	ПР-3, эссе	экзамен вопросы: 4
2	Раздел 2. Математическое описание и устойчивость нелинейных САУ	ПК-2	Знает основные положения теории устойчивости, алгебраические и частотные критерии устойчивости, основные показатели качества САУ и методы оценки качества САУ	УО-1, собеседование	экзамен вопросы: 5, 6
			Умеет осуществлять структурные преобразования нелинейных систем, оценивать устойчивость нелинейных САУ	УО-3, доклад	экзамен вопросы: 7, 8

			Владеет навыками составления математических моделей нелинейных САУ	ПР-3, эссе	экзамен вопросы: 9, 10
3	Раздел 3. Классические методы синтеза САУ	ПК-3, УК-4	Знает основные подходы к синтезу линейных, дискретных и нелинейных САУ, основные методы синтеза линейных непрерывных САУ	УО-1, собеседование	экзамен вопросы: 11
			Умеет синтезировать законы и алгоритмы оптимального управления объектами	ПР-7, конспект	экзамен вопросы: 12
			Владеет навыками синтеза САУ	ПР-3, эссе	экзамен вопросы: 13
4	Раздел 4. Современные методы синтеза САУ	УК-1, УК-2	Знает методы синтеза нелинейных САУ, основные программные и аппаратные средства моделирования и исследования САУ	УО-1, собеседование	экзамен вопросы: 14, 15
			Умеет осуществлять моделирование САУ с помощью современных программных и аппаратных средств	ПР-7, конспект	экзамен вопросы: 16, 17
			Владеет навыками исследования и моделирования линейных, дискретных и нелинейных САУ с помощью стандартных программных средств	ПР-3, эссе	экзамен вопросы: 18, 19

Шкала оценивания уровня сформированности компетенций

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции		критерии	показатели	баллы
ОПК-3 способность к разработке новых методов исследования	знает (пороговый уровень)	основные принципы планирования и реализации научно-	знание основных подходов в планировании научно-исследовательс	способность оценивать тематику научно-исследовательских и поисковых	45-64

ния и их применение в самостоятельной научно-исследовательской деятельности в области профессиональной деятельности		исследовательских и поисковых исследований	ких и поисковых исследований	исследований	
	умеет (продвинутый)	планировать научно-исследовательские и поисковые исследования в зависимости от поставленных целей и задач	умение работать с технической документацией	способность планировать научно-исследовательских и поисковых исследования	65-84
	владеет (высокий)	основными приемами и методами планирования научно-исследовательских и поисковых исследований	владение основными приемами и методами планирования научно-исследовательских и поисковых исследований	способность использовать современные информационные технологии, технику, прикладные программные средства при решении задач профессиональной деятельности	85-100
ПК-1 способность исследовать, обобщать, выявлять тенденции мирового технического прогресса в области систем автоматического управления, объективно оценивать достигнутый уровень результатов, в том числе	знает (пороговый уровень)	технические характеристики исполнительных устройств, способы повышения надежности средств автоматизации	знает принципы построения современных систем автоматизации и управления техническими объектами и технологическими процессами	способность создавать иерархические структуры автоматизированных систем управления технологическими процессами и производствами с выбором технических средств автоматизации и управления	45-64
	умеет (продвинутый)	разрабатывать оптимальные алгоритмы работы регуляторов	умение проектировать современные системы автоматизации и управления техническими объектами и	способность рассчитывать средства автоматизации и управления, выбирать средства автоматизации и	65-84

личных, ставить научные задачи и определять пути их решения			технологическими процессами	управления	
	владеет (высокий)	энергосберегающими технологиями, методами диагностирования неисправностей оборудования с прогнозированием их работы	владение методами и энергосберегающими технологиями	способность диагностировать неисправности оборудования с прогнозированием их работы	85-100
ПК-2 способность совершенствовать и разрабатывать новые теоретические подходы к созданию систем автоматического управления техническими объектами и процессам и с целью достижения более высоких технико-экономических показателей их функционирования	знает (пороговый уровень)	основы алгоритмизации и программирования	знание аналитических и численных методов при разработке математических моделей	способность реализации основных технологических процессов	45-64
	умеет (продвинутый)	разрабатывать новые теоретические подходы к созданию систем автоматического управления техническими объектами	умение выбирать средства автоматизации и управления, комплексами для различных отраслей	способность проектировать системы управления	65-84
	владеет (высокий)	методологии разработки алгоритмического и программного обеспечения	владение методами расчета средств автоматизации и управления	способность разрабатывать системы автоматического управления техническими объектами и процессами	85-100
ПК-3 способность строить и верифицировать математические модели систем управления	знает (пороговый уровень)	принципы работы систем автоматизированного проектирования и управления	знание современных методов разработки малоотходных, энергосберегающих и экологически чистых технологий	способность применять методы рационального использования сырьевых, энергетических и других видов ресурсов	45-64

<p>процессам и объектами в технических системах на основе современных аналитических и численных методов применением средств вычислительной техники, специализированных или универсальных программных продуктов, современных контрольно-измерительных комплексов; владение навыками численного и натурального эксперимента; умение анализировать и обобщать результаты экспериментов</p>	<p>умеет (продвинутый)</p>	<p>обоснованно выбирать оптимальную систему для решения конкретных задач</p>	<p>умение использовать средства автоматизации технологических процессов и производств</p>	<p>способность строить и верифицировать математические модели систем управления процессами и объектами в технических системах</p>	<p>65-84</p>
	<p>владеет (высокий)</p>	<p>методами разработки автоматизированных систем</p>	<p>владение навыками наладочных и настроечных процедур</p>	<p>способность внедрять разработанной системы в эксплуатацию</p>	<p>85-100</p>
<p>УК-1 способность к критическому анализу и оценке современных</p>	<p>знает (пороговый уровень)</p>	<p>основные методы научно-исследовательской деятельности</p>	<p>знание основных методов критического анализа и оценки современных</p>	<p>способность избегать автоматического применения стандартных формул и приемов при</p>	<p>45-64</p>

<p>ых научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях</p>			научных достижений	решении задач	
	<p>умеет (продвинутый)</p>	<p>выделять и систематизировать основные идеи в научных текстах, критически оценивать любую поступающую информацию, вне зависимости от источника</p>	<p>умеет анализировать альтернативные варианты решения исследовательских и практических задач и оценивать потенциальные выигрыши/проигрыши реализации этих вариантов</p>	<p>способность выбирать методы и средства решения задач исследования</p>	<p>65-84</p>
	<p>владеет (высокий)</p>	<p>навыками сбора, обработки, критического анализа и систематизации информации по теме исследования</p>	<p>избегать автоматического применения стандартных формул и приемов при решении задач</p>	<p>способность генерировать новые идеи при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях</p>	<p>85-100</p>
<p>УК-2 способность проектировать и осуществлять комплексные исследования, в том числе междисциплинарные, на основе целостного системного научного мировоззрения с использованием знаний в</p>	<p>знает (пороговый уровень)</p>	<p>основные подходы проектирования и осуществления комплексного исследования</p>	<p>знание основных подходов проектирования и осуществления комплексного исследования</p>	<p>способность применения основных подходов проектирования и осуществления комплексного исследования</p>	<p>45-64</p>
	<p>умеет (продвинутый)</p>	<p>собирать и анализировать исходные информационные данные для проектирования технологических процессов изготовления</p>	<p>умение работать с документацией</p>	<p>способность проектировать и осуществлять комплексные исследования</p>	<p>65-84</p>

области истории и философии и науки		я продукции			
	владеет (высокий)	принципами построения современных систем автоматизации и управления техническими объектами и технологическими процессами	владение принципами построения современных систем автоматизации и управления техническими объектами и технологическими процессами	способность разрабатывать современные системы автоматизации и управления техническими объектами и технологическими процессами	85-100
	знает (пороговый уровень)	современные методы и технологии научной коммуникации	знание методов и средств научной коммуникации	способность использовать современные методы и технологии научной коммуникации	45-64
УК-4 готовность использовать современные методы и технологии и научной коммуникации на государственном и иностранных языках	умеет (продвинутый)	применять методы и средства проектирования	умение применять методы и средства проектирования	способность применять методы и средства проектирования	65-84
	владеет (высокий)	расчетами и проектированием процессов изготовления продукции и указанных средств и систем	владение расчетами и проектированием процессов изготовления продукции и указанных средств и систем	способность участвовать в работах по расчету и проектированию процессов изготовления продукции и указанных средств и систем	85-100

Методические рекомендации, определяющие процедуры оценивания результатов освоения дисциплины

Критерии выставления оценки студенту на экзамене

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.

Оценочные средства для текущей аттестации

Для оценки качества освоения дисциплины при проведении контролируемых мероприятий предусмотрены вопросы для подготовки к экзамену.

Вопросы экзамена

1. Виды математического описания линейных САУ в системе "вход – выход"

2. Устойчивость и показатели качества линейной САУ. Теоремы об устойчивости.
3. Векторно-матричное представление линейных дифференциальных уравнений. Форма Коши. Пространство состояний. Математическое описание линейных САУ в системе "вход – состояние – выход".
4. Устойчивость, наблюдаемость, управляемость линейных САУ в пространстве состояний.
5. Нелинейные САУ, признаки и проявления. Исследование нелинейных САУ 2 порядка. Метод фазовой плоскости. Особые точки и отражение процессов на фазовой плоскости.
6. Системы с переменной структурой. Скользящие режимы.
7. Функции Ляпунова, знакопостоянство, знакоопределенность. Устойчивость неавтономных систем. Устойчивость автономных систем. Линейное приближение нелинейных систем. Критерии устойчивости нелинейных САУ.
8. ПИД-регулирование. Виды регуляторов. Способы и правила настройки.
9. Постановка задачи линеаризации. Статическая линеаризация, гармоническая линеаризация.
10. Линеаризация обратной связью по состоянию, по выходу. Внешняя и внутренняя динамика.
11. Синтез САУ в пространстве состояний (модальное управление). Пропорциональное управление, интегральное управление. Наблюдатели состояния и их синтез.
12. Постановка задачи оптимального управления. Принцип максимума. Метод динамического программирования. Интегральные критерии качества. САУ оптимальные по быстродействию.
13. Постановка задачи адаптивного управления. Типы адаптивных систем. Робастность САУ.

14. Стратегия прогнозирующего управления с моделью, преимущества и недостатки. Модели процессов в прогнозирующем управлении (линейные и нелинейные). Целевые функции.

15. Структурные схемы прогнозирующего управления. Прогнозирующее управление систем с ограничениями.

16. Искусственные нейронный сети (виды и особенности). Алгоритмы обучения. Метод обратного распространения.

17. Искусственные нейронные сети в структуре САУ. Нейрорегуляторы.

18. Математические основы нечеткой логики. Функции принадлежности и их определение.

19. Нечеткие регуляторы в САУ.