

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

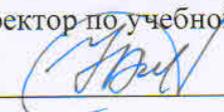
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования

**«УФИМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АВИАЦИОННЫЙ  
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Кафедра «Техническая кибернетика»

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе

  
\_\_\_\_\_ Н.Г.Зарипов

« 04 » 09 2015 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

**УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

**«СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ, УПРАВЛЕНИЕ И ОБРАБОТКА ИНФОРМАЦИИ»**

Уровень подготовки: высшее образование – подготовка кадров высшей квалификации

Направление подготовки научно-педагогических кадров высшей квалификации (аспирантура)

09.06.01 «Информатика и вычислительная техника»  
(код и наименование направления подготовки)

Направленность подготовки

«Системный анализ, управление и обработка информации»  
(наименование программы подготовки)

Квалификация (степень) выпускника

Исследователь. Преподаватель исследователь

Форма обучения

очная

Уфа 2015

## Содержание

1.	Место дисциплины в структуре образовательной программы.....
2.	Перечень результатов обучения.....
3.	Содержание и структура дисциплины (модуля).....
4.	Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы.....
5.	Фонд оценочных средств.....
6.	Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля).
7.	Образовательные технологии.....
8.	Методические указания по освоению дисциплины.....
9.	Материально-техническое обеспечение дисциплины.....
10.	Адаптация рабочей программы для лиц с ОВЗ.....
	Лист согласования рабочей программы дисциплины.....
	Дополнения и изменения в рабочей программе дисциплины.....

## 1. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Системный анализ, управление и обработка информации» является дисциплиной базовой части.

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки научно-педагогических кадров высшей квалификации (аспирантура) 09.06.01 Информатика и вычислительная техника, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от "30" июля 2014 г. № 875 и приказа Министерства образования и науки Российской Федерации от 30.04.2015 № 464 "О внесении изменений в федеральные государственные образовательные стандарты высшего образования (уровень подготовки кадров высшей квалификации)". Является неотъемлемой частью основной образовательной профессиональной программы (ОПОП).

**Целью освоения дисциплины** является формирование у аспирантов системы знаний и практических умений в области теории и практики применения системного анализа, оптимизации, управления, принятия решений и обработки информации сложных систем в процессе решения научных и прикладных проблем.

### Задачи:

- изучить теоретические и практические методы формализации и решения задач системного анализа, оптимизации, управления, принятия решений и обработки информации сложных систем;
- применять, обосновывать выбор, совершенствовать применяемые методы научного исследования в задачах системного анализа, оптимизации, управления, принятия решений и обработки информации сложных систем;
- использовать для решения задач системного анализа, оптимизации, управления, принятия решений и обработки информации средства создания математического и алгоритмического обеспечения.

### Входные компетенции:

№	Компетенция	Код	Уровень освоения, определяемый этапом формирования компетенции*	Название дисциплины (модуля), практики, научных исследований, сформировавших данную компетенцию
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	<b>базовый уровень</b>	История и философия науки
2	Готовность использовать современные методы и технологии научной коммуникации на государственном и иностранном языках	УК-4	<b>базовый уровень</b>	Иностранный язык
3	Способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений,	УК-1	<b>базовый уровень</b>	Методика работы над литературными источниками

	генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях			
--	---	--	--	--

*\*- **пороговый уровень** дает общее представление о виде деятельности, основных закономерностях функционирования объектов профессиональной деятельности, методов и алгоритмов решения практических задач;*

*-**базовый уровень** позволяет решать типовые задачи, принимать профессиональные и управленческие решения по известным алгоритмам, правилам и методикам;*

*-**повышенный уровень** предполагает готовность решать практические задачи повышенной сложности, нетиповые задачи, принимать профессиональные и управленческие решения в условиях неполной определенности, при недостаточном документальном, нормативном и методическом обеспечении.*

Исходящие компетенции:

№	Компетенция	Код	Уровень освоения, определяемый этапом формирования компетенции	Название дисциплины (модуля), практики, научных исследований для которых данная компетенция является формируемой
1	готовность участвовать в работе российских и международных исследовательских коллективов по решению научных и научно-образовательных задач;	УК-3	повышенный	Научно-исследовательская практика Научные исследования
2	способность следовать этическим нормам в профессиональной деятельности	УК-5	базовый	Научно-исследовательская практика
3	способность планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития	УК-6	базовый	Научные исследования
4	способностью к разработке новых методов исследования и их применению в самостоятельной научно-исследовательской деятельности в области профессиональной деятельности;	ОПК-3	повышенный	Научно-исследовательская практика Научные исследования
5	готовностью организовать работу исследовательского коллектива в области профессиональной деятельности;	ОПК-4	базовый	Научные исследования
6	способностью объективно оценивать результаты исследований и разработок, выполненных другими специалистами и в других научных учреждениях;	ОПК-5	повышенный	Научно-исследовательская практика Научные исследования
7	способностью представлять полученные результаты научно-исследовательской деятельности на высоком уровне и с учетом соблюдения авторских прав;	ОПК-6	базовый	Научно-исследовательская практика

8	владением методами проведения патентных исследований, лицензирования и защиты авторских прав при создании инновационных продуктов в области профессиональной деятельности;	ОПК-7	базовый	Научно-исследовательская практика
---	--	-------	---------	-----------------------------------

## 2. Перечень результатов обучения

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций.

Планируемые результаты обучения по дисциплине

№	Формируемые компетенции	Код	Знать	Уметь	Владеть
1	владением методологией теоретических и экспериментальных исследований в области профессиональной деятельности	ОПК-1	цели и задачи исследования, основные методологические подходы исследования процессов функционирования объектов профессиональной деятельности; общие принципы и закономерности в построении, функционировании и развитии, управлении и моделировании процессов объектов исследования	использовать методологии и методы научного исследования на уровнях теоретического и эмпирического исследования, использования общелогических методов и приемов исследования	системными правилами выявления причин нарушения системных принципов функционирования объектов исследования
2	способность применять теоретические и основы и методы при формализации и постановке задач системного анализа, оптимизации, управления, принятия решений и обработки информации и разработке критериев и моделей описания и оценки эффективности их решения	ПК-1	существующие подходы, теоретические и практические методы формализации задач системного анализа, оптимизации, управления, принятия решений и обработки информации, существующие подходы к формированию критериев и оценок эффективности систем анализа, оптимизации, управления, принятия решений и обработки информации, область их практической применимости	обосновывать выбор методов теоретического и практического исследования сложных объектов, способов описания и формализации задач системного анализа, оптимизации, управления принятия решений и обработки информации, выбора критериев и оценок эффективности их решения	сравнительного анализа существующих методов и подходов к решению задач системного анализа, оптимизации, управления, принятия решений и обработки информации
3	способность разрабатывать	ПК-2	существующие методы и алгоритмы	выявлять возможности совершенства	формализации и решения задач си-

методы и алгоритмы решения задач системного анализа, оптимизации, управления, принятия решений и обработки информации, а также специальное математическое и алгоритмическое обеспечение соответствующих систем	решения задач системного анализа, оптимизации, управления, принятия решений и обработки информации	ния существующих методов и алгоритмов решения задач системного анализа, оптимизации, управления, принятия решений и обработки информации;	стемного анализа, оптимизации, управления, принятия решений и обработки информации, используя средства создания математического и алгоритмического обеспечения
--	--	---	--

### 3. Содержание и структура дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 9 зачетных единиц (324 часов).

Трудоемкость дисциплины по видам работ

Вид работы	Трудоемкость, час.		
	2 семестр	3 семестр	3 семестр
Лекции (Л)	4	6	4
Практические занятия (ПЗ)	6	8	6
Самостоятельная работа (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям, коллоквиумам, рубежному контролю и т.д.)	89	85	62
Подготовка и сдача зачета, экзамена	9	9	36
Вид итогового контроля (зачет, экзамен)	зачет	зачет с оценкой	экзамен

Содержание разделов и формы текущего контроля

№	Наименование и содержание раздела	Количество часов					Литература, рекомендуемая студентам*	Виды интерактивных образовательных технологий**	
		Аудиторная работа				СРС			Всего
		Л	ПЗ	ЛР	КСР				
1	<b>Раздел 1. Основные понятия и задачи системного анализа</b>								
	<b>Тема 1. Основные понятия системного анализа</b> Понятия о системном подходе, системном анализе. Выделение системы из среды, определение системы. Системы и закономерности их функционирования и развития. Управляемость, достижимость, устойчивость. Свойства системы: целостность и членимость, связность, организация, самоорганизация, интегрированные качества. Теоретико-множественная форма представления системы. Структура системы, способы декомпозиции. Понятие динамической системы. Типовые ошибки при определении границ системы, ее цели, структуры системы, внешней среды. Модели систем: статические, динамические, концептуальные, топологические, формализованные (процедуры формализации моделей систем), информационные, логико-лингвистические, семантические, теоретико-множественные и др. Классификация систем. Естественные, концептуальные и искусственные, простые и сложные, целенаправленные, целеполагающие, активные и пассивные, стабильные и развивающиеся системы.	2				29	31	Р 6.1 №1, 2, 3, 9, 10	проблемная лекция
	<b>Тема 2. Общесистемные законы и принципы строения, функционирования и развития сложных систем</b> Законы преобразования структур систем, закон полиморфизации, периодический закон функционирования и развития систем. Принцип декомпозиции и композиции, принцип адекватности, принцип управляемости и контролируемости, принцип непротиворечивости, принцип типизации и стандартизации, согласованности принцип совместимости, принцип контринтуитивного управления, принцип адаптации, принцип самоорганизации. Принципы комплексности, системности.	1	2			20	23	Р 6.1 №1, 2, 3, 9, 10	проблемная лекция
	<b>Тема 3. Методология и технологии системного анализа</b>	0.5	2			20	22.5	Р 6.1 №1, 2, 3, 9, 10	лекция-визуализация

	<p>Этапы системного анализа. Взаимосвязь цели исследования и цели системы. Анализ ситуации, постановка целей, выработка решений, реализация решений и оценивание результатов. Методы организации экспертиз.</p> <p>Сущность структурного анализа систем. Методология иерархических содержательных моделей (ИСМ). Методология IDEF0. Методологии построения дерева целей. Понятие технологии системного анализа. Специализированные технологии: CASE-технологии разработки информационных систем, технологии реинжиниринга бизнес-процессов, технологии проектирования технических систем.</p>								
2	<b>Раздел 2. Модели и методы принятия решений</b>								
	<p><b>Тема 4. Принятие решений при управлении сложными объектами. Экспертные методы</b></p> <p>Постановка задач принятия решений. Классификация задач принятия решений. Процедура принятия решений и ее основные этапы. Экспертные процедуры. Задачи оценивания. Алгоритм экспертизы. Методы получения экспертной информации. Шкалы измерений, методы экспертных измерений. Методы опроса экспертов, характеристики экспертов. Методы обработки экспертной информации, оценка компетентности экспертов, оценка согласованности мнений экспертов. Методы формирования исходного множества альтернатив. Методы многокритериальной оценки альтернатив. Методы принятия решений в условиях неопределенности. Виды неопределенности.</p>	0.5	2			20	22.5	Р 6.1 №4-8	лекция-визуализация
4	<b>Раздел 3. Основы теории управления</b>								
	<p><b>Тема 5. Основные понятия теории управления</b></p> <p>Цели и принципы управления, динамические системы. Математическое описание объектов управления: пространство состояний, передаточные функции, структурные схемы. Основные задачи теории управления: стабилизация, слежение, программное управление, оптимальное управление, экстремальное регулирование. Классификация систем управления. Структуры систем управления: разомкнутые системы, системы с обратной связью, комбинированные системы. Динамические и статические характеристики систем</p>	0.5	1			10	11.5	Р 6.1 №8, Ч. I, гл.1-4	проблемная лекция

управления: переходная и весовая функции и их взаимосвязь, частотные характеристики. Типовые динамические звенья и их характеристики. Понятие об устойчивости систем управления. Устойчивость по Ляпунову, асимптотическая, экспоненциальная устойчивость. Устойчивость по первому приближению. Функции Ляпунова. Теоремы об устойчивости и неустойчивости. Устойчивость линейных стационарных систем. Критерии Ляпунова, Льенара—Шипара, Гурвица, Михайлова. Устойчивость линейных нестационарных систем. Метод сравнения в теории устойчивости: леммы Гронуолла—Беллмана, Бихари, неравенство Чаплыгина. Устойчивость линейных систем с обратной связью: критерий Найквиста, большой коэффициент усиления.									
<b>Тема 6. Методы синтеза обратной связи</b> Элементы теории стабилизации. Управляемость, наблюдаемость, стабилизируемость. Дуальность управляемости и наблюдаемости. Канонические формы. Линейная стабилизация. Стабилизация по состоянию, по выходу. Наблюдатели состояния. Дифференциаторы. Качество процессов управления в линейных динамических системах. Показатели качества переходных процессов. Методы оценки качества. Коррекция систем управления. Управление при действии возмущений. Различные типы возмущений: операторные, координатные. Инвариантные системы. Волновое возмущение. Неволновое возмущение. Метод квазиразщепления. Следящие системы. Релейная обратная связь: алгебраические и частотные методы исследования. Стабилизация регулятором переменной структуры: скалярные и векторные скользящие режимы. Универсальный регулятор (стабилизатор Нуссбаума).	1	1			10	12	Р 6.1 №10, Т 3, гл.1,5	лекция-визуализация	
<b>Тема 7. Абсолютная устойчивость</b> Геометрические и частотные критерии абсолютной устойчивости. Абсолютная стабилизация. Адаптивные системы стабилизации: метод скоростного градиента, метод целевых неравенств.	1	1			10	12	Р 6.1 №8, Ч. II, гл.7, 11	лекция-визуализация	
<b>Тема 8. Управление в условиях неопределенности</b> Позитивные динамические системы: основные определения и свойства, стабилизация позитивных систем при неопределенности. Аналитическое	1	1			15	17	Р 6.1 №7, гл.1-3	лекция-визуализация	

	конструирование. Идентификация динамических систем. Экстремальные регуляторы – самооптимизация.								
	<b>Тема 9. Дискретные системы автоматического управления</b> Уравнения импульсных систем во временной области. Разомкнутые системы. Описание импульсного элемента. Импульсная характеристика приведенной непрерывной части. Замкнутые системы. Уравнения разомкнутых и замкнутых импульсных систем относительно решетчатых функций. Дискретные системы. ZET-преобразование решетчатых функций и его свойства. Передаточная, переходная и весовая функции импульсной системы. Классификация систем с несколькими импульсными элементами. Многомерные импульсные системы. Описание многомерных импульсных систем с помощью пространства состояний. Устойчивость дискретных систем. Исследование устойчивости по первому приближению, метод функций Ляпунова, метод сравнения. Теоремы об устойчивости: критерий Шора—Куна. Синтез дискретного регулятора по состоянию и по выходу, при наличии возмущений.	0.5	1			10	11.5	Р 6.2 №5, Ч. 3, гл.22-29	лекция-визуализация
	<b>Тема 10. Нелинейные системы автоматического управления</b> Консервативные динамические системы. Элементы теории бифуркации. Основные виды нелинейностей в системах управления. Методы исследования поведения нелинейных систем. Автоколебания нелинейных систем, отображение А. Пуанкаре, функция последования, диаграмма Ламеррея. Орбитальная устойчивость. Теоремы об устойчивости предельных циклов: Андронова—Витта, Кенигса. Существование предельных циклов: теоремы Бендиксона, Дюлока. Дифференциаторы выхода динамической системы. Гладкие нелинейные динамические системы на плоскости: анализ управляемости, наблюдаемости, стабилизируемости и синтез обратной связи. Управление системами с последствием.	1	2			10	13	Р 6.1 №9, гл.1-3 Р 6.1 №8, Ч. II, гл.7	лекция-визуализация
	<b>Тема 11. Оптимальные системы автоматического управления</b> Задачи оптимизации. Принцип максимума Понтрягина. Динамическое программирование. Управление	1	1			20	22	Р 6.1 №10, Т 3, гл. 5 Р 6.1 №8, Ч. II,	лекция-визуализация

	сингулярно-возмущенными системами. $H_2$ и $H_\infty$ - стабилизация. Minimax-стабилизация. Игровой подход к стабилизации. $L_1$ -оптимизация управления. Вибрационная стабилизация. Эвристические методы стабилизации: нейросети, размытые множества, интеллектуальное управление.							гл.10	
5	<b>Раздел 4. Компьютерные технологии обработки информации</b>								
	<b>Тема 12. Определение и классификация информационных технологий</b> Модели, методы и средства сбора, хранения, коммуникации и обработки информации с использованием компьютеров. Программно-технические средства реализации современных офисных технологий. Стандарты пользовательских интерфейсов. Создание и обработка текстовых файлов и документов с использованием текстовых редакторов и процессоров. Программные средства создания и обработки электронных таблиц. Программные средства создания графических объектов, графические процессоры (векторная и растровая графика).	1	1			10	12	Р 6.1 №11, часть 1, п.4	проблемная лекция
	<b>Тема 13. Понятие информационной системы, банки и базы данных</b> Логическая и физическая организация баз данных. Модели представления данных, архитектура и основные функции СУБД. Распределенные БД. Принципиальные особенности и сравнительные характеристики файл-серверной, клиент-серверной и интранет технологий распределенной обработки данных. Реляционный подход к организации БД. Базисные средства манипулирования реляционными данными. Методы проектирования реляционных баз данных (нормализация, семантическое моделирование данных, ER-диаграммы). Языки программирования в СУБД, их классификация и особенности. Стандартный язык баз данных SQL. Перспективные концепции построения СУБД (ненормализованные реляционные БД, объектно-ориентированные базы данных и др.).	0.5	1			12	13.5	Р 6.1 №11, часть 3	лекция-визуализация
	<b>Тема 14 Основные сетевые концепции</b> Глобальные, территориальные и локальные сети. Проблемы стандартизации. Сетевая модель OSI. Модели взаимодействия компьютеров в сети. Среда передачи	1	1			15	17	Р 6.1 №11, часть 1, п.4 часть 4	лекция-визуализация

	<p>данных. Преобразование сообщений в электрические сигналы, их виды и параметры. Проводные и беспроводные каналы передачи данных. Локальные сети. Протоколы, базовые схемы пакетов сообщений и топологии локальных сетей. Сетевое оборудование ЛВС. Глобальные сети. Основные понятия и определения. Сети с коммутацией пакетов и ячеек, схемотехника и протоколы. Принципы межсетевого взаимодействия и организации пользовательского доступа. Методы и средства защиты информации в сетях. Базовые технологии безопасности. Сетевые операционные системы. Архитектура сетевой операционной системы: сетевые оболочки и встроенные средства. Обзор и сравнительный анализ популярных семейств сетевых ОС.</p>								
	<p><b>Тема 15. Принципы функционирования Internet</b>          Типовые информационные объекты и ресурсы. Ключевые аспекты WWW-технологии. Адресация в сети Internet. Методы и средства поиска информации в Internet, информационно-поисковые системы. Языки и средства программирования Internet приложений. Язык гипертекстовой разметки HTML, основные конструкции, средства подготовки гипертекста (редакторы и конверторы). Базовые понятия VRML. Организация сценариев отображения и просмотра HTML документов с использованием объектно-ориентированных языков программирования.          Представление звука и изображения в компьютерных системах. Устройства ввода, обработки и вывода мультимедиа информации. Форматы представления звуковых и видеофайлов. Оцифровка и компрессия. Программные средства записи, обработки и воспроизведения звуковых и видеофайлов. Мультимедиа в вычислительных сетях</p>	0.5	1			10	11.5	Р 6.1 №11, часть 4	лекция-визуализация
	<p><b>Тема 16. Основные разделы теории и приложений искусственного интеллекта</b>          Описание и постановка задачи. Задачи в пространстве состояний, в пространстве целей. Классификация задач по степени сложности. Линейные алгоритмы. Полиномиальные алгоритмы. Экспоненциальные алгоритмы. Виды и уровни знаний. Знания и данные. Факты и правила. Принципы организации знаний.</p>	1	2			15	18	Р 6.2 №1,	лекция-визуализация

<p>Требования, предъявляемые к системам представления и обработки знаний. Формализмы, основанные на классической и математической логиках. Современные логики. Фреймы. Семантические сети и графы. Модели, основанные на прецедентах. Приобретение и формализация знаний. Пополнение знаний. Обобщение и классификация знаний. Логический вывод и умозаключение на знаниях. Проблемы и перспективы представления знаний. Назначение и принципы построения экспертных систем. Классификация экспертных систем. Методология разработки экспертных систем. Этапы разработки экспертных систем. Проблемы и перспективы построения экспертных систем.</p>										
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Занятия, проводимые в интерактивной форме, составляют 40 % от общего количества аудиторных часов по дисциплине

## Практические занятия (семинары)

№ занятия	№ раздела	Тема	Кол-во часов
1	1	Тема 2. Общесистемные законы и принципы строения, функционирования и развития сложных систем	2
1	2	Тема 3. Методологии и технологии системного анализа	2
2	2	Тема 4. Принятие решений при управлении сложными объектами. Экспертные методы	2
4	3	Тема 5. Основные понятия теории управления	1
4	3	Тема 6. Методы синтеза обратной связи	1
5	4	Тема 7. Абсолютная устойчивость	1
5	4	Тема 8. Управление в условиях неопределенности	1
6	4	Тема 9. Нелинейные системы автоматического управления	2
7	4	Тема 10. Дискретные системы автоматического управления	1
7	4	Тема 11. Оптимальные системы автоматического управления	1
8	5	Тема 12. Определение и классификация информационных технологий	1
8	5	Тема 13. Понятие информационной системы, банки и базы данных	1
9	5	Тема 14 Основные сетевые концепции	1
9	5	Тема 15. Принципы функционирования Internet	1
10	5	Тема 16. Основные разделы теории и приложений искусственного интеллекта	2

### 4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

#### Тема 1. Основные понятия системного анализа

Вопросы для самостоятельного изучения (подготовке к обсуждению):

1. Роль системного подхода в научном познании и практической деятельности.
2. История возникновения кибернетики, теории систем, системотехники, системологии и системного анализа.
3. Основные подходы к исследованию: системный, структурный, функциональный, динамический, когнитивный, гомеостатический, синергетический, информационный и другие.
4. Понятие сложной системы. Различные способы выделения систем. Теоретико-множественное определение понятия абстрактной системы.
5. Понятие структуры системы. Понятие способа декомпозиции и базового элемента. Проблемы выбора базового элемента.
6. Виды структур систем. Типы иерархических структур систем.
7. Понятия конкретной системы, цели, внешней среды.
8. Понятия функции, процесса, ситуации, критерия.
9. Примеры классификации систем, их относительность. Выбор классификации в конкретных условиях.
10. Открытые и закрытые системы. Целенаправленные и целеустремленные системы.

#### Тема 2. Общесистемные законы и принципы строения, функционирования и развития сложных систем

Вопросы для самостоятельного изучения (подготовке к обсуждению):

1. Закономерности взаимодействия части и целого.
2. Закономерности иерархической упорядоченности систем: коммуникативность, иерархичность, основные особенности иерархической упорядоченности.
3. Закономерности функционирования и развития систем : историчность, самоорганизация. потенциальной эффективности. Зависимость цели от стадии познания объекта (процесса).
4. Зависимость цели от внешних и внутренних факторов. Возможность (и необходимость) сведения задачи формулирования цели к ее структуризации.
5. Закономерности формирования структур целей.
6. Закономерности осуществимости систем: эквивинальность, закон «необходимого разнообразия», закономерность.

### **Тема 3. . Методология и технологии системного анализа**

Вопросы для самостоятельного изучения (подготовке к обсуждению):

1. Методология системообразования на основе триад.
2. Понятие слабоформализуемой проблемы.
3. Основные задачи, решаемые при проведении системного анализа исследуемой проблемы.
4. Основные этапы процедуры системного анализа: формирование проблемы, выявление и декомпозиция целей и задач, анализ системных свойств проблемосодержащей системы, моделирование, генерирование альтернатив и выбор альтернативы.
5. Понятие проблематики. Подходы к формированию структур целей.
6. Понятия показателей и критериев эффективности. Проблема согласования локальных и глобальных критериев.

### **Тема 4. Принятие решений при управлении сложными объектами.**

#### **Экспертные методы**

Вопросы для самостоятельного изучения (подготовке к обсуждению):

1. Постановки задач анализа, синтеза, принятия решений, идентификации, прогнозирования и их примеры.
2. Системный и когнитивный подходы в исследовании и принятии решений при управлении сложными объектами. Когнитивные модели.
3. Кибернетические методы исследования сложных систем. Исследование систем по аналогии.
4. Эвристические методы принятия решений.
5. Сети Петри.

### **Тема 5. Основные понятия теории управления**

Вопросы для самостоятельного изучения (подготовке к обсуждению):

1. Устойчивость линейных стационарных систем.
2. Устойчивость линейных нестационарных систем.
3. Метод сравнения в теории устойчивости: леммы Гронуолла—Беллмана, Бихари, неравенство Чаплыгина

### **Тема 6. Методы синтеза обратной связи**

Вопросы для самостоятельного изучения (подготовке к обсуждению):

1. Управление при действии возмущений.
2. Различные типы возмущений: операторные, координатные. Инвариантные системы.
3. Волновое возмущение. Неволновое возмущение. Метод квазирасщепления.
4. Следящие системы.
5. Релейная обратная связь: алгебраические и частотные методы исследования.
6. Стабилизация регулятором переменной структуры: скалярные и векторные скользящие режимы.
7. Универсальный регулятор (стабилизатор Нуссбаума).

### **Тема 7. Абсолютная устойчивость**

Вопросы для самостоятельного изучения (подготовке к обсуждению):

1. Абсолютная стабилизация.

2. Адаптивные системы стабилизации: метод скоростного градиента, метод целевых неравенств.

### **Тема 8. Управление в условиях неопределенности**

Вопросы для самостоятельного изучения (подготовке к обсуждению):

1. Аналитическое конструирование.
2. Идентификация динамических систем.
3. Экстремальные регуляторы – самооптимизация.

### **Тема 9. Нелинейные системы автоматического управления**

Вопросы для самостоятельного изучения (подготовке к обсуждению):

1. Дифференциаторы выхода динамической системы.
2. Гладкие нелинейные динамические системы на плоскости: анализ управляемости, наблюдаемости, стабилизируемости и синтез обратной связи.
3. Управление системами с последействием.

### **Тема 10. Дискретные системы автоматического управления**

Вопросы для самостоятельного изучения (подготовке к обсуждению):

1. Классификация систем с несколькими импульсными элементами.
2. Многомерные импульсные системы. Описание многомерных импульсных систем с помощью пространства состояний.
3. Исследование устойчивости по первому приближению, метод функций Ляпунова, метод сравнения.
4. Теоремы об устойчивости: критерий Шора—Куна.
5. Синтез дискретного регулятора по состоянию и по выходу, при наличии возмущений.

### **Тема 11. Оптимальные системы автоматического управления**

Вопросы для самостоятельного изучения (подготовке к обсуждению):

1. Управление сингулярно-возмущенными системами.
2. Оптимизация систем управления по критериям  $H_2$ ,  $H_\infty$ . Minimax-стабилизация.
3. Игровой подход к стабилизации.  $L_1$ -оптимизация управления.
4. Вибрационная стабилизация.
5. Эвристические методы стабилизации: нейросети, размытые множества, интеллектуальное управление

### **Тема 12. Определение и классификация информационных технологий**

Вопросы для самостоятельного изучения (подготовке к обсуждению):

1. Программные средства создания и обработки электронных таблиц.
2. Программные средства создания графических объектов, графические процессоры (векторная и растровая графика).

### **Тема 13. Понятие информационной системы, банки и базы данных**

Вопросы для самостоятельного изучения (подготовке к обсуждению):

1. Реляционный подход к организации БД.
2. Базисные средства манипулирования реляционными данными.
3. Методы проектирования реляционных баз данных (нормализация, семантическое моделирование данных, ER-диаграммы).

### **Тема 14 Основные сетевые концепции**

Вопросы для самостоятельного изучения (подготовке к обсуждению):

1. Проводные и беспроводные каналы передачи данных.
2. Локальные сети. Протоколы, базовые схемы пакетов сообщений и топологии локальных сетей.
3. Глобальные сети. Основные понятия и определения.
4. Методы и средства защиты информации в сетях. Базовые технологии безопасности.

## Тема 15. Принципы функционирования Internet

Вопросы для самостоятельного изучения (подготовке к обсуждению):

1. Организация сценариев отображения и просмотра HTML документов с использованием объектно-ориентированных языков программирования.
2. Представление звука и изображения в компьютерных системах.
3. Устройства ввода, обработки и вывода мультимедиа информации.
4. Форматы представления звуковых и видеофайлов.
5. Мультимедиа в вычислительных сетях

## Тема 16. Основные разделы теории и приложений искусственного интеллекта

Вопросы для самостоятельного изучения (подготовке к обсуждению):

1. Виды и уровни знаний. Принципы организации знаний.
2. Семантические сети и графы.
3. Назначение и принципы построения экспертных систем.
4. Методология разработки экспертных систем.
5. Проблемы и перспективы построения экспертных систем.

## 5. Фонд оценочных средств

Оценка уровня освоения дисциплины осуществляется в виде текущего и промежуточного контроля успеваемости аспирантов университета, и на основе критериев оценки уровня освоения дисциплины.

Контроль представляет собой набор заданий и проводится в форме контрольных мероприятий по оцениванию фактических результатов обучения студентов и осуществляется ведущим преподавателем.

Объектами оценивания выступают:

- учебная дисциплина (активность на занятиях, своевременность выполнения различных видов заданий, посещаемость всех видов занятий по аттестуемой дисциплине и пр.);
- степень усвоения теоретических знаний;
- уровень овладения практическими умениями и навыками по всем видам учебной работы;
- результаты самостоятельной работы.

Активность обучающегося на занятиях оценивается на основе выполненных работ и заданий, предусмотренных ФОС дисциплины.

Оценивание проводится преподавателем независимо от наличия или отсутствия обучающегося (по уважительной или неуважительной причине) на занятии. Оценка носит комплексный характер и учитывает достижения обучающегося по основным компонентам учебного процесса за текущий период.

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Уровень освоения, определяемый этапом формирования компетенции	Наименование оценочного средства*
1	Основные понятия системного анализа	ОПК-1	БУ	Т
		ПК-1	БУ	
		ПК-2	БУ	
2	Общесистемные законы и принципы строения, функционирования и развития сложных систем	ОК-1	БУ	Т, ЗСВ, Р
		ПК-1	БУ	
		ПК-2	БУ	
3	Методологии и технологии системного анализа	ОК-1	БУ	Т, ЗСВ, Р
		ПК-1	БУ	
		ПК-2	БУ	
4	Принятие решений при	ОК-1	БУ	Т, ЗСВ, Р

	управлении сложными объектами. Экспертные методы	ПК-1	БУ	
		ПК-2	БУ	
5	Основные понятия теории управления	ОК-1	БУ	Т, ЗСВ, Р
		ПК-1	БУ	
		ПК-2	БУ	
6	Методы синтеза обратной связи	ОК-1	БУ	Т, ЗСВ, Р
		ПК-1	БУ	
		ПК-2	БУ	
7	Абсолютная устойчивость	ОК-1	БУ	Т, ЗСВ, Р
		ПК-1	БУ	
		ПК-2	БУ	
8	Управление в условиях неопределенности	ОК-1	БУ	Т, ЗСВ, Р
		ПК-1	БУ	
		ПК-2	БУ	
9	Нелинейные системы автоматического управления	ОК-1	БУ	Т, ЗСВ, Р
		ПК-1	БУ	
		ПК-2	БУ	
10	Дискретные системы автоматического управления	ОК-1	БУ	Т, ЗСВ, Р
		ПК-1	БУ	
		ПК-2	БУ	
11	Оптимальные системы автоматического управления	ОК-1	БУ	Т, ЗСВ, Р
		ПК-1	БУ	
		ПК-2	БУ	
12	Определение и классификация информационных технологий	ОК-1	БУ	Т, ЗСВ, Р
		ПК-1	БУ	
		ПК-2	БУ	
13	Понятие информационной системы, банки и базы данных	ОК-1	БУ	Т, ЗСВ, Р
		ПК-1	БУ	
		ПК-2	БУ	
14	Основные сетевые концепции	ОК-1	БУ	Т, ЗСВ, Р
		ПК-1	БУ	
		ПК-2	БУ	
15	Принципы функционирования Internet	ОК-1	БУ	Т, ЗСВ, Р
		ПК-1	БУ	
		ПК-2	БУ	
16	Основные разделы теории и приложений искусственного интеллекта	ОК-1	БУ	Т, ЗСВ, Р
		ПК-1	БУ	
		ПК-2	БУ	

\* Планируемые формы контроля: тестирование, ответы на вопросы (Т), написание реферата (Р), задания для самостоятельного выполнения (ЗСВ).

#### Вопросы к зачету

1. Понятие абстрактной системы. Основные свойства системы. Понятие эмерджентности.
2. Теоретико-множественное определение системы. Понятие конкретной системы
3. Понятие структуры системы. Виды структур систем.
4. Понятие внешней среды. Проблемы определения внешней среды. Открытая и закрытая системы.
5. Общесистемное понятие цели, задачи. Дерево цели. Свойства цели.
6. Понятие динамической системы.
7. Понятие модели системы. Изоморфизм и гомоморфизм. Назначение модели.
8. Законы преобразования структур систем.
9. Закон полиморфизации. Полиморфизм и изоморфизм систем.

10. Периодический закон функционирования и развития систем.
11. Закономерность взаимодействия части и целого. Закономерности иерархической упорядоченности систем.
12. Закономерность осуществимости систем. Закономерность зависимости потенциала системы от структуры системы.
13. Принцип согласованности. Следствия. Примеры.
14. Принцип совместимости (достижимости). Следствия. Примеры.
15. Принципы реализуемости, типизации, стандартизации.
16. Принципы контринтуитивного проектирования и оперативного принятия решений.
17. Принцип декомпозиции и композиции,
18. Принцип адекватности, принцип управляемости и контролируемости, принцип непротиворечивости,
19. Принцип адаптации, принцип самоорганизации.
20. Методология системообразования на основе триад.
21. Понятие слабоформализуемой проблемы.
22. Технология системного анализа. Основные этапы системного анализа и их схема.
23. Понятие сложной системы.
24. Постановки задач анализа, синтеза, принятия решений, идентификации, прогнозирования и их примеры.
25. Процедура принятия решений и ее основные этапы. Экспертные процедуры.
26. Экспертные процедуры. Задачи оценивания. Алгоритм экспертизы. Методы получения экспертной информации. Шкалы измерений, методы экспертных измерений.
27. Методы многокритериальной оценки альтернатив.

#### **Критерии оценки:**

- **оценка «зачтено»** выставляется студенту, если проявил знание программного материала, демонстрирует сформированные (иногда не полностью) умения и навыки, указанные в программе компетенции, умеет (в основном) систематизировать материал и делать выводы;
- **оценка «не зачтено»** выставляется студенту, если не усвоил основное содержание материала, не умеет систематизировать информацию, делать выводы, четко и грамотно отвечать на заданные вопросы, демонстрирует низкий уровень овладения необходимыми компетенциями

#### **Вопросы к зачету с оценкой**

1. Перечислите задачи теории управления.
2. Какие структуры систем управления Вы знаете?
3. Какие типовые звенья систем управления существуют?
4. Что такое устойчивость системы управления?
5. Перечислите отличия критериев устойчивости.
6. Как оценивается устойчивость линейных стационарных и нестационарных систем?
7. Поясните суть критерия Найквиста.
8. Что такое управляемость и наблюдаемость, в чем заключается их дуальность?
9. Что такое стабилизация? Какие типы стабилизации Вы знаете?
10. Как оценивается качество управления?
11. Как осуществляется управление при действии возмущений?
12. Что такое универсальный регулятор?
13. Какие адаптивные системы стабилизации Вы знаете?
14. Что такое позитивные динамические системы?
15. Какие дискретные системы автоматического управления существуют?
16. Что такое передаточная, переходная и весовая функции импульсной системы?
17. Как исследуется устойчивость дискретных систем?
18. Какие виды нелинейностей в системах управления Вам известны?
19. Что такое система с последствием?
20. Сформулируйте принцип максимума Понтрягина.

## 21. Что такое вибрационная стабилизация?

### Критерии оценки:

- **оценка «отлично»** выставляется студенту, если твёрдо знает программный материал, системно и грамотно излагает его, демонстрирует необходимый уровень компетенций, чёткие, сжатые ответы на дополнительные вопросы, свободно владеет понятийным аппаратом;
- **оценка «хорошо»** выставляется студенту, если проявил полное знание программного материала, демонстрирует сформированные на достаточном уровне умения и навыки, указанные в программе компетенции, допускает не принципиальные неточности при изложении ответа на вопросы;
- **оценка «удовлетворительно»** выставляется студенту, если обнаруживает знания только основного материала, но не усвоил детали, допускает ошибки, демонстрирует не до конца сформированные компетенции, умения систематизировать материал и делать выводы;
- **оценка «неудовлетворительно»** выставляется студенту, если не усвоил основное содержание материала, не умеет систематизировать информацию, делать необходимые выводы, чётко и грамотно отвечать на заданные вопросы, демонстрирует низкий уровень овладения необходимыми компетенциями;

### Вопросы к экзамену

1. Какие программно-технические средства для реализации современных офисных технологий Вам известны?
2. Дайте краткую характеристику текстовых процессоров.
3. Поясните возможности электронных таблиц с точки зрения обработки данных.
4. Какие типы графических процессоров существуют?
5. Перечислите функции СУБД.
6. Чем логическая и физическая структуры базы данных отличаются друг от друга?
7. Какие типы распределенной обработки данных Вы знаете?
8. Как осуществляется манипулирование реляционными базами данных?
9. Перечислите уровни модели OSI.
10. Какие каналы передачи данных Вам известны?
11. Перечислите типовые сетевые протоколы.
12. Как осуществляется защита данных в локальных сетях?
13. Какие сетевые ОС Вы знаете?
14. Какие технологии разработки интернет-приложений Вам известны?
15. Перечислите методы сжатия данных.
16. Как оценивается порядок сложности алгоритма решения задачи?
17. Что такое фрейм?
18. Что такое семантическая сеть?
19. Как формируются и описываются правила для базы знаний?
20. Как разрабатывается экспертная система?

### Критерии оценки:

- **оценка «отлично»** выставляется студенту, если твёрдо знает программный материал, системно и грамотно излагает его, демонстрирует необходимый уровень компетенций, чёткие, сжатые ответы на дополнительные вопросы, свободно владеет понятийным аппаратом;
- **оценка «хорошо»** п выставляется студенту, если проявил полное знание программного материала, демонстрирует сформированные на достаточном уровне умения и навыки, указанные в программе компетенции, допускает не принципиальные неточности при изложении ответа на вопросы;
- **оценка «удовлетворительно»** выставляется студенту, если обнаруживает знания только основного материала, но не усвоил детали, допускает ошибки, демонстрирует не до конца сформированные компетенции, умения систематизировать материал и делать выводы;

- **оценка «неудовлетворительно»** выставляется студенту, если не усвоил основное содержание материала, не умеет систематизировать информацию, делать необходимые выводы, чётко и грамотно отвечать на заданные вопросы, демонстрирует низкий уровень овладения необходимыми компетенциями;

## Типовые оценочные материалы

### 1. Темы для эссе (рефератов, докладов, сообщений)

1. Системный анализ проблем проектирования базы данных: концептуальная, логическая и физическая модели
2. Проблемы проектирования САПР, виды обеспечения САПР.
3. Проблемы автоматизации проектирования систем управления.
4. История развития системных исследований.
5. Системный анализ проблем прогнозирования и планирования в сложных системах (на примере производственных систем).
6. Тектология А.А.Богданова: история и проблемы.
7. Методология системных исследований объектов сложной природы: системные принципы.
8. Проблемы управления летательным аппаратом.
9. Проблемы управления авиационной силовой установкой.
10. Проблемы управления электроэнергетической установкой.
11. Системные исследования проблем планирования.
12. Системные исследования проблем автоматизации управления производством.
13. Системные исследования проблем автоматизации управления технологическими процессами.
14. Организация автоматизированных испытаний сложных систем.
15. Системный анализ проблемы моделирования вычислительных систем.
16. Системный анализ проблемы построения экспертных систем.
17. Системный анализ проблемы планирования и организации в транспортных системах.
18. Системный анализ автоматизации принятия решения.
19. Проблемы анализа и формирования организационной структуры предприятия.
20. Проблемы общей теории систем как метатеории.
21. Проблемы информационного обеспечения интегральных производственных комплексов.
22. Проблемы авиационной эргономики (на примере системы «пилот-самолет»).
23. Проблемы и перспективы развития кибернетики.
24. Гибкое автоматизированное производство: проблемы, перспективы (гибкие производственные системы).
25. Робототехническая система как объект системных исследований
26. Автоматизированные системы контроля и диагностики
27. Системные исследования проблемы построения автоматизированных обучающих систем.
28. Управление сложными системами: наука и искусство.
29. Системные исследования построения адаптивных систем управления.
30. Робототехника и информатика: проблемы и перспективы.
31. Системные исследования проблемы построения нейронных систем.
32. Основные задачи теории автоматического управления.
33. Математические модели объектов управления.
34. Динамические и статические характеристики систем управления.
35. Устойчивость по Ляпунову. Критерии устойчивости.
36. Метод сравнения в теории устойчивости: леммы Гронуолла—Беллмана, Бихари, неравенство Чаплыгина.

37. Управляемость, наблюдаемость, стабилизируемость.
38. Методы синтеза обратной связи. Наблюдатели состояния.
39. Управление при возмущениях.
40. Абсолютная устойчивость и управление в условиях неопределенности.
41. Дискретные системы управления.
42. Нелинейные системы автоматического управления.
43. Оптимальные системы автоматического управления. Принцип максимума Понтрягина.
44. Оптимизация систем управления по критериям  $H_2$ ,  $H_\infty$ .
45. Определение и классификация информационных технологий.
46. Базы и базы данных. Основные понятия.
47. Языки программирования СУБД.
48. Компьютерные сети. Сетевая модель OSI.
49. Среда передачи данных.
50. Сети с коммутацией пакетов.
51. Сетевые операционные системы.
52. Базовые интернет-технологии.
53. Языки и технологии веб-программирования.
54. Знания и данные. Факты и правила.
55. Системы представления и обработки знаний.
56. Семантические сети и графы.
57. Принципы и методы построения экспертных систем.
58. Обработка данных в распределенных системах.
59. Обработка данных в условиях неопределенности.
60. Принятие решений в системах оперативного анализа данных.
61. Анализ данных в интернете.
62. Методы синтеза систем управления с неполной информацией о состоянии и модели объекта управления

### **Критерии оценки:**

– **оценка «зачтено»** выставляется аспиранту, если он представил реферат в письменном в соответствии с требованиями, а также в докладе на выбранную тему кратко в устной форме изложил ее актуальность, основываясь на авторскую презентацию, представил основной материал и в конце доклада сделал вывод. При этом доклад должен длиться не более пяти минут;

– **оценка «не зачтено»** выставляется аспиранту, если он не выполнил требования по представлению реферата в письменной форме, а также в устной форме не проявил владение темой.

## **2.Комплект заданий в тестовой форме.**

### **Тема 11. Оптимальные системы автоматического управления**

1. САУ называется многосвязной если:

- система имеет несколько входов и выходов;
- если в системе хотя бы один дискретный элемент;
- система состоит из нескольких динамических звеньев, в каждом из которых один вход и один выход.

2. По виду зависимости между значением управляемого параметра и величиной внешнего воздействия на объект управления САУ классифицируют как:

- линейные и нелинейные;
- одномерные и стохастические;

- *статические и астатические.*

3. САУ классифицируются как замкнутые если:

- *управление осуществляется по сигналу на входе системы;*
- *управление осуществляется с обратной связью;*
- *используется информация о внешнем возмущении и задающем воздействии.*

4. САУ способные изменять свою структуру в зависимости от изменения внешних условий классифицируются как:

- *экстремальные (оптимальные) системы;*
- *следящие системы;*
- *стабилизирующие системы;*
- *адаптирующиеся системы.*

5. Условие устойчивости САУ состоит в том, что абсолютное значение отклонения управляемого параметра от заданного по истечении некоторого времени должно стать:

- *меньше некоторого заданного значения;*
- *непрерывно изменяющимся в форме постоянных незатухающих колебаний;*
- *непрерывно увеличиваться во времени.*

6. Принцип суперпозиций заключается в следующем:

- *реакция системы на несколько одновременно действующих входных воздействий*
- *представляет собой независимые реакции на каждое воздействие;*
- *реакция системы на несколько одновременно действующих входных воздействий равна*
- *сумме реакций на каждое воздействие.*

7. Какая нелинейная динамическая система называется абсолютно устойчивой?

- устойчивая "в малом";
- устойчивая "в большом";
- устойчивая "в целом";
- устойчивая "в целом" при любом характере нелинейности внутри определенного класса нелинейностей;

8. Какую цель управления отражает следующий критерий оптимальности?

$$J = \int_{t_0}^{t_c} u^2(t) dt \rightarrow \min$$

- Обеспечение минимального времени переходного процесса.
- Обеспечение минимальных затрат энергии.
- Обеспечение минимальных затрат топлива.

9. Какую цель управления отражает следующий критерий оптимальности?

$$J = \int_{t_0}^{t_c} u(t) dt \rightarrow \min$$

- Обеспечение минимального времени переходного процесса.
- Обеспечение минимальных затрат энергии.
- Обеспечение минимальных затрат топлива.
- Обеспечение минимальной среднеквадратичной ошибки.

10. Какую цель управления отражает следующий критерий оптимальности?

$$J = \int_{t_0}^{t_f} \varepsilon^2(t) dt \rightarrow \min$$

- A. Обеспечение минимального времени переходного процесса.
- B. Обеспечение минимальных затрат энергии.
- C. Обеспечение минимальных затрат топлива.
- D. Обеспечение минимальной среднеквадратичной ошибки.

11. Какую цель управления отражает следующий критерий оптимальности?

$$J = \int_{t_0}^{t_f} 1 dt \rightarrow \min$$

- A. Обеспечение минимального времени переходного процесса.
- B. Обеспечение минимальных затрат энергии.
- C. Обеспечение минимальных затрат топлива.
- D. Обеспечение минимальной среднеквадратичной ошибки.

12. Какую цель управления отражает следующий критерий оптимальности?

$$J = \int_{t_0}^{t_f} [\varepsilon^2(t) + u^2(t)] dt \rightarrow \min$$

- A. Обеспечение минимального времени переходного процесса.
- B. Обеспечение минимальных затрат энергии.
- C. Обеспечение минимальных затрат топлива.
- D. Обеспечение минимальной среднеквадратичной ошибки и минимальных затрат энергии.

13. Классический метод вариационного исчисления целесообразно использовать для решения оптимальных задач

- A. При наличии ограничений на переменные состояния и управления.
- B. При наличии ограничений только на переменные состояния
- C. При наличии ограничений только на управления.
- D. При отсутствии каких-либо из указанных ограничений.

14. Уравнение Эйлера - это

- A. Алгебраическое уравнение первого порядка.
- B. Алгебраическое уравнение второго порядка.
- C. Дифференциальное уравнение первого порядка.
- D. Дифференциальное уравнение второго порядка.

15. Наличие решения уравнения Эйлера является

- A. Необходимым условием.
- B. Достаточным условием.
- C. Необходимым и достаточным условием.
- D. Не является ни одним из указанных условий, разрешимости оптимальных вариационных задач,

16. Уравнение Эйлера-Пуассона - это дифференциальное уравнение, содержащее

- A. Производные только четных порядков с одинаковыми знаками.

- В. Производные только нечетных порядков с чередующимися знаками.
- С. Непрерывно возрастающие производные с одинаковыми знаками.
- Д. Непрерывно возрастающие производные с чередующимися знаками

17. Чем принципиально отличается постановка оптимальной задачи на *условный* экстремум от задачи на *безусловный* экстремум?

- А. Более сложным критерием оптимальности.
- В. Наличием уравнения связи между переменными критерия оптимальности.
- С. Наличием ограничений на численные значения переменных критерия оптимальности.
- Д. Наличием ограничений на численные значения скорости изменения переменных критерия оптимальности.

18. Принцип максимума Л. С. Понтрягина целесообразно использовать для решения оптимальных задач

- А. При наличии ограничений на переменные состояния и управления.
- В. При наличии ограничений только на переменные состояния
- С. При наличии ограничений только на управления.
- Д. При отсутствии каких-либо из указанных ограничений

19. Используемые в методе динамического программирования функции Беллмана следует искать в классе

- А. Кусочно-постоянных функций.
- В. Кусочно-непрерывных функций.
- С. Кусочно-гладких функций.
- Д. Непрерывно-гладких функций.

20. Уравнение Р. Беллмана- это

- А. Дифференциальное уравнение с обычными производными.
- В. Дифференциальное уравнение с частными производными.
- С. Интегральное уравнение.
- Д. Алгебраическое уравнение.

21. Какой метод теории оптимального управления наиболее целесообразно использовать при синтезе оптимальных по быстродействию систем?

- А. Метод классического вариационного исчисления.
- В. Принцип максимума Л. С. Понтрягина.
- С. Метод динамического программирования Р. Беллмана.
- Д. Метод математического программирования

22. Теорему А. А. Фельдбаума об « $p$  - интервалах » нельзя использовать для синтеза оптимальных по быстродействию систем управления

- А. Интегральным объектом второго порядка.
- В. Аperiodическим объектом второго порядка.
- С. Инерционно-интегральным объектом второго порядка.
- Д. Колебательным объектом.

23. Какой технический элемент должен непременно присутствовать в *любой* оптимальной по быстродействию системе управления?

- А. Безынерционный линейный усилитель.

- В. Линейный усилитель с зоной нечувствительности.
- С. Двухпозиционное безгистерезисное реле.
- Д.Трехпозиционное безгистерезисное реле.

24. Интегральный объект второго порядка с передаточной функцией

$$W(p) = 1 / (T^2 p^2)$$

переводится оптимальной по быстродействию системой из начального *неподвижного* состояния в конечное *неподвижное* состояние за время  $t_k$ . Как изменится значение  $t_k$ , если величину максимального управления  $U_{max}$  на входе объекта увеличить в два раза?

- А. Увеличится в 2 раза.
- В. Увеличится в 2 раз.
- С. Уменьшится в 2 раза.
- Д. Уменьшится в 2 раз.

25. Интегральный объект второго порядка с передаточной функцией

$$W(p) = 1 / (T^2 p^2)$$

переводится оптимальной по быстродействию системой из начального *неподвижного* состояния в конечное *неподвижное* состояние за время  $t_k$ . Как изменится значение  $t_k$ , если величину параметра объекта  $T^2$  увеличить в два раза?

- А. Увеличится в 2 раза.
- В. Увеличится в 2 раз.
- С. Уменьшится в 2 раза.
- Д. Уменьшится в 2 раз.

#### Критерии оценки:

Правильные ответы оцениваются 1 баллом, неправильные-0 баллов.

- оценка «отлично» выставляется аспиранту, если он набрал 20-25 баллов;
- оценка «хорошо» выставляется аспиранту, если он набрал 15-20 баллов;
- оценка «удовлетворительно» выставляется аспиранту, если он набрал 10-15 баллов;
- оценка «неудовлетворительно» выставляется, если аспирант набрал менее 10 баллов.

### 3. Типовые задания для самостоятельного выполнения (домашние задания)

**Задание 1.** Исследование влияний рыночных условий на функционирование предприятия при отсутствии управляющих воздействий (принятие решений) с его стороны.

#### 1. Основные положения

1.1 Исследуемое предприятие функционирует в условиях рынка. Вид рынка по степени конкуренции определяется количеством конкурирующих предприятий и распределением долей рынка между ними. Исследуемое предприятие выпускает продукцию одного вида и реализует её на рынке, на котором действует конкурирующие предприятия, выпускающие продукцию сопоставимого качества. Вся продукция, выпускаемая предприятием с темпом  $\dot{N}$ , поставляется на рынок и составляет предложение исследуемого предприятия.

1.2 В качестве внешних факторов, воздействующих на реализацию, рассматриваются спрос, конкурирующая система и рычаги государственного регулирования цен и налогов.

Спрос  $\dot{N}_c$  представляет собой платёжеспособную потребность, т.е. «количество продуктов», которое потребители готовы и в состоянии купить по некоторой цене из возможных в течение определённого периода времени цен.

В качестве параметров конкурирующей системы рассматриваются предложение продукции конкурентами  $\dot{N}_k$  и цена продукции конкурентов  $C_k$ . Тогда общее предложение  $\dot{N}_n$  складывается

из предложения исследуемого производства и предложения конкурентов:

$$\dot{N}_n = \dot{N} + \dot{N}_k.$$

Закон спроса гласит о том, что существует отрицательная, или обратная связь между ценой и величиной спроса. Это означает, что снижение цены ведёт к возрастанию спроса, и наоборот:

$$\dot{N}_c = -k_{11} * \dot{C}_p,$$

где  $\dot{C}_p$  - рыночная цена.

Закон предложения гласит о том, что существует положительная, или прямая, связь между ценой и количеством предлагаемого продукта. Это означает, что с повышением цены возрастает величина предложения, и наоборот:

$$\dot{N}_n = k_{21} * \dot{C}_p.$$

Если  $\dot{N}_n = \dot{N}_c$  - на рынке ситуация равновесия;

Если  $\dot{N}_n > \dot{N}_c$  - на рынке ситуация дефицита;

Если  $\dot{N}_n < \dot{N}_c$  - на рынке ситуация перепроизводства;

1.3 Благоприятными для предприятия возмущениями со стороны рыночной среды считаются такие изменения спроса, предложения и цены конкурентов, которые приводят в дальнейшем к незапланированному увеличению прибыли. Это:

- увеличение спроса;
- уменьшение предложения продукции конкурентов;
- увеличение цены на продукцию конкурентов;
- государственное регулирование нижней границы («пола») рыночной цены в виде её увеличения (установление цены поддержки производителей).

Благоприятными для предприятия возмущениями рынка считаются:

- снижение спроса;
- увеличение предложения продукции конкурентами;
- уменьшение цены на продукцию конкурентов;
- государственное регулирование верхней границы («потолка») рыночной цены в виде её снижения (установление цены поддержки потребителей).

1.4. Экономисты измеряют степень чуткости, или чувствительности, потребителей к изменению цены продукции, используя концепцию ценовой эластичности спроса.

Эластичность спроса от цен - это коэффициент, равный отношению процентного изменения количества спрашиваемой продукции к процентному изменению цены:

$$\mathcal{E}_c = \frac{\Delta \dot{N}_c / \dot{N}_c^0}{\Delta \dot{C}_p / \dot{C}_p^0}, \text{ где}$$

$\dot{N}_c^0$  и  $\dot{C}_p^0$  - базовые (начальные) значения спроса и цены

$\Delta \dot{N}_c$  и  $\Delta \dot{C}_p$  - изменение спроса и рыночной цены.

Если  $\mathcal{E}_c > 1$  - спрос эластичный, если  $\mathcal{E}_c < 1$  - спрос неэластичный.

1.5 В условиях конкурентных рыночных отношений предприятие не всегда может реализовать всю произведенную продукцию, а чаще - лишь её часть. Эта доля реализованной продукции от произведенной определяется коэффициентом реализации, который изменяется в пределах [0;1]:

$$K_{pl} = \frac{\dot{N}_{pl}}{\dot{N}},$$

где  $\dot{N}_{pl}$  - количество реализуемой продукции в единицу времени;  $\dot{N}$  - количество производимой продукции в единицу времени. Тогда:

$$\dot{N}_{pl} = K_{pl} * \dot{N}$$

Количество реализованной продукции (а в модели - это  $K_{pl}$ ) зависит от совокупного действия множества факторов:

- соотношение между спросом и предложением  $\varepsilon_N = N_c + N_n$ ;
- соотношение между ценой конкурирующего предприятия  $Ц_k$  и исследуемого  $Ц$ ,
- дополнительных вложений в рекламу

$$\varepsilon_\lambda = C_p + C_p^0,$$

где  $C_p^0$  - текущая доля средств, вкладываемых в рекламу;  $C_p$  - плановая доля средств, вкладываемых в рекламу;

- соотношение качества продукции исследуемого предприятия и конкурирующего.

1.6 Предполагается, что предприятие может приспособливаться к изменяющимся условиям рынка посредством управляющих воздействий. В качестве управляющих воздействий рассматриваются три вида управлений:

- корректировка темпа выпуска продукции  $\Delta \dot{N}$ ;
- корректировка цены  $\Delta Ц$ ;
- корректировка средств, вкладываемых в рекламу  $\Delta C_p$ .

1.7 В качестве показателя эффективности функционирования предприятия может рассматриваться либо абсолютная величина темпа получения прибыли  $\dot{П}$ , либо её отклонение от плана:

$$\varepsilon_{П} = \dot{П} + \dot{П}^0$$

2. Исходные данные для моделирования

Задающие воздействия:

- плановый темп выпуска продукции:  $\dot{N}^0 = 10$  ед продукции/ед времени;
- базовое значение рыночной цены:  $Ц_p^0 = 1$  - условных единиц цены;
- базовое значение коэффициента реализации:  $K_{pl}^0 = 0.8$ ;
- цена складирования единицы продукции:  $Ц_{скл} = 0.05$  у. е. ц;
- постоянные затраты:  $З_{пост} = 0.7$  у. е. ц;
- переменные затраты на единицу продукции:  $З_{пер} = 0.5$  у. е. ц, причём для затрат на рекламу из них:  $C_p = 0.1$  у. е. ц.

Возмущающие воздействия:

- начальное значение спроса:  $N_c^0 = 20$  ед прод/ед времени;
- начальное значение предложения продукции конкурентами;
- все отклонения равны нулю:

$$\Delta \dot{N}_c^0 = 0, \Delta \dot{N}_k^0 = 0, \Delta Ц_k = 0, \Delta Ц = 0, \Delta C_p = 0$$

Отметим, что при таких данных общее предложение  $\dot{N}_n^0 = 20$  и доля рынка исследуемого предприятия составляет 50%. Для модели  $\alpha_1 = 0.5$

Длительность планового периода моделирования равна 10 усл. ед. времени.

3. Произвести расчеты.

3.1 Рассчитать значение эластичности спроса  $\mathcal{E}_A$  в точке  $A\{Ц_p^0; N_c^0\}$  с координатами  $\{1; 20\}$  при  $k_{11} = 10$  (рис. 1).

3.2 Определить координаты точки с единичной эластичностью  $\mathcal{E}_c = 1$ .

3.3 Определить области эластичного и неэластичного спроса.

3.4 Рассчитать такое значение  $k_{11}$ , определяющее угол наклона кривой  $\dot{N}_c(Ц_p)$ , при котором спрос в точке  $\{1; 20\}$  был бы эластичным, например  $\mathcal{E}_c = 2.5$ .

3.5 Рассчитать  $k_{11}$  для  $\mathcal{E}_{11} = 1$  в точке  $\{1; 20\}$ .

**Задание 2. Исследование поведения предприятия в конкурентных условиях рынка (принятие решений по корректировке темпа выпуска продукции).**

Основные положения.

Важность исследования данного вида управляющего воздействия объясняется рядом причин.

Во-первых, рассматриваемая ситуация, когда  $\alpha_1 = 0.5$ ; соответствует несовершенной конку-

рентным рынкам, где ряд фирм обладают достаточно большой долей рынка для того, чтобы иметь возможность влиять на формирование рыночной цены путем изменения количества выпускаемой продукции. Это производственно-рыночные системы, которые характеризуются невысокой степенью конкуренции, но сильными связями между производством и рынком, т.е. сильным влиянием рыночных субъектов (производителей) на рыночную ситуацию. Наличие такой «власти» над рынком делает особенно важным анализ взаимовлияния характера и величины принимаемых решений по корректировке темпа выпуска, продукции и изменения ситуации на рынке.

Во-вторых, наличие сильных связей между производством и рынком обусловлено не только изменением собственного выпуска, но и взаимовлиянием конкурирующих производств. При принятии решений необходимо принимать в расчет не только собственные действия, но и действия конкурентов в виде установления ими своего темпа выпуска продукции.

**Задание 3. Выполнить интеллектуальный анализ данных динамики поведения макроэкономической системы (МЭС) с помощью методов:**

- компонентного анализа
- кластерного анализа;
- построения деревьев решений;
- нейросетевых методов на основе карт Кохонена.

Провести структуризацию предметной области с учетом результатов интеллектуального анализа данных.

**Критерии оценки:**

- оценка «отлично» выставляется аспиранту при выполнении всех заданий без ошибок.
- оценка «хорошо» выставляется аспиранту при выполнении всех заданий с незначительными неточностями;
- оценка «удовлетворительно» выставляется аспиранту при выполнении более половины заданий;
- оценка «неудовлетворительно» выставляется аспиранту, при выполнении менее половины заданий.

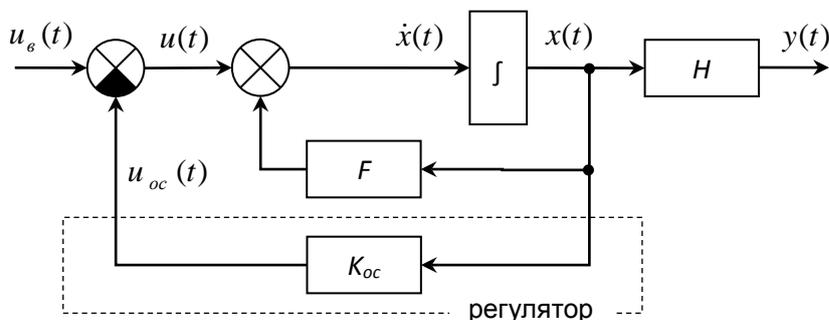
**Задание 4**

**Тема 6. Методы синтеза обратной связи**

Задача синтеза состоит в том, чтобы выбрать матрицу обратной связи таким образом, чтобы матрица динамики системы с регулятором  $F_{oc}$  обеспечивала стабилизацию (асимптотическую устойчивость) системы.

Рассмотрим случай когда 
$$\begin{cases} \dot{x}(t) = Fx(t) + Gu(t) \\ y(t) = Hx(t) + Ku(t) \end{cases} \rightarrow \begin{cases} \dot{x}(t) = Fx(t) - GK_{oc}x(t) + Gu_g(t) \\ y(t) = Hx(t) + Ku_g(t) \end{cases}$$

При  $u_g(t) = 0$ , 
$$\begin{cases} \dot{x}(t) = Fx(t) - GK_{oc}x(t) \\ y(t) = Hx(t) \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} \dot{x}(t) = F_{oc}x(t) \\ y(t) = Hx(t) \end{cases}$$



Задана исходная система:

$$F_{[n \times n]} = \begin{bmatrix} 1 & -2 \\ 0 & 2 \end{bmatrix}; \quad G_{[n \times m]} = \begin{bmatrix} 1 \\ 2 \end{bmatrix}; \quad H_{[s \times n]} = [2 \quad 3];$$

**Критерии оценки:**

- оценка «отлично» выставляется аспиранту при выполнении все задание без ошибок.
- оценка «хорошо» выставляется аспиранту при выполнении задания с незначительными неточностями;
- оценка «удовлетворительно» выставляется аспиранту при выполнении задания с существенными неточностями;
- оценка «неудовлетворительно» выставляется аспиранту, при неверном выполнении задания.

**Задание 5**

**Тема 10. Дискретные системы автоматического управления**

На рис.1 приведена структурная схема системы.

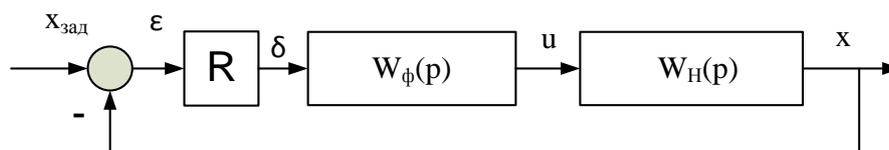


Рис.1

В схеме приняты следующие обозначения:

$$W_{\phi}(p) = \frac{k_u(1 - e^{-pT_u})}{p} - \text{передаточная функция формирующего элемента,}$$

где  $k_u$  - коэффициент передачи импульсного элемента,  $T_u$  - период цикла.

$$W_H(p) = \frac{K_H}{p(Tp + 1)} - \text{передаточная функция непрерывной части системы,}$$

где  $K_H$  и  $T$  - коэффициент усиления и постоянная времени непрерывной части системы.

Используя численные значения параметров, приведенные в табл.2, необходимо:

1. Оценить устойчивость заданной цифровой системы по характеристическому уравнению.
2. Определить передаточную функцию и разностное уравнение цифрового корректирующего устройства R

Таблица 1

Исходные параметры	Номер варианта и исходные данные									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$K_u$	2	4	3	5	4	2	1	3	2	4
$T_u, c$	3,0	1,5	2	5	6	6	5	12	2	16
$K_H$	15	6	2,5	1,2	5	0,3	1,2	0,3	0,6	0,3
$T, o$	10	7,5	10	12	12	10	10	20	5	20

**Критерии оценки:**

- оценка «отлично» выставляется аспиранту при выполнении всех заданий без ошибок.
- оценка «хорошо» выставляется аспиранту при выполнении всех заданий с незначительными неточностями;
- оценка «удовлетворительно» выставляется аспиранту при выполнении более половины заданий;

- оценка «неудовлетворительно» выставляется аспиранту, при выполнении менее половины заданий.

## Задание 6

### Тема 11. Оптимальные системы автоматического управления

Задача 1. Методом динамического программирования.

Объект, модель которого имеет вид

$$\dot{x} = -2x + u, \quad |u| \leq 100, \quad |x| \leq 20,$$

необходимо перевести из начальной точки  $x(0) = 0$  в конечную  $x(T) = 1$ . Время процесса не ограничено, а критерий оптимальности следующий:

$$J = \min_{u \in \Omega_u} \int_0^{\infty} \underbrace{(5x^2 + u^2)}_{f_0} d\tau.$$

Задача 2. Принципа максимума Л.С. Понтрягина.

Определить оптимальное управление для объекта, поведение которого описывают уравнения

$$\begin{cases} \dot{x}_1 = x_2, \\ \dot{x}_2 = u. \end{cases}$$

Требуется обеспечить переход из начальной точки в конечную

$$\left. \begin{array}{l} x_1(0) = 0 \\ x_2(0) = 0 \end{array} \right\} \rightarrow \left\{ \begin{array}{l} x_1(T) = 1 \\ x_2(T) = 0 \end{array} \right.,$$

за заданное время  $T = 1$  с при минимуме затрат энергии, т. е.

$$J = \min_{u \in \Omega_u} \int_0^T u^2 d\tau.$$

### Критерии оценки:

- оценка «отлично» выставляется аспиранту при выполнении всех заданий без ошибок.
- оценка «хорошо» выставляется аспиранту при выполнении всех заданий с незначительными неточностями;
- оценка «удовлетворительно» выставляется аспиранту при выполнении более половины заданий;
- оценка «неудовлетворительно» выставляется аспиранту, при выполнении менее половины заданий.

## 6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

### 6.1 Основная литература

1. Вентцель Е.С. Исследование операций. Задачи, принципы, методология. М.: Наука, 1988.
2. Ларичев О.И. Теория и методы принятия решений. М.: Логос, 2000.
3. Мушик Э., Мюллер П. Методы принятия технических решений. М.: Мир, 1990.
4. Рыков А.С. Методы системного анализа: Многокритериальная и нечеткая оптимизация, моделирование и экспертные оценки. М.: Экономика, 1999.
5. Реклейтис Г., Рейвиндран А., Регсдел К. Оптимизация в технике. Т. 1, 2. М.: Мир, 1986.
6. Васильев Ф.П. Методы оптимизации. М.: Факториал Пресс, 2002.
7. Емельянов С.В., Коровин С.К. Новые типы обратной связи. Управление при неопределенности. М.: Наука, 1997.
8. Теория автоматического управления. Ч. 1 и 2 / Под ред. А.А. Воронова. М: Высшая школа, 1986.
9. Попов Е.Н. Теория нелинейных систем автоматического управления. М.: Наука, 1988.
10. Методы классической и современной теории автоматического управления: Учебник. В 5-х т. М.: Изд-во МГТУ, 2004.

11. Базы данных: Уч. для высших и средних специальных заведений / Под ред. А.Д. Хомоненко. СПб.: Корона принт-2000, 2000.

## 6.2 Дополнительная литература

1. Гаврилова Т.А., Хорошевский В.Г. Базы знаний интеллектуальных систем. СПб.: Питер, 2000.
2. Ларичев О.И., Мошкович Е.М. Качественные методы принятия решений. М.: Наука, 1996.
3. Саати Т., Керис К. Аналитическое планирование. Организация систем. М.: Радио и связь, 1991.
4. Воронов А.А. Введение в динамику сложных управляемых систем. М.: Наука, 1985.
5. Цыпкин Я.З. Основы теории автоматических систем. М.: Наука, 1977.

## 6.3. Интернет-ресурсы (электронные учебно-методические издания, лицензионное программное обеспечение)

Каждый обучающийся (аспирант) в течение всего периода обучения обеспечен индивидуальным неограниченным доступом к следующим электронно-библиотечным системам (ЭБС «Лань» (<http://e.lanbook.com/>), ЭБС Ассоциации «Электронное образование Республики Башкортостан» <http://e-library.ufa-rb.ru>, Консорциум аэрокосмических вузов России <http://elsau.ru/>, Электронная коллекция образовательных ресурсов УГАТУ <http://www.library.ugatu.ac.ru/cgi-bin/zgate.exe?Init+ugatu-fulltxt.xml,simple-fulltxt.xml+rus>), содержащим все издания основной литературы, перечисленные в рабочих программах дисциплин (модулей), практик, НИР сформированным на основании прямых договорных отношений с правообладателями.

Обучающимся обеспечен доступ электронным библиотечным системам, перечисленным в таблице 4

Табл. 4

№	Наименование ресурса	Объем фонда электронных ресурсов (экз.)	Доступ	Реквизиты договоров с правообладателями
1.	ЭБС «Лань» <a href="http://e.lanbook.com/">http://e.lanbook.com/</a>	41716	С любого компьютера, имеющего выход в Интернет, после регистрации в ЭБС по сети УГАТУ	Договор ЕД-671/0208-14 от 18.07.2014. Договор № ЕД -1217/0208-15 от 03.08.2015
2.	ЭБС Ассоциации «Электронное образование Республики Башкортостан» <a href="http://e-library.ufa-rb.ru">http://e-library.ufa-rb.ru</a>	1225	С любого компьютера, имеющего выход в Интернет, после регистрации в АБИС «Руслан» на площадке библиотеки УГАТУ	ЭБС создается в партнерстве с вузами РБ. Библиотека УГАТУ – координатор проекта

3.	Консорциум аэрокосмических вузов России <a href="http://elsau.ru/">http://elsau.ru/</a>	1235	С любого компьютера, имеющего выход в Интернет, после регистрации в АБИС «Руслан» на площадке библиотеки УГАТУ	ЭБС создается в партнерстве с аэрокосмическими вузами РФ. Библиотека УГАТУ – координатор проекта
4.	Электронная коллекция образовательных ресурсов УГАТУ <a href="http://www.library.ugatu.ac.ru/cgi-bin/zgate.exe?init+ugatu-fulltxt.xml,simple-fulltxt.xsl+rus">http://www.library.ugatu.ac.ru/cgi-bin/zgate.exe?init+ugatu-fulltxt.xml,simple-fulltxt.xsl+rus</a>	528	С любого компьютера по сети УГАТУ	Свидетельство о регистрац. №2012620618 от 22.06.2012

Электронно-библиотечная система и электронная информационно-образовательная среда обеспечивают возможность индивидуального доступа для каждого обучающегося из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет, как на территории университета, так и вне ее.

Библиотечный фонд укомплектован печатными изданиями из расчета не менее 50 экземпляров каждого из изданий основной литературы, перечисленной в рабочих программах дисциплин (модулей), практик и не менее 25 экземпляров дополнительной литературы на 100 обучающихся. Общий фонд библиотеки УГАТУ 1336379 изданий (из них печатные документы 902494 (из них периодические издания 68756)), электронные издания 430448, аудиовизуальные материалы 3437.

Обучающимся обеспечен доступ к электронным ресурсам и информационным справочным системам, перечисленным в таблице 5.

Таблица 5

№	Наименование ресурса	Объем фонда электронных ресурсов	Доступ	Реквизиты договоров с правообладателями
1	Электронная библиотека диссертаций РГБ	885352 экз.	Доступ с компьютеров читальных залов библиотеки, подключенных к ресурсу	Договор №1330/0208-14 от 02.12.2014
2	СПС «КонсультантПлюс»	2007691 экз.	По сети УГАТУ	Договор 1392/0403-14 т 10.12.14
3	СПС «Гарант»	6139026 экз.	Доступ с компьютеров читальных залов библиотеки, подключенных к ресурсу	ООО «Гарант-Регион, договор № 3/Б от 21.01.2013 (продолгован до 08.02.2016.)

4	ИПС «Технорма/Документ»	36939 экз.	Локальная установка: библиотека УГАТУ-5 мест; кафедра стандартизации и метрологии-1 место; кафедра начертательной геометрии и черчения-1 место	Договор № АОСС/914-15 № 989/0208-15 от 08.06.2015.
5	Научная электронная библиотека eLIBRARY* <a href="http://elibrary.ru/">http://elibrary.ru/</a>	9169 полнотекстовых журналов	С любого компьютера, имеющего выход в Интернет, после регистрации в НЭБ на площадке библиотеки УГАТУ	ООО «НАУЧНАЯ ЭЛЕКТРОННАЯ БИБЛИОТЕКА». № 07-06/06 от 18.05.2006
6	Тематическая коллекция полнотекстовых журналов «Mathematics» издательства Elsevier <a href="http://www.sciencedirect.com">http://www.sciencedirect.com</a>	120 наимен. журнал.	С любого компьютера по сети УГАТУ, имеющего выход в Интернет	Договор №ЭА-190/0208-14 от 24.12.2014 г.
7	Научные полнотекстовые журналы издательства Springer* <a href="http://www.springerlink.com">http://www.springerlink.com</a>	1900 наимен. журнал.	С любого компьютера по сети УГАТУ, имеющего выход в Интернет	Доступ открыт по гранту РФФИ
8	Научные полнотекстовые журналы издательства Taylor& Francis Group* <a href="http://www.tandfonline.com/">http://www.tandfonline.com/</a>	1800 наимен. журнал.	С любого компьютера по сети УГАТУ, имеющего выход в Интернет	В рамках Государственного контракта от 25.02.2014 г. №14.596.11.0002 между Министерством образования и науки и Государственной публичной научно-технической библиотекой России (далее ГПНТБ России)
9	Научные полнотекстовые журналы издательства Sage Publications*	650 наимен. журнал.	С любого компьютера по сети УГАТУ, имеющего выход в Интернет	В рамках Государственного контракта от 25.02.2014 г. №14.596.11.0002 между Министерством образования и науки и ГПНТБ России

10	Научные полнотекстовые журналы издательства Oxford University Press* <a href="http://www.oxfordjournals.org/">http://www.oxfordjournals.org/</a>	275 наимен. журналов	С любого компьютера по сети УГАТУ, имеющего выход в Интернет	В рамках Государственного контракта от 25.02.2014 г. №14.596.11.0002 между Министерством образования и науки и ГПНТБ России
11	Научный полнотекстовый журнал Science The American Association for the Advancement of Science <a href="http://www.sciencemag.org">http://www.sciencemag.org</a>	1 наимен. журнала.	С любого компьютера по сети УГАТУ, имеющего выход в Интернет	В рамках Государственного контракта от 25.02.2014 г. №14.596.11.0002 между Министерством образования и науки и ГПНТБ России
12	Научный полнотекстовый журнал Nature компании Nature Publishing Group* <a href="http://www.nature.com/">http://www.nature.com/</a>	1 наимен. журнала	С любого компьютера по сети УГАТУ, имеющего выход в Интернет	В рамках Государственного контракта от 25.02.2014 г. №14.596.11.0002 между Министерством образования и науки и ГПНТБ России
13	Научные полнотекстовые журналы Американского института физики <a href="http://scitation.aip.org/">http://scitation.aip.org/</a>	18 наимен. журналов	С любого компьютера по сети УГАТУ, имеющего выход в Интернет	В рамках Государственного контракта от 25.02.2014 г. №14.596.11.0002 между Министерством образования и науки и ГПНТБ России
14	Научные полнотекстовые ресурсы Optical Society of America* <a href="http://www.opticsinfobase.org/">http://www.opticsinfobase.org/</a>	22 наимен. журн.	С любого компьютера по сети УГАТУ, имеющего выход в Интернет	В рамках Государственного контракта от 25.02.2014 г. №14.596.11.0002 между Министерством образования и науки и ГПНТБ России
15	База данных GreenFile компании EBSCO* <a href="http://www.greeninfoonline.com">http://www.greeninfoonline.com</a>	5800 библиографич записей, частично с полными текстами	С любого компьютера по сети УГАТУ, имеющего выход в Интернет	Доступ предоставлен компанией EBSCO российским организациям-участникам консорциума НЭЙКОН (в том

				числе УГАТУ - без подписания лицензионного договора)
16	Архив научных полнотекстовых журналов зарубежных издательств*- Annual Reviews (1936-2006) Cambridge University Press (1796-2011) цифровой архив журнала Nature (1869- 2011) Oxford University Press (1849– 1995) SAGE Publications (1800-1998) цифровой архив журнала Science (1880 -1996) Taylor & Francis (1798-1997) Институт физики Великобритании The Institute of Physics (1874-2000)	2361 наимен. журн.	С любого компьютера по сети УГАТУ, имеющего выход в Интернет	Доступ предоставлен российским организациям-участникам консорциума НЭЙКОН (в том числе УГАТУ - без подписания лицензионного договора)

#### 6.4 Методические указания к практическим занятиям

1. Методические указания к практическим занятиям по дисциплине «Системный анализ» /Уфимск. гос. авиац. техн. ун-т; сост.: Б. Г. Ильясов, Е. А. Макарова, Н. В. Хасанова – Уфа, 2015 (кафедральная разработка).

2. Методические указания к практическим занятиям по дисциплине «Теория автоматического управления» /Уфимск. гос. авиац. техн. ун-т; сост.: Б. Г. Ильясов, Г.А.Саитова. – Уфа, 2015 (кафедральная разработка).

3. Методические указания к практическим занятиям по дисциплине «Информационные технологии» /Уфимск. гос. авиац. техн. ун-т; – Уфа, 2015 (кафедральная разработка).

#### 8. Методические указания по освоению дисциплины

Аудиторные часы для преподавания дисциплины «Системный анализ, управление и обработка информации» в высших учебных заведениях максимально сжаты. И поэтому традиционное чтение лекций, без активной познавательной деятельности, не даст возможности обучаемым глубоко прочувствовать теоретический материал и связать его с практикой, а также вызвать неподдельный интерес к дисциплине, которая в дальнейшей деятельности побуждала бы самостоятельно расширять свои познания в области системной аналитики, управления, обработки информации в сложных системах. Необходимо осуществить переход от роли слушающего к активному обучению, когда аспирант сам становится творцом знаний. Для перехода к активному обучению необходимо придерживаться следующих правил при организации учебного процесса:

— аспиранты смогут глубже постичь проблемы управления в сложных системах тогда, когда преподаватель предоставит им больше самостоятельности при выполнении заданий;

— обучение аспирантов будет более результативным, если в этот процесс полностью включены их мышление и эмоции;

— обучение аспирантов действеннее в группах, состоящих из пяти-шести человек. При большем числе человек участие некоторых обучаемых в решении поставленной задачи становится поверхностным.

### Методические указания по выполнению задания 1

**Провести экспериментальные исследования влияния изменения рыночных условий на функционирования предприятия при отсутствии управлений.**

1. Исследовать влияние действий возмущений в виде отклонений по спросу ( $\Delta \dot{N}_c \neq 0$ ).

Заполнить таблицу 1 и сделать выводы по характеру влияния благоприятных и неблагоприятных возмущений в условиях эластичного ( $k_{11} = 50$ ) и неэластичного ( $k_{11} = 10$ ) спроса на величину прибыли  $\Delta N_c \neq 0$  для  $t \in [4:10]$ .

Таблица 1

№	$K_{11}$	$\Delta \dot{N}_c$	$\dot{C}_p$	$K_{pl}$	$\dot{П} (\%)$	$\varepsilon_{П} (\%)$
1	10	—				
2	50	—				
3	10	-2				
4	50	-2				
5	10	2				
6	50	2				

Примечания.

1. Задать  $k_{11}$  в окне «Модель»-«Эксперимент»-«Рынок-цена» (Alt-E).

2. Задать программируемые внешние воздействия в окне «Модель»-«Эксперимент»-«Опции».

3. Запустить моделирующую программу.

4. Результаты фиксируются как на графиках, так и в окне «Модель»-«Результаты»-«Таблицы».

2. Влияние действия возмущений в виде отклонений в предложении продукции конкурентами.

Заполнить таблицу 2 и сделать выводы. Сравните результаты с экспериментом 1.

Таблица 2

№	$K_{11}$	$\Delta \dot{N}_c$	$\dot{C}_p$	$K_{pl}$	$\dot{П} (\%)$	$\varepsilon_{П} (\%)$
1	10	—				
2	50	—				
3	10	-2				
4	50	-2				

### Методические указания по выполнению задания 2

**Провести экспериментальные исследования ПРИНЯТИЯ решений предприятием по корректировке темпа ВЫПУСК» продукции в УСЛОВИЯХ эластичного и неэластичного спроса дои ОТСУТСТВИИ возмущений.**

Заполнить таблицу 3 и сделать выводы (найти наилучшее решение).

Таблица 3

№	$K_{11}$	$\Delta \dot{N}_c$	$\dot{C}_p$	$K_{pl}$	$\dot{П} (\%)$	$\varepsilon_{П} (\%)$
1	10	$0, t \in [4:10]$ .			100	
2	10	$2, t \in [4:10]$ .				
3	50	$2, t \in [4:10]$ .				
4	10	$-2, t \in [4:10]$ .				

5	10	-2, $t \in [4:10]$ .				
---	----	----------------------	--	--	--	--

Примечание. Задать  $\Delta \dot{N}$  нужно в окне «Модель»-«Эксперимент»-«Производство»

$$KO = N + \Delta \dot{N},$$

Если  $\Delta \dot{N}=2$ , то  $KO=10+2=12$ .

**Провести экспериментальные исследования эффективности решений, принимаемых предприятием по корректировке темпа выпуска ПРОДУКЦИИ в условиях неэластичного спроса ПРИ действии неблагоприятных возмущений со стороны рынка ( $\Delta \dot{N}_c \neq 0; \Delta \dot{N}_k \neq 0$ ).**

Заполнить таблицу 4, найти наилучшее решение и сделать выводы.

Таблица 4

№	$k_{dem}$	$\Delta \dot{N}_c$	$\Delta \dot{N}_k$	$C_p$	$\dot{\Pi}$ (%)	Эффективность принимаемого решения
1	0	-2, $t \in [4:10]$ .	--			
2	-1	-2, $t \in [4:10]$ .	--			
3	-0,5	-2, $t \in [4:10]$ .	--			
4	0,5	-2, $t \in [4:10]$ .	--			
5	1	-2, $t \in [4:10]$ .	--			
6	2,5	-2, $t \in [4:10]$ .	--			

Отличительно что,  $k_{dem}$  - коэффициент, определяющий величину корректировки темпа выпуска продукции на основании информации об отклонении величины спроса:

$$\Delta \dot{N} = k_{dem} * \Delta \dot{N}_c$$

Эффективность принимаемого решения определяется как разность:

$$\Delta \phi = \dot{\Pi} - \dot{\Pi}_{баз}, \text{ где}$$

$\dot{\Pi}$  - темп получения прибыли в текущем эксперименте

$\dot{\Pi}_{баз}$  - темп получения прибыли в базовом эксперименте

**Провести экспериментальные исследования эффективности принимаемых предприятием решений по корректировке темпа выпуска ПРОДУКЦИИ в УСЛОВИЯХ эластичного спроса ( $k_{II}=50$ ) ПРИ действии неблагоприятных возмущений со стороны рынка ( $\Delta \dot{N}_c \neq 0; \Delta \dot{N}_k \neq 0$ ).**

Заполнить таблицу 5 и сделать выводы

Таблица 5

№	$k_{dem}$	$\Delta \dot{N}_c$	$\Delta \dot{N}_k$	$C_p$	$\dot{\Pi}$ (%)	Эффективность
1	0	-2, $t \in [4:10]$ .	--			
2	1,2	-2, $t \in [4:10]$ .	--			
3	-1,2	-2, $t \in [4:10]$ .	--			
4	-2	-2, $t \in [4:10]$ .	--			
5	-3	-2, $t \in [4:10]$ .	--			
6	-4	-2, $t \in [4:10]$ .	--			

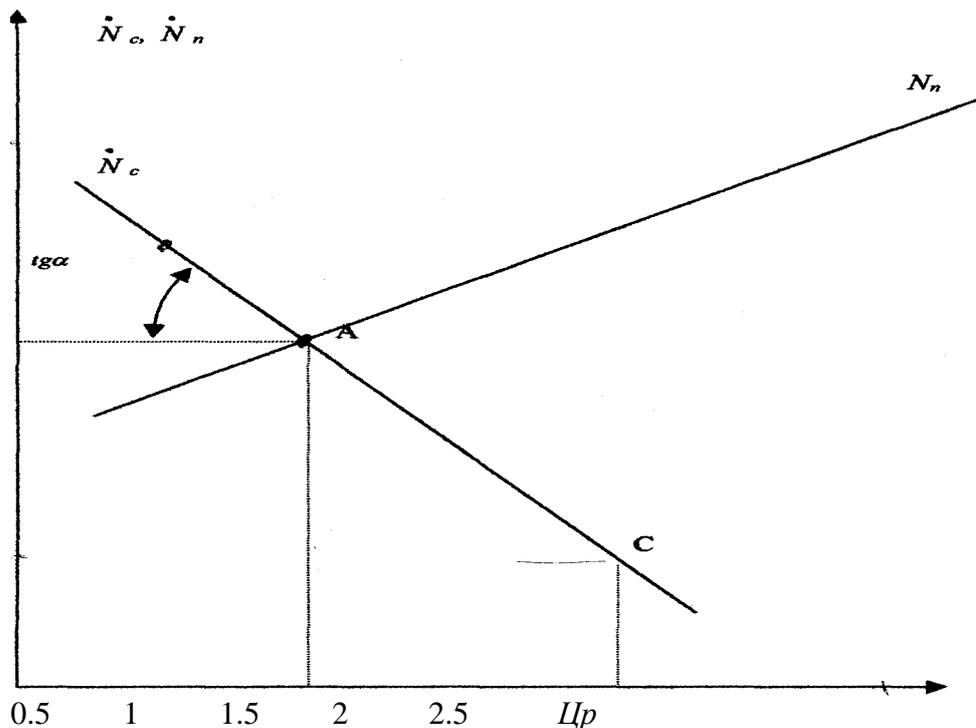


Рисунок. Графический вид зависимостей  $N_c(C_p)$  и  $N_n(C_p)$

### Методические указания по выполнению заданий 3

Для проведения нейросетевого анализа данных финансовых отчетов различных банков с помощью карт Кохонена на основе аналитической платформы *Deductor* необходимо выполнить следующие действия.

На *этапе 1* формулируются цели нейросетевого анализа макроэкономических ситуаций в динамике. Цели анализа разнообразны и выделяются по следующим классификационным признакам.

1. В зависимости от границ объекта исследования в качестве целей выделяют: анализ макроэкономических ситуаций для отдельных подсистем МЭС (секторов) и анализ ситуаций, характеризующих состояние МЭС в целом.

2. В зависимости от наличия неравновесия в качестве целей выделяют: анализ ситуаций, близких к динамически равновесным, и анализ динамически неравновесных ситуаций.

3. Для динамически равновесных ситуаций выделяют цели анализа различных типов воспроизводственных пропорций.

4. Для динамически неравновесных ситуаций выделяют цели анализа причин возникновения неравновесных ситуаций.

5. В зависимости от степени общности классификационных признаков в качестве целей выделяют: анализ макроэкономических ситуаций по интегральным признакам и анализ ситуаций по элементарным признакам.

6. В зависимости от способа выделения особых событий в качестве целей выделяют: анализ с жестким заданием времен наступления особых событий (согласно планового графика) и анализ с гибкой настройкой времен наступления особых событий (согласно текущим ситуациям в процессе моделирования).

Сочетание перечисленных целей анализа предоставляет возможность получить спектр возможных целей нейросетевого анализа макроэкономических ситуаций в динамике. Сформулированная цель определяет результат выполнения последующих этапов разработки интеллектуальных алгоритмов.

На *этапе 2* на основе сформулированной цели предварительно составляется множество признаков  $X = \{x_{ji}\}$ ,  $j_2 = \overline{1, m}$ , которые должны участвовать в нейросетевом анализе экспериментальных данных, полученных при проведении имитационных экспериментов.

На *этапе 3* выполняется структурирование множества классификационных признаков  $X$ . Структурирование может быть выполнено на основе различных способов декомпозиции (объектный, процессный или причинно-следственный). Результатом процесса структуризации является граф, например, в виде дерева признаков *Tree*, корневой вершиной которого является переменная – класс макроэкономической ситуации, промежуточными вершинами и листьями – переменные, характеризующие состояние подсистем МЭС. Целью структуризации множества признаков является снижение размерности признакового пространства, необходимое для обеспечения обзорности характеристик кластеров.

Отметим, что пространство признаков образуют координаты фактического состояния многосекторной МЭС как динамического объекта управления.

Существуют и другие методы снижения размерности в интеллектуальном анализе (например, компонентный анализ), однако знания исследователя – эксперта, имеющего в своем распоряжении динамическую модель как источник знаний о структуре объекта исследования, признаются более предпочтительными.

На *этапе 4* выполняется анализ построенного дерева признаков, на выделенных уровнях дерева определяют количество групп признаков, которое определяет количество нейронных сетей, необходимых для кластеризации макроэкономических ситуаций.

Далее этапы 5, 6 и 7 повторяются в цикле для каждой  $q$ -й НС Кохонена.

На *этапе 5* составляется план проведения  $n_q$  имитационных экспериментов, определяется функциональные зависимости для возмущающих воздействий  $F(t)$ .

На *этапе 6* определяется множество моментов времени  $T_q = \{t_{qk}\}, k = \overline{1;l}$ , в которые производится запись значений векторов возмущающих  $F(t)$ , управляющих  $U(t)$  и управляемых  $Y(t)$  координат из рабочей области *MATLAB* в базу экспериментальных данных (БЭД). Отметим, что задание моментов времени реализовано в СИМ ИПУ в двух режимах: автоматизированном, когда человек-эксперт по результатам анализа ранее проведенных экспериментов выбирает моменты времени; и в автоматическом, когда выполняется диагностика неравновесных состояний секторов и всей МЭС в целом в режиме модельного времени по заданным условиям. Алгоритм мониторинга неравновесных состояний секторов МЭС разработан на языке *MATLAB* и встроено в СИМ ИПУ в виде самостоятельного блока.

*Этап 7* предназначен для построения и анализа самоорганизующихся карт СОК $_q$  для динамических неравновесных и равновесных ситуаций на основе имитационных экспериментов. Этот шаг является важным, так как именно здесь происходит формирование правил классификации и принятия решений.

На *этапе 7.1* согласно плана экспериментов проводятся серии имитационных экспериментов и заполняется БЭД. В результате проведения всех  $n_q$  экспериментов в базу экспериментальных данных заносится  $(n_q \cdot l)$  записей; где  $l$  – количество моментов времени, анализируемых в одном эксперименте.

На *этапе 7.2* из составленной БЭД эксперт в соответствии с дополнительными требованиями составляет обучающую выборку для НС $_q$ . Дополнительные требования могут быть связаны, например, с отсечением неинформативных моментов времени.

На *этапе 7.3* определяется предварительно состав признаков, участвующих в обучении, при этом исключаются признаки, не обладающие дискриминантной силой. Для определения важности признаков могут быть применены методы многомерного статического анализа. Особенность применения нейросетевых методов кластеризации требует предварительного определения числа кластеров  $k_q$ . В результате шага 6.3 определяется структура НС Кохонена.

На *этапе 7.4* выполняется обучение НС Кохонена и построение СОК $_q$ . Для этого применяется программный продукт *Deductor*, подключение к которому реализовано при создании единого информационного пространства в разработанной СИМ ИПУ.

Анализ построенных  $m_q$  карт признаков (*этап 7.5*) проводится вначале визуально, а затем с привлечением статистических данных о результатах кластеризации. Цветовая гамма изменения значений признаков позволяет дать быструю качественную оценку результатам кластеризации. Анализ качества кластеризации позволяет уточнить состав признаков, обладающих достаточной дискриминантной силой, и исключить из анализа неинформативные признаки.

Помимо анализа цветовой гаммы исследуется статистика по каждому кластеру, учитывается населенность кластеров. По результатам анализа СОК $q$  могут быть изменены и состав признаков, и количество кластеров, что требует возврата на этап 7.4 и повторного обучения НС $q$  Кохонена и построения СОК $q$ .

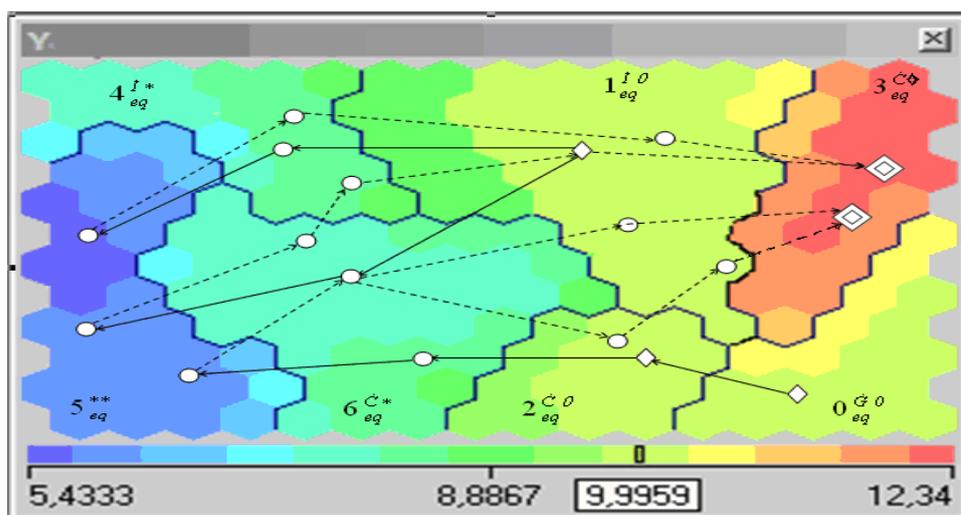
Отметим, что для корректировки количества кластеров также можно применить визуальный анализ. Если в пределах одного кластера какой-либо признак существенно изменяет цвет (значение), то этот кластер можно разбить на два; требуется увеличить количество кластеров. И наоборот, если по какому-либо кластеру невозможно найти хотя бы один признак, значительно отличающийся от других кластеров по цвету (значению), то требуется уменьшить количество кластеров. В результате такой циклической процедуры формируются границы кластеров; вопрос о принадлежности ситуации к тому или иному кластеру решается в процессе использования обученной нейронной сети.

На *этапе 7.6* выполняется формулирование правил кластеризации ситуаций и правил принятия решений.

Формирование правил принятия решений выполняется только для нейронных сетей нижних уровней декомпозиции дерева признаков. Их особенностью является то, что выделенные кластеры различаются по такому набору сочетаний признаков, которые соответствуют определенной причине, вызвавшей эту типовую ситуацию. Другой, соседний, кластер соответствует другой типовой ситуации, вызванной другой типовой причиной. Например, рецессия совокупного спроса может быть вызвана, например, либо колебаниями спроса на деньги, либо изменением потребительского спроса. Переход между кластерами при таком подходе невозможен.

Поэтому для карт нижнего уровня декомпозиции макроэкономических ситуаций в динамике выполняются последовательно два этапа: *этап 7.7* – для выявления причин неблагоприятных ситуаций путем привлечения для анализа дополнительных признаков, не участвующих в обучении; и *этап 7.8* – для формирования продукционных правил принятия решений с участием признаков, также не присутствующих в обучающей выборке и характеризующих ресурсный потенциал (запасы) секторов экономики.

Завершающим шагом процедуры построения СОК $q$  является этап 7.9, на котором выполняется построение типовых сценариев как цепочек переходов между кластерами динамически неравновесных и равновесных ситуаций в виде интегральной (обобщенной) траектории, позволяющей дать качественную оценку тенденциям движения системы. Построение траекторий движения МЭС в виде цепочки переходов между кластерами выполняется для нейронных сетей верхнего уровня декомпозиции.

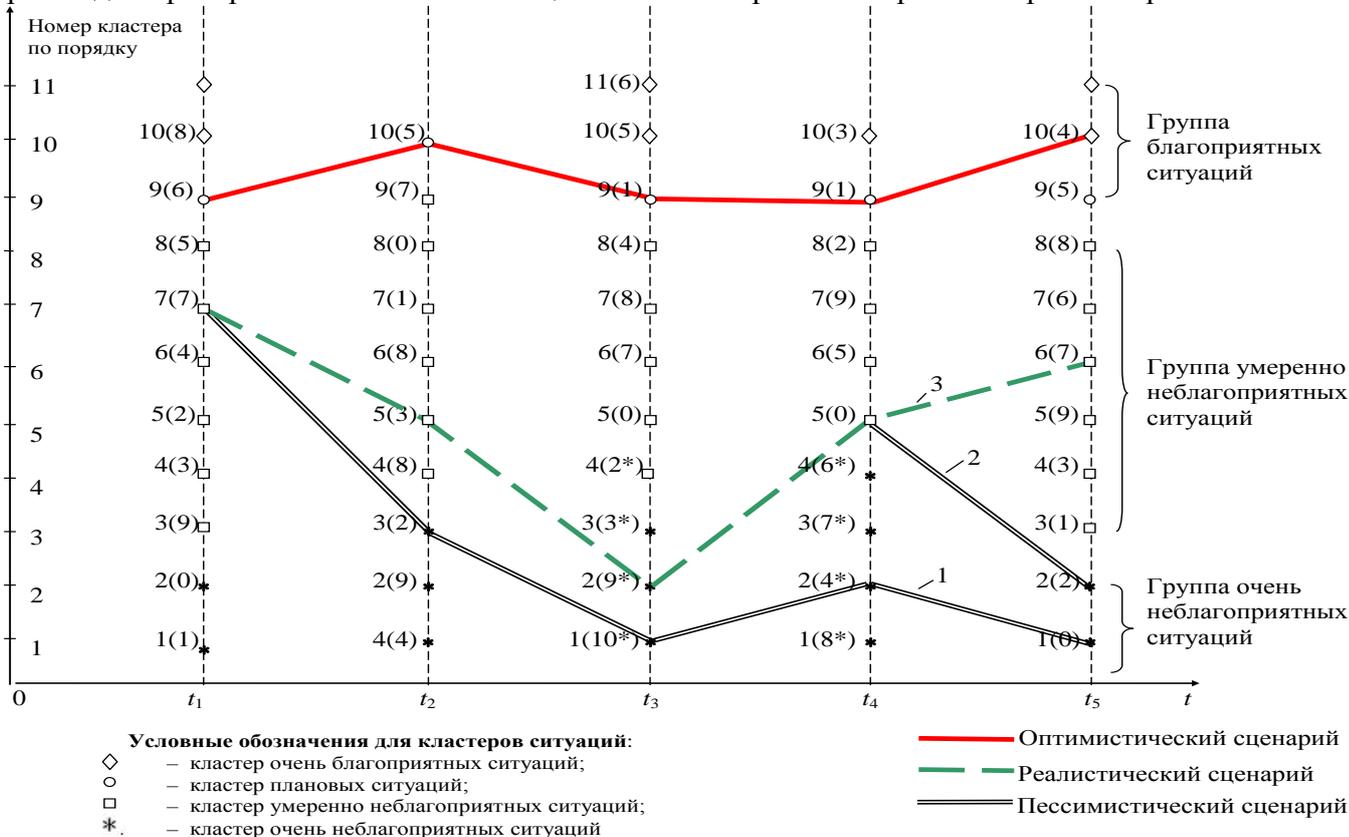


«-----» – управляемые сценарии; «———» – неуправляемые сценарии  
Траектории движения МЭС на самоорганизующихся картах

Переходы между кластерами хорошо интерпретируются. Для неуправляемых сценариев, например, это движение от плановой ситуации к ситуациям сначала умеренно неблагоприятным, а

если не предпринимать действия, то и к очень неблагоприятным, а далее - и к кризисным. Для управляемых сценариев движение МЭС направлено от зон кризисных ситуаций через зоны с умеренно неблагоприятными ситуациями к зонам с плановыми ситуациями, а далее, в случае эффективного управления, и к зонам с ситуациями более благоприятными, чем плановые.

После завершения построения всех выделенных  $q$  нейронных сетей и формирования правил кластеризации и принятия решений на *этапе 8* становится возможным применение извлеченных правил для проигрывания нового имитационного эксперимента в режиме принятия решений.



На *этапе 9* выполняются: анализ состояния МЭС; останов процесса имитационного моделирования в требуемые моменты времени, подключение обученных НС Кохонена для классификации текущей микроэкономической ситуации, определение рекомендуемых решений и корректировка на их основе значений управляющих воздействий, которые изменяют неблагоприятные тенденции на тенденции движения к областям благоприятных ситуаций.

Таким образом, предложен метод формирования интеллектуальных алгоритмов поддержки принятия решения при ситуационном управлении МЭС с учетом запасов и рыночных механизмов регулирования, который предполагает: построение самоорганизующихся карт Кохонена для динамически неравновесных и равновесных ситуаций на основе результатов имитационных экспериментов с учетом выделенных моментов времени; многопараметрический анализ построенных кластеров с учетом информации о рыночных индикаторах и формирование правил кластеризации; анализ причин неблагоприятных ситуаций и формирование правил принятия решений с учетом запасов секторов экономики; формирование типовых сценариев поведения МЭС как цепочки переходов между кластерами неравновесных и равновесных ситуаций как интегральной траектории, позволяющей дать качественную оценку тенденциям движения МЭС.

#### Методические указания по выполнению заданий 4

Алгоритм построения регулятора:

1. Определить управляемость системы.  
 невырожденность пары матриц  $[F, G]$ ;

$$K_1 = [G, FG, F^2G, \dots, F^{n-1}G];$$

$$rank K_1.$$

2. Определить характеристические числа  $s_i$ ,  $i = \overline{1, n}$  матрицы динамики исходной системы  $F$ .

Если их значения соответствуют требованиям начальной фундаментальной системы  $\eta$ , то строить регулятор не надо.

В противном случае найти коэффициенты характеристического уравнения  $a_i$ ,  $i = \overline{0, n-1}$ . Согласовать значение  $\eta$ .

3. Задать требуемое значение характеристических векторов  $\bar{s}_i$ ,  $i = \overline{1, n}$ . Найти требуемые коэффициенты характеристического уравнения  $\bar{a}_i$ .

$$\Delta \bar{s} = \prod_{i=1}^n (s - \bar{s}_i) = \sum_{i=0}^n \bar{a}_i s^i; \quad \bar{a}_n = 1.$$

4. Вычислить элементы матрицы  $\tilde{K}_{oc}$ ,  $\tilde{k}_i$

$$\tilde{k}_i = \bar{a}_{i-1} - a_{i-1}; \quad i = \overline{1, n}.$$

5. Вычислить матрицу перехода к новому базису  $R$ .

$$R_n = G;$$

$$R_1 = FR_2 + a_1 G.$$

6. Вычислить матрицу  $K_{oc}$  в старом базисе

$$K_{oc} = \tilde{K}_{oc} \cdot R^{-1}.$$

7. Построить регулятор, для которого объект управления задается матрицей динамики  $F, G, H$ , для которого

$$u(t) = u_{oc}(t) + u_s(t);$$

$$u_{oc}(t) = -K_{oc} x(t).$$

Проверить динамические свойства системы с регулятором.

### Решение:

1. Строим матрицу управления  $K_1$

Это одномерная система, т.к. величины скалярные.  
 $n = 2$ ,  $m = 1$ ,  $s = 1$ .

$$K_1 = [G, FG] = \begin{bmatrix} 1 & -3 \\ 2 & 4 \end{bmatrix};$$

$$\det K_1 = 4 + 6 = 10 \neq 0 \Rightarrow rank K_1 = 2 = n \Rightarrow \text{система управляема.}$$

2. Найдем характеристические числа матрицы динамики исходной системы  $F$ :

$$\Delta s = \det(sE - F);$$

$$\Delta s = \begin{bmatrix} s-1 & 2 \\ 0 & s-2 \end{bmatrix} = (s-1)(s-2);$$

$$\Delta s = 0;$$

$$(s-1)(s-2) = 0;$$

$$s_1 = 1;$$

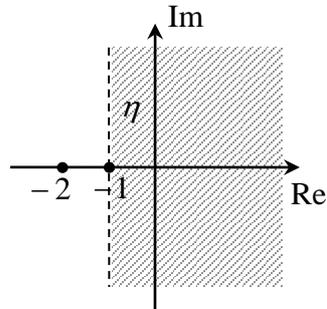
$$s_2 = 2;$$

$$(s-1)(s-2) = s^2 - 3s + 2;$$

$$\begin{aligned}
 a_2 &= 1 \\
 a_1 &= -3; \quad - \text{ система устойчива.} \\
 a_0 &= 2
 \end{aligned}$$

Пусть запас устойчивости  $\eta = 1$ .

3. Зададим  $\bar{s}_1 = -1$  и  $\bar{s}_2 = -2$



Находим коэффициенты характеристического уравнения желаемой системы:

$$\begin{aligned}
 \Delta \bar{s} &= (s - \bar{s}_1)(s - \bar{s}_2) = (s + 1)(s + 2) = s^2 + 3s + 2; \\
 \bar{a}_2 &= 1 \\
 \bar{a}_1 &= 3 \\
 \bar{a}_0 &= 2
 \end{aligned}$$

4. Вычисляем матрицу  $\tilde{K}_{oc}$

$$\begin{aligned}
 \tilde{k}_1 &= \bar{a}_0 - a_0 = 2 - 2 = 0; \\
 \tilde{k}_2 &= \bar{a}_1 - a_1 = 3 + 3 = 6; \\
 \tilde{K}_{oc} &= [0 \quad 6].
 \end{aligned}$$

5. Вычисляем матрицу перехода к новому базису  $R$ :

$$\begin{aligned}
 R_2 &= G = \begin{bmatrix} 1 \\ 2 \end{bmatrix}; \\
 R_1 &= FR_2 + a_1 G = FG + a_1 G = \begin{bmatrix} -3 \\ 4 \end{bmatrix} + (-3) \begin{bmatrix} 1 \\ 2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -6 \\ -2 \end{bmatrix}; \\
 R &= \begin{bmatrix} -6 & 1 \\ -2 & 2 \end{bmatrix}.
 \end{aligned}$$

6. Вычислим матрицу  $K_{oc}$  в старом базисе:

$$\begin{aligned}
 K_{oc} &= \tilde{K}_{oc} \cdot R^{-1}; \\
 K_{oc} &= \frac{\tilde{K}_{oc}}{R} = [0 \quad 6] \div \begin{bmatrix} -6 & 1 \\ -2 & 2 \end{bmatrix}; \\
 \begin{cases} -6k_1 - 2k_2 = 0; \\ k_1 + 2k_2 = 6 \end{cases}
 \end{aligned}$$

$$\begin{cases} k_2 = 3,6 \\ k_1 = -1,2 \end{cases};$$

$$K_{oc} = [-1,2 \quad 3,6].$$

7. Построим регулятор

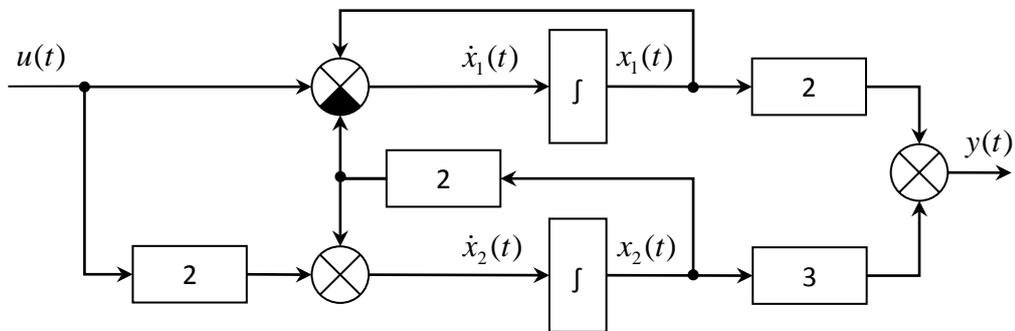
$$u_{oc}(t) = 1,2x(t);$$

$$u_{oc}(t) = -3,6x(t);$$

$$Fx(t) = \begin{bmatrix} 1 & -2 \\ 0 & 2 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} x_1(t) \\ x_2(t) \end{bmatrix}; \quad Gu(t) = \begin{bmatrix} 1 \\ 2 \end{bmatrix} \cdot u(t);$$

$$Hx(t) = [2 \quad 3] \cdot \begin{bmatrix} x_1(t) \\ x_2(t) \end{bmatrix};$$

$$\begin{cases} \dot{x}_1(t) = x_1(t) - 2x_2(t) + u(t) \\ \dot{x}_2(t) = 2x_2(t) + 2u(t) \\ y(t) = 2x_1(t) + 3x_2(t) \end{cases};$$



### Методические указания по выполнению заданий 5

Алгоритм решения задачи:

1. Используя Z-преобразование, найти дискретную передаточную функцию  $W(z)$  для приведенной непрерывной части САУ

$$W(z) = \frac{a_0 z^n + a_1 z^{n-1} + \dots + a_n}{z^n + c_1 z^{n-1} + \dots + c_n}.$$

2. Найти корни характеристического уравнения  $z_i$ .

$$A(z) = z^n + c_1 z^{n-1} + \dots + c_n = 0$$

3. Определить устойчивость САУ. САУ устойчива, если  $|z_i| < 1$ .
4. Найти структуру и параметры КУ, обеспечивающие решение задачи синтеза. И в результате синтеза аналогового корректирующего устройства  $R(s)$  (аналогового прототипа) по желаемой передаточной функции замкнутой САУ

$$\Phi_{ж}(s) = \frac{1}{(0,1s + 1)^2},$$

получить выражение

$$R(z) = \frac{U(z)}{E(z)} = \frac{c_0 + c_1 z^{-1} + \dots + c_r z^{-r}}{1 + d_1 z^{-1} + \dots + d_r z^{-r}} = \frac{c(z)}{1 + d(z)},$$

5. Используя 3 способа дискретизации непрерывного регулятора, полученного в процесс синтеза, исследовать соответствующую цифровую САУ:  
– преобразование Тастина:

$$R(z) = W_{\text{кy}}(s) \Big|_{s = \frac{2z-1}{T_0 z+1}};$$

– преобразование методом прямоугольников:

$$R(z) = W_{\text{кy}}(s) \Big|_{s = \frac{1z-1}{T_0 z}};$$

– стандартное z-преобразование:

$$R(z) = \frac{z-1}{z} Z \left\{ \frac{W_{\text{кy}}(s)}{s} \right\}, \text{ где } Z\{\dots\} \text{ – символ z-преобразования.}$$

6. Найти дискретную передаточную функцию (ДПФ) приведенной непрерывной части  $W(z)$ ;
7. Найти дискретную передаточную функцию замкнутой системы

$$T(z) = \frac{R(z)W(z)}{1 + R(z)W(z)}$$

8. Построить переходный процесс в САУ при синтезированных значениях параметров КУ, полагая  $g(t) = 1[t]$ .

### Методические указания по выполнению заданий 6

#### 1. Расчетные соотношения метода динамического программирования

В случае оптимального управления  $u = u^0$  соотношение

$$\min_{u \in \Omega_u} \left[ f_0(x, u) + \frac{\partial V}{\partial x^T} f(x, u) \right] = 0.$$

принимает вид

$$f_0(x, u^0) + \frac{\partial V}{\partial x^T} f(x, u^0) = 0.$$

Продифференцируем его по  $u$  вдоль оптимальной траектории

$$\frac{\partial f_0(x, u)}{\partial u} \Big|_{u=u^0} + \frac{\partial V}{\partial x^T} \frac{\partial f(x, u)}{\partial u} \Big|_{u=u^0} = 0.$$

Задача отыскания *точного* оптимального управления методом динамического программирования носит название *задачи АКОР* (аналитического конструирования оптимальных регуляторов). Эта задача имеет решение при наличии следующих условий:

1. Объект управления описывается линейным уравнением состояния

$$\dot{x} = Ax + Bu, \quad x \in R^n, \quad u \in R^m, \quad m \leq n.$$

2. Переход из начальной точки  $x(0)$  в конечную  $x(T)$  рассматривается на бесконечном интервале времени ( $T \rightarrow \infty$ ).

3. Критерий оптимальности имеет вид квадратичной формы

$$J = \min_{u \in \Omega_u} \left[ \int_0^{\infty} (x^T P x + u^T Q u) d\tau \right].$$

Оптимальное управление, полученное методом динамического программирования, для такой постановки задачи будет иметь вид

$$u^0 = Kx.$$

Таким образом, оптимальным для задачи АКОР будет пропорциональный закон управления.

*Решение задачи.* Запишем основное уравнение метода динамического программирования

$$5x^2 + u_0^2 + \frac{\partial V}{\partial x^T} (-2x + u_0) = 0$$

и дополним его уравнением в частных производных

$$2u_0 + \frac{\partial V}{\partial x} = 0$$

Выразим из второго уравнения  $\partial V / \partial x$  и подставим в первое, в результате получим

$$5x^2 + u_0^2 + 4xu_0^2 - 2u_0^2 = 0$$

или после приведения подобных

$$u_0^2 - 4xu_0 - 5x^2 = 0$$

Решение квадратного уравнения относительно управления дает два значения

$$(u_0)_1 = 5x, \quad (u_0)_2 = -x.$$

Поскольку для одной системы двух оптимальных законов управления быть не может, одно из найденных значений не является оптимальным. Для определения оптимального управления проверим устойчивость замкнутой системы.

В уравнение объекта подставим значение  $(u_0)_1$  и получим уравнение замкнутой системы

$$\dot{x} = 3x$$

Как видим, система неустойчива, а значит, первое управляющее воздействие не является оптимальным.

В уравнение объекта подставим значение  $(u_0)_2$ , при этом уравнение замкнутой системы примет вид

$$\dot{x} = -3x$$

и она будет устойчивой.

Таким образом, оптимальный закон управления имеет вид  $u_0 = Kx$ , где  $K = -1$ .

## 2. Процедура определения оптимального управления на основе принципа максимума Л.С. Понтрягина

Процедуру расчета регулятора.

1. Описание объекта следует привести к стандартному для теории оптимального управления виду:

$$\dot{x} = f(x, u), \quad |u| \leq \bar{U}.$$

Записывается критерий оптимальности в форме  $J^0 = \min_{u \in \Omega_u} \int_0^T f_0(x, u) dt$ .

2. Формируется расширенный вектор состояния  $z$  и правых частей  $\varphi(z, u)$ ; в общем виде записывается вектор сопряженных координат

$$\psi = [\psi_0 \quad \psi_1 \quad \dots \quad \psi_n].$$

3. В форме скалярного произведения векторов  $\psi(\cdot)$  и  $\varphi(\cdot)$  записывается гамильтониан

$$H = \psi(z) \varphi(z, u).$$

4. Из условия максимума гамильтониана определяется оптимальное управление как функция сопряженных координат

$$\max_{u \in \Omega_u} H : \Rightarrow u^0 = u^0(\psi).$$

5. Формируется система дифференциальных уравнений для нахождения сопряженных координат

$$\dot{\psi} = -\frac{\partial H}{\partial z^T}.$$

6. Вычисляется оптимальное управление в виде функции времени (программное управление)

$$u^0 = u^0(t).$$

7. По возможности осуществляется переход к оптимальному управлению в виде обратной связи

$$u^0 = u^0(x).$$

*Решение задачи.* Поскольку известно описание объекта в переменных состояния, переходим к формированию расширенного вектора состояния и правых частей, а также запишем вектор сопряженных координат

$$z = \begin{bmatrix} z_1 \\ z_2 \\ z_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} x_0 \\ x_1 \\ x_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} T \\ \int_0^T u^2 d\tau \\ 0 \\ x_1 \\ x_2 \end{bmatrix}, \quad \varphi = \begin{bmatrix} f_0 \\ f_1 \\ f_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} u^2 \\ x_2 \\ u \end{bmatrix}, \quad \psi = [\psi_0 \quad \psi_1 \quad \psi_2].$$

Сформируем теперь гамильтониан

$$H = \psi\varphi = \psi_0 u^2 + \psi_1 x_2 + \psi_2 u$$

и определим его максимум по  $u$

$$\max_{u \in \Omega_u} H : \Rightarrow \frac{\partial H}{\partial u} = 2\psi_0 u + \psi_2 = 0.$$

Из этого уравнения определим оптимальное управление в виде функции сопряженных координат

$$u^0 = -\frac{\psi_2}{2\psi_0}.$$

Для сопряженных координат запишем систему дифференциальных уравнений

$$\begin{cases} \dot{\psi}_0 = -\frac{\partial H}{\partial z} = -\frac{\partial H}{\partial x_0} = 0, \\ \dot{\psi}_1 = -\frac{\partial H}{\partial z_2} = -\frac{\partial H}{\partial x_1} = 0, \\ \dot{\psi}_2 = -\frac{\partial H}{\partial z_3} = -\frac{\partial H}{\partial x_2} = \psi_1, \end{cases}$$

из которой определим

$$\psi_0 = c_1 = \text{const},$$

$$\psi_1 = c_2 = \text{const},$$

$$\psi_2 = -c_2 t + c_3.$$

В результате оптимальное управление принимает вид

$$u^0 = -\frac{-c_2 t + c_3}{2c_1} = b_1 t + b_2.$$

Коэффициенты  $b_i$  ( $i = \overline{1,2}$ ) определим, решая краевую задачу. С этой целью запишем уравнения замкнутой системы

$$\begin{cases} \dot{x}_1 = x_2, \\ \dot{x}_2 = b_1 t + b_2. \end{cases}$$

Определим решение для переменных состояния в виде

$$\begin{cases} x_2(t) = x_2(0) + \int_0^T (b_1 t + b_2) d\tau = \frac{1}{2} b_1 t^2 + b_2 t, \\ x_1(t) = x_1(0) + \int_0^T \left( \frac{1}{2} b_1 \tau^2 + b_2 \tau \right) d\tau = \frac{1}{6} b_1 t^3 + \frac{1}{2} b_2 t^2. \end{cases}$$

Учтем теперь заданные начальные и конечные условия и  $T = 1$  с.

$$\begin{cases} x_1(T) = 1 = \frac{1}{6} b_1 + \frac{1}{2} b_2, \\ x_2(T) = 0 = \frac{1}{2} b_1 + b_2. \end{cases}$$

Решая полученную систему уравнений, определим неизвестные коэффициенты:  $b_1 = -12$ ,  $b_2 = 6$ . В результате оптимальный программный закон управления имеет вид

$$u^0 = -12t + 6$$

## **9. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Материально-техническая база обеспечивается наличием:

- лекционных аудиторий с современными средствами демонстрации;

- оборудования для оснащения междисциплинарных, межкафедральных, межфакультетских лабораторий, в том числе современного, высокотехнологичного оборудования, обеспечивающего реализацию ОПОП ВО с учетом направленности подготовки: Научно-исследовательская лаборатория теории управления и системного анализа (междисциплинарная), Учебно-научная лаборатория автоматизации технологических процессов (междисциплинарная), Лаборатория управления безопасностью и надежностью сложных систем (междисциплинарная);

- вычислительного и телекоммуникационного оборудования и программных средств, необходимых для реализации ОПОП ВО и обеспечения физического доступа к информационным сетям, используемым в образовательном процессе и научно-исследовательской деятельности: серверы: CPU IntelXeon E3-1240 V3 3.4GHz/4core/1+8Mb/80W/5GT ASUS P9D-C /4L LGA1150 / PCI-E SVGA 4xGbLAN SATA ATX 4DDR-III HDD 3 Tb SATA 6Gb/s SeagataConstellation CS 3,5” 7200rpm 64 MbCrucia<CT102472BD160B> DDR-III DIMM 2x8Gb <ST3000NC002> CL11; компьютерная техника: IntelCore i7-4790/ASUS Z97-K DDR3 ATX SATA3/Kingston DDR-III 2x4Gb 1600MHz/Segate 1Tb SATA-III/ Kingston SSD Disk 240Gb;

Программный комплекс – операционная система Microsoft Windows (№ договора ЭФ-193/0503-14, 1800 компьютеров, на которые распространяется право пользования)

Программный комплекс –Microsoft Office (№ договора ЭФ-193/0503-14, 1800 компьютеров, на которые распространяется право пользования)

Программный комплекс –Microsoft Project Professional (№ договора ЭФ-193/0503-14, 50 компьютеров, на которые распространяется право пользования)

Программный комплекс – операционная система Microsoft Visio Pro (№ договора ЭФ-193/0503-14, 50 компьютеров, на которые распространяется право пользования)

Программный комплекс –серверная операционная система Windows Server Datacenter (№ договора ЭФ-193/0503-14, 50 компьютеров, на которые распространяется право пользования)

Kaspersky Endpoint Security для бизнеса («лицензии 13C8-140128-132040, 500 users).

Dr.Web® Desktop Security Suite (K3) +ЦУ (АН99-VCUN-ТПPJ-6k3L, 415 рабочих станций)

ESET Smart Security Business (EAV-8424791, 500пользователей)

Пакет прикладных программ для выполнения инженерных и научных расчетов, ориентированных на работу с массивами данных - MATLAB,Simulink (Гос.контракт на основании протокола единой комиссии по размещению заказов УГАТУ №ЭА 01-271/11 от 08.12.2011 и др., до 50 мест); MATLAB Distributed Computing Server (Гос.контракт на основании протокола единой комиссии по размещению заказов УГАТУ №ЭА 01-271/11 от 08.12.2011 и др., 256 мест)

## **10. Адаптация рабочей программы для лиц с ОВЗ**

Адаптированная программа разрабатывается при наличии заявления со стороны обучающегося (родителей, законных представителей) и медицинских показаний (рекомендациями психолого-медико-педагогической комиссии). Для инвалидов адаптированная образовательная программа разрабатывается в соответствии с индивидуальной программой реабилитации.

ЛИСТ

согласования рабочей программы

Направление подготовки: 09.06.01 «Информатика и вычислительная техника»  
код и наименование

Направленность подготовки (программа): «Системный анализ, управление и обработка информации»  
наименование

Дисциплина: «Системный анализ, управление и обработка информации»

Учебный год 2015/2016

РЕКОМЕНДОВАНА заседанием кафедры «Техническая кибернетика»  
наименование кафедры

протокол № 20 от "28" 06 2015 г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ Гвоздев \_\_\_\_\_  
подпись расшифровка подписи

Исполнители:

\_\_\_\_\_ К.Т.Н., доцент \_\_\_\_\_ Г.А. Саитова \_\_\_\_\_  
должность подпись расшифровка подписи

\_\_\_\_\_ д.т.н., профессор \_\_\_\_\_ Е.А. Макарова \_\_\_\_\_

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий кафедрой технической кибернетики

д.т.н., профессор \_\_\_\_\_ Гвоздев \_\_\_\_\_

Председатель НМС по УГСН 09.00.00 Информатика и вычислительная техника  
протокол № 3 от "31" 08 2015 г.

\_\_\_\_\_ д.т.н., профессор \_\_\_\_\_ А.И.Фрид \_\_\_\_\_

Библиотека \_\_\_\_\_ Курел \_\_\_\_\_ С.Р. Мураталина \_\_\_\_\_  
личная подпись расшифровка подписи дата

Начальник отдела аспирантуры \_\_\_\_\_ Фатахов Рк \_\_\_\_\_  
личная подпись расшифровка подписи дата

Рабочая программа зарегистрирована в ООПМА и внесена в электронную базу данных

Начальник \_\_\_\_\_ Лакман \_\_\_\_\_  
личная подпись расшифровка подписи дата

**Дополнения и изменения в рабочей программе учебной дисциплины  
на 20\_\_/20\_\_ уч. год**

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета (директор института, филиала)

\_\_\_\_\_ ФИО

(подпись)

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

В рабочую программу по дисциплине \_\_\_\_\_

для направления \_\_\_\_\_

направленность (программа) \_\_\_\_\_

вносятся следующие изменения:

1)

.....

2)

.....

ПЕРЕСМОТРЕНА на заседании кафедры \_\_\_\_\_

наименование кафедры

протокол № \_\_\_\_\_ от " \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 2015 г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

подпись

расшифровка подписи

Научный руководитель магистерской программы<sup>1</sup> \_\_\_\_\_

подпись

расшифровка подписи

ОДОБРЕНА на заседании НМС по УГСН \_\_\_\_\_

протокол № \_\_\_\_\_ от " \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Председатель \_\_\_\_\_

личная подпись

расшифровка подписи

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий кафедрой<sup>2</sup>

наименование кафедры

личная подпись

расшифровка подписи

дата

Библиотека<sup>3</sup> \_\_\_\_\_

личная подпись

расшифровка подписи

дата

Дополнения и изменения внесены в базу данных рабочих программ дисциплин

Начальник ООПМА \_\_\_\_\_

личная подпись

расшифровка подписи

дата

<sup>1</sup> Только направлений подготовки магистров

<sup>2</sup> Согласование осуществляется с выпускающими кафедрами (для рабочих программ, подготовленных на кафедрах, обеспечивающих подготовку для других направлений подготовки научно-педагогических кадров высшей квалификации)

<sup>3</sup> Только при внесении изменений в список литературы