

Государственное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования

МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ



имени М.В. ЛОМОНОСОВА  
ФИЗИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ



**МАГИСТЕРСКАЯ ПРОГРАММА**  
**«СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ,**  
**ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКОЕ**  
**МОДЕЛИРОВАНИЕ И УПРАВЛЕНИЕ»**

*Квалификация (степень) «магистр»*  
*Направление подготовки 011200 «Физика»*  
*Профиль (специализация) подготовки*  
**«Системный анализ, физико-математическое  
моделирование и управление»**



*Руководитель программы:*  
академик РАН,  
д-р физ.-мат. наук, профессор  
Васильев Станислав Николаевич

Москва – 2013

**Научный редактор:**

профессор кафедры физико-математических методов управления Н.Б. Филимонов

**Редакторы и составители:**

руководитель магистерской программы зав. кафедрой  
физико-математических методов управления, профессор С.Н. Васильев,  
профессора кафедры: В.Н. Афанасьев, А.Г. Кушнер, Н.Б. Филимонов,  
ст. преподаватель Н.А. Бербенева

**Авторский коллектив:**

Афанасьев Валерий Николаевич, Барабанов Иван Николаевич, Бербенева Наталья Алексеевна,  
Васильев Станислав Николаевич, Кушнер Алексей Гурьевич, Лазарев Александр Алексеевич,  
Мандель Александр Соломонович, Митришкин Юрий Владимирович,  
Филимонов Николай Борисович

**Системный анализ, физико-математическое моделирование  
и управление: магистерская программа по направлению**

**011200 «Физика»** // Ред. и сост. Афанасьев В.Н., Бербенева Н.А.,  
Кушнер А.Г., Трухин В.И., Филимонов Н.Б. - М.: Физический факультет  
МГУ им. М.В. Ломоносова, 2013. - 73 с.

В сборнике приводятся учебно-методические и нормативные материалы, отражающие содержание и организацию учебного процесса в магистратуре физического факультета МГУ в рамках магистерской программы «Системный анализ, физико-математическое моделирование и управление».

## **Общая концепция программы**

### ***Цель обучения***

Российское высшее образование в области математики, физики и ряда других естественных наук является одним из лучших в мире. Но в настоящее время на рынке труда возникла острая потребность в высококвалифицированных специалистах инженерно-физических специальностей для решения ряда высокотехнологических и наукоемких задач как исследователей в научно-образовательной сфере, так и специалистов в сфере реальной экономики. Настоящая образовательная магистерская программа разработана для подготовки специалистов, обладающих профессиональными знаниями в области исследования и управления объектами различной природы в различных сферах человеческой деятельности.

Специалисты данного профиля призваны заниматься проблемами разработки и применения методов системного анализа сложных прикладных объектов исследования в целях целенаправленного воздействия человека на эти объекты, включая вопросы анализа, моделирования, оптимизации, совершенствования управления и принятия решений для повышения эффективности функционирования объектов исследования. Данный профиль отличается тем, что его основным содержанием являются теоретические и прикладные исследования системных связей и закономерностей функционирования и развития объектов и процессов с учетом отраслевых особенностей, ориентированные на повышение эффективности управления ими, надежности и качества на основе использования современных методов системного анализа, математических методов моделирования, управления и обработки информации.

Наряду с физико-техническими объектами исследования данный образовательный профиль предусматривает широкий спектр проблем системного анализа, моделирования и управления в социальных и организационно-экономических системах, включая области образования, обороны, здравоохранения и охраны природы, вопросы анализа, моделирования, оптимизации, совершенствования структур управления, а также механизмов и моделей принятия решений в организационных системах с целью повышения эффективности и надежности их функционирования.

### ***Условия обучения***

Нормативный срок освоения основной образовательной программы подготовки магистра - 2 года. Форма обучения - очная. Обучение по программе производится на бюджетной и контрактной основе.

### ***Требования к поступающим***

1. Лица, желающие освоить программу специализированной подготовки магистра, должны иметь высшее профессиональное образование, подтвержденное документом государственного образца определенной степени.

2. Лица, имеющие диплом бакалавра по направлению «Физико-математические методы управления» зачисляются на специализированную магистерскую подготовку на конкурсной основе. Условия конкурсного отбора определяются вузом на основе Государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования бакалавра по данному направлению.

3. Лица, желающие освоить программу специализированной подготовки магистра по данному направлению и имеющие высшее профессиональное образование, профиль которого не указан в п.2, допускаются к конкурсу по результатам сдачи экзаменов по дисциплинам, необходимым для освоения программы подготовки магистра и предусмотренным государственным образовательным стандартом подготовки бакалавра по данному направлению.

## Требования к уровню подготовки магистра

Содержание магистерской программы соответствует актуальным потребностям современного образования в области физико-математических методов управления. Магистр-выпускник программы должен быть подготовлен к деятельности, требующей углубленной фундаментальной и профессиональной подготовки, в том числе к научно-исследовательской и научно-педагогической работе.

В настоящей образовательной программе подготовки магистров важное место отводится теоретическому и практическому освоению физико-математического моделирования и управления на основе системного анализа и современных компьютерных и информационных технологий. В структуре автоматизации современных физико-технических и организационно-экономических систем центральную роль играют функции мониторинга состояния системы и внешней среды, а также принятия решений и супервизорного управления, которые возлагаются на человека. Перспективы развития автоматизированных информационно-управляющих систем связаны с существенным возрастанием потоков видеoinформации, повышением функциональности человеко-машинного интерфейса, с расширением внедрения методов и технологий искусственного интеллекта в процессы обработки информации, принятия решений и управления. Данные тенденции учтены в учебном плане подготовки магистров. Все эти знания и навыки дают выпускнику преимущество на современном рынке труда.

*Область профессиональной деятельности магистров* включает:

- исследование, проектирование, производство и эксплуатацию высоконадежных и эффективных систем автоматического и автоматизированного управления физико-технических, а также организационно-экономических систем в оборонной отрасли, в авиационной и ракетно-космической областях, в сфере промышленного производства, транспорта и энергетики, техники связи, телекоммуникаций, в сельском хозяйстве, медицине и др.;
- разработка математического и алгоритмического обеспечения, создание программно-инструментальных средств для систем компьютерного моделирования, управления и обработки информации на базе современных достижений в области автоматизации и информатики, компьютерных сетей и телекоммуникаций, систем искусственного интеллекта и программных технологий.

*Объектами профессиональной деятельности магистров* являются:

- автоматизация и информатизация физико-технических и организационно-экономических систем;
- компьютеризация систем автоматического и автоматизированного управления в производственной и энергетической сферах, а также на транспорте, включая управление летательными и подводными аппаратами, манипуляционными и мобильными роботами и др.;
- методы и средства применения компьютерного интеллекта к задачам обработки информации, принятия решений и управления в информационно-управляющих системах.

Выпускники магистратуры по профилю «Системный анализ, физико-математическое моделирование и управление» в соответствии с фундаментальной и специальной подготовкой могут выполнять следующие виды профессиональной деятельности:

- проектно-конструкторская;
- проектно-технологическая;
- научно-исследовательская;
- организационно-управленческая;
- научно-педагогическая.

**Основные компетенции, приобретаемые в результате освоения магистерской программы:**

Шифр компетенции	Содержание компетенции
М-СПК-1	способность свободно владеть разделами физики, необходимыми для решения научно-исследовательских и научно-инновационных задач
М-СПК-2	способность анализировать, синтезировать и критически резюмировать информацию, а также ставить задачи исследования, интерпретировать и представлять результаты исследований
М-СПК-3	готовность применять перспективные методы системного анализа и методологию управления для постановки и исследования задач автоматизации управления сложными системами на основе достижений в области информационных технологий
М-СПК-4	способность вскрыть физико-математическую, естественно-научную и техническую сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, провести их качественно-количественный анализ
М-СПК-5	способность понимать основные проблемы в своей предметной области, выбирать методы и средства их решения, а также порождать новые идеи
М-СПК-6	готовность применять на практике навыки составления и оформления научно-технической документации, научных отчётов, обзоров, докладов и статей
М-СПК-7	способность формировать технические задания, участвовать в разработке и осуществлять руководство коллективом разработчиков математического, алгоритмического и программного обеспечения прикладных систем автоматического и автоматизированного управления
М-СПК-8	способность разработать и реализовать проекты по системному анализу, моделированию, управлению и интеллектуализации сложных систем на основе современных информационных технологий
М-СПК-9	готовность проводить свою профессиональную деятельность с учётом социальных, этических и природоохранных аспектов

**Дополнительные компетенции, приобретаемые в результате освоения магистерской программы:**

**◀ общекультурные:**

- способность совершенствовать и развивать свой интеллектуальный и общекультурный уровень;
- способность к самостоятельному обучению новым методам исследования, к изменению научного и научно-производственного профиля своей профессиональной деятельности;
- способность свободно пользоваться русским и иностранным языками, как средством делового общения;
- способность использовать на практике умения и навыки в организации исследовательских и проектных работ, в управлении коллективом;
- способность проявлять инициативу, в том числе в ситуациях риска, брать на себя всю полноту ответственности;
- способность использовать в практической деятельности новые знания и умения, в том числе в новых областях знаний, непосредственно не связанных со сферой деятельности;
- способность к профессиональной эксплуатации современного оборудования и приборов (в соответствии с целями магистерской программы);

**◀ профессиональные:**

**● общепрофессиональные:**

- способность вскрыть естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе про-

- профессиональной деятельности, провести их качественно-количественный анализ;
- способность ставить задачи исследования, выбирать методы экспериментальной работы, интерпретировать и представлять результаты исследований;
- способность анализировать, синтезировать и критически резюмировать информацию;
- способен оформлять, представлять и докладывать результаты выполненной работы;
- умение составлять практические рекомендации по использованию результатов научных исследований;
- способность к организации работы коллектива исполнителей, принятию исполнительских решений в условиях спектра мнений, определению порядка выполнения работ;

● **в научно-исследовательской деятельности:**

- способность осознать и освоить мировые тенденции развития системного анализа, управления и информационных технологий;
- умение применять перспективные методы системного анализа и принятия решений для исследования функциональных задач;
- способность оценивать риски и определять меры по обеспечению безопасности разрабатываемых систем;

● **в проектно-конструкторской деятельности:**

- умение разрабатывать и реализовывать проекты по системному анализу сложных систем на основе современных информационных технологий, систем численных и символьных вычислений;
- способность формировать технические задания и участвовать в разработке аппаратных и/или программных средств экспертных систем поддержки принятия оптимальных решений;
- умение выбирать методы и разрабатывать алгоритмы решения задач управления сложными многомерными объектами управления;

● **проектно-технологическая деятельность:**

- способность применять современные технологии создания сложных систем;
- умение контролировать качество разрабатываемых систем;

● **научно-педагогическая деятельность:**

- способность принимать непосредственное участие в учебной работе кафедры и других учебных подразделений по профилю магистерского направления;

● **организационно-управленческая деятельность:**

- способность руководить коллективами разработчиков аппаратных и/или программных средств экспертных систем поддержки принимаемых решений .
- готовность искать оптимальные решения в области системного анализа и принятия решений, современных методов управления с учетом требований качества и стоимости, безопасности жизнедеятельности и экологической чистоты.

### ***Возможные места прохождения практики***

Педагогическая практика проходит на кафедре «Физико-математические методы управления». Студенты участвуют в семинарских занятиях и в руководстве НИРС у бакалавров. Научно-исследовательская практика проходит на кафедре, а также в ИПУ им. В.А. Трапезникова РАН под руководством научного руководителя магистерской диссертации.

### ***НИР и ОКР, выполняемые выпускающей кафедрой***

Разработанная магистерская профессиональная образовательная программа, реализуемая кафедрой физико-математических методов управления, является результатом многолетней деятельности преподавательского состава кафедры по совершенствованию подготовки специалистов в рамках магистерского профиля на основе широкомасштабных научных исследований и разработок. Это НИР и ОКР, связанные с теорией автоматического управления; теорией систем; системным анализом и принятием решений; методами логического анализа и управления; методами синтеза и оптимизации динамических систем в условиях неопределенности; алгоритмическим подходом и методами теории расписаний; методами исследования операций и экспертно-статическими системами; геометрическими методами управления; методами математического программирования и полиэдральной оптимизации процессов управления, интеллектуальными технологиями и представлением знаний. Выполняемые работы связаны с управлением широким классом физико-технических систем, включая промышленные, энергетические и транспортные объекты исследования.

Наименование дисциплины	Трудо- емкость, з.е.	Специализи- рованные компетенции
<b>Модуль 1 «Системный анализ и методология управления»</b>		
История и методология науки и техники в области управления	2	М-СПК-1 М-СПК-2 М-СПК-3
<i>По выбору:</i> Качественные методы нелинейного анализа динамических и управляемых систем	2	
Методы многокритериального принятия решений	2	
<i>По выбору:</i> Исследование операций и экспертно-статистические системы управления	2	
<b>Модуль 2 «Физико-математическое моделирование систем»</b>		
Методы математического и имитационного моделирования систем	2	М-СПК-4 М-СПК-5 М-СПК-6
<i>По выбору:</i> Информационные технологии в физических и других научных исследованиях	2	
Современные проблемы физики: компьютерно-аналитические методы математической физики и управления. Часть 1	2	
Современные проблемы физики: компьютерно-аналитические методы математической физики и управления. Часть 2	2	
<b>Модуль 3 «Управление и принятие решений»</b>		
Методы управления многосвязными динамическими системами	2	М-СПК-7 М-СПК-8 М-СПК-9
Методы наблюдения и управления с неполной информацией	2	
Методы интеллектуальных вычислений в задачах управления	2	
<i>По выбору:</i> Методы и технологии искусственного интеллекта в задачах управления и принятия решений	2	

***Профессорско-преподавательский состав кафедры:***

Васильев Станислав Николаевич, акад., д.ф.-м.н., проф., зав. каф.  
- руководитель программы

Афанасьев Валерий Николаевич, д.т.н., проф.

Барабанов Иван Николаевич, к.ф.-м.н., ст. преп.

Кушнер Алексей Гурьевич, д.ф.-м.н., проф.

Лазарев Александр Алексеевич, д.ф.-м.н., доц.

Мандель Александр Соломлюнович, д.т.н., проф.

Митришкин Юрий Владимирович, д.т.н., проф.

Филимонов Николай Борисович, д.т.н., проф.

**Дисциплины основной образовательной программы  
подготовки магистров по программе  
«Системный анализ, физико-математическое моделирование и управление»**

№	Наименование дисциплины
<b>Фундаментальные дисциплины направления</b>	
1	Иностранный язык
2	Философия
3	Специальный физический практикум
4	Современные проблемы физики
5	История и методология физики
<b>Фундаментальные дисциплины профиля (специализации)</b>	
1	История и методология науки и техники в области управления
2	Теория алгоритмов
3	Методы управления в условиях информационных и ресурсных ограничений
4	Системы наблюдения и управления с неполной информацией
5	Компьютерно-аналитические методы математической физики и управления. Ч. 1. Точные решения дифференциальных уравнений
6	Компьютерно-аналитические методы математической физики и управления. Ч. 2. Дифференциальные инварианты и управление ударными волнами
7	Методы оптимизации
8	Автоматизированные распределенные информационно-управляющие системы
9	Методы теории экспертно-статистических систем обработки информации
<b>Дисциплины магистерской программы</b>	
1	Методы математического и имитационного моделирования
2	Методы многокритериального принятия решений
3	Методы и технологии искусственного интеллекта
4	Методы гарантированного оценивания и управления в динамических системах
5	Качественные методы нелинейного анализа динамических и управляемых систем
6	Параллельные вычисления
7	Информационные технологии в физических и других научных исследованиях
8	Методы управления социально-экономическими и организационными системами в условиях детерминированной и стохастической неопределенности

## Учебный план магистерской программы

№	Название дисциплины (модуля)	Трудоёмкость: общая (з.е.) / аудиторная (часы). Отчётность				Аудитория	Статус
		1 семестр, 18 недель	2 семестр, 16 недель	3 семестр, 18 недель	4 семестр, 16 недель		
1	2	3	4	5	6	7	8
<b>Блок общекультурной подготовки</b>							
1	Иностранный язык	2/36, диффер. зачёт	2/32, экзамен			общий	обязательная
2	Философия				2/32, экзамен	общий	обязательная
<b>Блок профессиональной подготовки</b>							
1	Специальный физический практикум	6/108, диффер. зачёт	4/64, диффер. зачёт			общий	обязательная
2	Современные проблемы физики	4/72, экзамен				общий	обязательная
3	История и методология физики	2/36, экзамен				общий	обязательная
<b>Вариативная часть (блок подготовки по направлению)</b>							
1	История и методология науки и техники в области управления	4/72, экзамен				профильный	обязательная
2	Теория алгоритмов	2/36, экзамен				специальный	обязательная
3	<i>По выбору:</i> Методы управления в условиях информационных и ресурсных ограничений	2/36, зачёт				специальный	по выбору
4	Системы наблюдения и управления с неполной информацией	2/36, зачёт				специальный	по выбору
5	<i>По выбору:</i> Компьютерно-аналитические методы математической физики и управления. Ч. 1. Точные решения дифференциальных уравнений	2/36, зачёт				специальный	по выбору
6	Методы оптимизации	2/36, зачёт				специальный	по выбору
7	<i>По выбору:</i> Компьютерно-аналитические методы математической физики и управления. Ч. 2. Дифференциальные инварианты и управление ударными волнами	2/36, зачёт				специальный	по выбору

1	2	3	4	5	6	7	8
8	Автоматизированные распределенные информационно-управляющие системы	2/36, зачёт				специальный	по выбору
9	<i>По выбору:</i> Методы теории экспертно-статистических систем обработки информации		2/36, зачёт			специальный	по выбору
<b>Вариативная часть (блок подготовки по профилю)</b>							
1	Методы математического и имитационного моделирования	2/36, экзамен				специальный	обязательная
2	Методы многокритериального принятия решений	2/36, экзамен				специальный	обязательная
3	Методы и технологии искусственного интеллекта		4/64, экзамен			специальный	обязательная
4	<i>По выбору:</i> Методы гарантированного оценивания и управления в динамических системах			4/64, экзамен		специальный	по выбору
5	Качественные методы нелинейного анализа динамических и управляемых систем			4/64, экзамен		специальный	по выбору
6	Параллельные вычисления		4/64, экзамен			специальный	обязательная
7	Информационные технологии в физических и других научных исследованиях			4/72, зачёт		специальный	обязательная
8	Методы управления социально-экономическими и организационными системами в условиях детерминированной и стохастической неопределенности				4/72, зачёт	специальный	обязательная
<b>Практики и НИР</b>							
1	Научно-исследовательская практика		5/80, зачёт	5/90, экзамен		общий	обязательная
2	Научно-исследовательская работа		5/80, зачёт	5/90, экзамен	10/160, зачёт	общий	обязательная
<b>Итоговая аттестация</b>							
1	Подготовка и защита магистерской диссертации		5/80	10/180	15/240	общий	обязательная
<b>ИТОГО ЗА СЕМЕСТР:</b>		<b>30</b>	<b>31</b>	<b>28</b>	<b>31</b>		

**АННОТАЦИИ СПЕЦИАЛЬНЫХ ДИСЦИПЛИН  
МАГИСТЕРСКОЙ ПРОГРАММЫ  
«Системный анализ, физико-математическое  
моделирование и управление»**

**ИСТОРИЯ И МЕТОДОЛОГИЯ НАУКИ И ТЕХНИКИ  
В ОБЛАСТИ УПРАВЛЕНИЯ**

*Лектор:* д.т.н., профессор **Филимонов Николай Борисович**

**Раздел 1. Базовые понятия и задачи теории управления.** Управление. Объекты и системы управления. Поведение объектов. Информация и принципы управления. Задачи теории управления. Модели систем управления. Автоматическое и автоматизированное управление.

**Раздел 2. Основные этапы в истории науки об управлении.** Автоматика, теория автоматического регулирования, кибернетика, классическая теория автоматического управления, современная теория управления, информатика, синергетика и физическая теория управления.

**Раздел 3. Предыстория автоматике и теории автоматического регулирования.** Автоматы в древнем мире. Автоматы в древнем мире, в эпоху возрождения и средние века. “Андроидная” автоматика, промышленная революция (машины Ползунова и Уайтта). Ткацкие станки и механические часы. Механизация физического труда. Формирование теории автоматического регулирования в результате интеграции методов механики, динамики машин, электротехники, радиосвязи, теории колебаний и математики. Роль отечественной науки в создании теории автоматического регулирования. Работы И.А.Вышнеградского, П.Л.Чебышева, Н.Е.Жуковского, А.М.Ляпунова.

**Раздел 4. Развитие теории автоматического регулирования и теории следящих систем.** Создание специальности “Автоматика и телемеханика” в тридцатые годы. Первый в мире специализированный научноисследовательский институт и журнал по этому направлению. Первое всесоюзное совещание по теории автоматического регулирования в 1940 году. Основные разделы теории линейных и нелинейных систем. Работы московской, ленинградской и казанской школы в теории автоматического регулирования. Вторая мировая война и широкое применение следящих систем в управлении стрельбой, авторулевых и автопилотах, радиолокации и телеуправлении. Разработка теории дискретных систем. Развитие частотных методов и методов корневого годографа в задачах анализа и синтеза систем автоматического управления. Оценка влияния помех и случайных сигналов. Разработка основ теории стохастических систем и систем с переменными параметрами. Разработка интегральных критериев для оценки качества процессов управления. Завершение формирования классической теории автоматического управления к середине пятидесятых годов.

**Раздел 5. Кибернетика и ее роль в современной теории управления.** Кибернетика и общий подход к задачам управления объектами различной природы. Основные разделы кибернетики. Роль информации в процессах управления. Распространение математических методов и идей теории управления в новые области – биологию, экологию, экономику и т.д.

**Раздел 6. Формирование современной теории управления.** Соревнование СССР и США в области атомной энергетики и освоении космоса. Ограниченность материальных, энергетических и трудовых ресурсов. Повышение точности и быстродействия систем. Проблема оптимальности в пятидесятые и шестидесятые годы. Принцип максимума и динамическое программирование в теории управления. Аналитическое конструирование регуляторов. Модальное управление. Метод пространства состояния в теории управления. Создание международной федерации по автоматическому управлению (ИФАК). Первый конгресс ИФАК в

1960 году. Системы с переменной структурой. Управление в условиях неопределенности. Самонастраивающиеся, адаптивные и самоорганизационные системы. Абсолютная устойчивость. Инвариантность и чувствительность систем управления. Нечеткие и размытые множества. Метод обратных задач. Принцип сравнения и разделение движений. Направление Н-бесконечность в современной теории управления. Методы функций Ляпунова и функционала обобщений работы. Теория распределенных систем управления.

**Раздел 7. Системный анализ и общая теория систем.** Развитие теории сложных систем. Система и среда. Элемент системы. Компоненты и подсистемы. Связь. Цель. Структура. Состояние. Поведение. Равновесия. Устойчивость. Развитие. Виды и формы представления структур. Классификация систем. Принятие решений.

**Раздел 8. Роль вычислительной техники и информатики в теории управления.** Развитие вычислительных машин. Вычислительные машины в контуре управления. Применение вычислительных машин для анализа и синтеза систем управления. Аналитические и алгоритмические методы в теории управления. Автоматизация процессов получения, преобразования и обработки информации с помощью средств вычислительной техники. Разработка теории цифровых, гибридных и интеллектуальных систем управления. Нейронные сети в системах управления современными информационными технологиями в задачах исследования и проектирования систем управления.

**Раздел 9. Синергетика и физическая теория управления.** Формирование постиндустриального информационного общества и приоритеты управления. Единство управления техническими, биологическими и социально-экономическими системами. Управление как целенаправленная организация взаимодействия энергии, вещества и информации. Синергетика и проблемы управления. Связь между процессами управления в антропогенных системах и процессами самоорганизации в природе. Минимальное вмешательство в естественное движение управляемых объектов, определяемое физическими законами. Микрошумы и предельная точность управления. Микроуправление ядерными реакторами и другими распределенными физическими объектами. Проблемы создания высокоэффективных средств мониторинга земной и водной поверхностей и воздушного пространства. Участие в решении проблем глобальных катастроф, экологий и энергетических проблем современности.

#### **Рекомендуемая литература.**

1. Современная прикладная теория управления. Ч. 1. Под ред. А.А. Колесникова. Гл. 1. Москва-Таганрог: Изд-во ТРТУ, 2000.
2. Воронов А.А. Основы теории автоматического управления. М.-Л.: Энергия, 1965. Ч. 1, 1966. Ч. 2, 1970. Ч. 3.
3. Храмой А.В. Очерк развития автоматического управления в СССР / Основы автоматического регулирования. Под ред. В.В. Солодовникова. М.: Машгиз, 1954.
4. Айзерман М.А. Краткий очерк становления и развития классической теории регулирования и управления. Автоматика и телемеханика. 1993, № 7.
5. Красовский А.А. Наукоеведение и состояние современной теории управления техническими системами // Изв. АН. Теория и системы управления. 1998. № 6.
6. Попов Е.П. Воспоминания. М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 1996.
7. Яковлев В.Б. Мои воспоминания. «Пятьдесят лет развития кибернетики». Изд-во СПбГЭТУ. Санкт-Петербург, 1999.
8. Из истории кибернетики / Ред. сост. Я.И. Фет. Новосибирск: Гео, 2006.
9. История информатики и кибернетики в Санкт-Петербурге (Ленинграде). Вы. 1 / Под общ. Ред. Р.М. Юсупова. СПб.: Наука, 2008.
10. Федосов Е.А. Полвека в авиации. Записки академика. М.: Дорфа, 2004.
11. Электронные книги ИПУ им. В.А. Трапезникова РАН: <http://ipu65.narod.ru/index.htm>

## ТЕОРИЯ АЛГОРИТМОВ

*Лектор:* д.ф.-м.н., профессор **Лазарев Александр Алексеевич**

Введение. Элементы матлогики и теории моделей. Вычислимость, доказуемость. Теоремы Гёделя о неполноте арифметики.

Машина Тьюринга и функции, вычислимые по Тьюрингу. Машины произвольного доступа и вычислимые функции. Частично рекурсивные функции и их вычислимость. Нумерация наборов чисел и слов. Вычисление по Тьюрингу частично рекурсивных функций. Арифметизация машин Тьюринга и частичная рекурсивность функций, вычислимых по Тьюрингу.

Нормальные алгоритмы. Нумерация алгоритмов. Алгоритмически неразрешимые проблемы. Проблема Тожества слов в конечно определенных полугруппах и другие примечательные алгоритмически неразрешимые проблемы. Характеристики сложности вычислений.

Нижние оценки временной сложности вычислений на машинах Тьюринга. Классы сложности  $P$  и  $NP$  и их взаимосвязь.  $NP$  -полные задачи. Теорема Кука. Основные  $NP$  -полные задачи. Сильная  $NP$  -полнота. Сложность алгоритмов, использующих рекурсию.

Информационные аспекты и современные криптографические достижения.

### *Рекомендуемая литература*

1. Барвайз Дж. (ред.). Справочная книга по математической логике. Ч. III. Теория рекурсии. М.: Наука, 1982.
2. Босс В. Лекции по математике. Т. 10: Перебор и эффективные алгоритмы. М.: ЛКИ, 2008.
3. Босс В. Лекции по математике. Т. 6: От Диафанта до Тьюринга. М.: ЛКИ, 2008.
4. Булос Дж., Джеффри Р. Вычислимость и логика. М.: Мир, 1994.
5. Ершов Ю.Л., Палютин Е.А. Математическая логика. М.: Наука, 1987.
6. Верещагин Н.К., Шень А. Вычислимые функции. М.: МЦНМО, 1999.
7. Гуц А.К. Математическая логика и теория алгоритмов. Омск: Омский ун-т, 2003.
8. Игошин В.И. Математическая логика и теория алгоритмов. М.: Академия, 2004.
9. Игошин В.И. Задачи и упражнения по математической логике и теории алгоритмов. М.: Академия, 2005.
10. Катленд Н. Вычислимость. Введение в теорию рекурсивных функций. М.: Мир, 1983.
11. Кушнер Б.А. Лекции по конструктивному математическому анализу. М.: Наука, 1973.
12. Лавров И.А., Максимова Л.Л. Задачи по теории множеств, математической логике и теории алгоритмов. М.: Физматлит, 1995.
13. Мальцев А.И. Алгоритмы и рекурсивные функции. М.: Наука, 1986.
14. Марков А.А., Нагорный Н.М. Теория алгоритмов. М.: Наука, 1984.
15. Успенский В.А., Семенов А.Л. Теория алгоритмов: основные открытия и приложения. М.: Наука, 1987.

## МЕТОДЫ УПРАВЛЕНИЯ В УСЛОВИЯХ ИНФОРМАЦИОННЫХ И РЕСУРСНЫХ ОГРАНИЧЕНИЙ

*Лектор:* акад., д.ф.-м.н., профессор **Васильев Станислав Николаевич**

Решение задач управления может проходить в обстановке ограниченных ресурсов (например, времени или энергии), а в более общей постановке, - в условиях дефицита средств выработки и/или реализации управленческого решения. Недостаточность средств решения может означать неполноту данных и знаний, недостаток конструктивных средств получения и переработки информации и реализации управления (недостаток или выход из строя датчиков, программно-аппаратных средств, исполнительных органов). Так, развиваемые в настоящее время теории адаптивного и робастного управления призваны учесть дефицит информации на этапе обучения или в режиме реального времени.

В лекциях излагается метод дооснащения текущей обстановки управления недостающими средствами решения задачи управления. В основе метода лежит идея дополнения дедуктивных средств исчисления ПОФ правилами вывода абдуктивного типа, что позволяет алгоритмизировать формирование спецификаций недостающих обстоятельств разрешимости задачи управления, а именно недостающих знаний и условий текущей обстановки управления, спецификаций дополнительных средств, при введении которых в обстановку управления гарантируется отыскание решения.

Метод дооснащения позволяет отыскивать условия доказуемости формул исчисления предикатов, что открывает новые возможности интеллектуализации систем автоматизации исследований и управления встраиванием в них соответствующих функций автоматизации диагностики, реконфигурации, поиска недостающих средств достижения цели управления и др. Рассматриваются приложения к эргатическим (человеко-машинным) и когнитивным системам для автоматизации синтеза в реальном времени сценариев диалога в подсистемах интеллектуального интерфейса, в том числе применительно к компьютерным системам поддержки обучения, исследовательским стендам и тренажерам операторов систем управления.

### *Рекомендуемая литература*

1. Васильев С.Н., Жерлов А.К., Федосов Е.А., Федунев Б.Е. Интеллектуальное управление динамическими системами. М.: Физматлит, 2000.
2. Васильев С.Н. Метод редукции и качественный анализ динамических систем // Изв. РАН. Теория и системы управления, Ч. I, II, 2006, № 1. - С. 21-29; № 2. - С. 5-17.

## СИСТЕМЫ НАБЛЮДЕНИЯ И УПРАВЛЕНИЯ С НЕПОЛНОЙ ИНФОРМАЦИЕЙ

*Лектор:* д.т.н., профессор **Афанасьев Валерий Николаевич**

В задачу курса входит систематическое изучение методов математического конструирования систем управления с неполной информацией о состоянии, параметрах и взаимодействия со средой.

В разделе «алгоритмическое конструирование» изучаются методы построения систем управления, которые не требуют детального знания всего пространства состояния системы и ее взаимодействия со средой, а базируются только на анализе ее входных воздействий и внешнего поведения. При этом система организуется таким образом, что, используя текущую информацию, по мере уменьшения априорной неопределенности, улучшается функционирование системы в смысле назначенного функционала качества, т.е. система способна себя оптимизировать по мере накопления информации о поставленной задаче в изменяющейся среде. Реализуемые решения достигаются с помощью специальных алгоритмических процедур.

В разделе «робастные системы управления» изучаются методы построения семейств устойчивых к параметрической или неструктурированной неопределенности.

### *Рекомендуемая литература*

1. Афанасьев В.Н. Динамические системы управления с неполной информацией. Алгоритмическое конструирование. М.: КомКнига, 2007.
2. Афанасьев В.Н. Управление неопределенными динамическими объектами. М.: Физматлит, 2008.
3. Емельянов С.В. Избранные труды по теории управления. М.: Наука, 2006.
4. Поляк Б.Т., Щербаков П.С. Робастная устойчивость и управление. М.: Наука, 2002.
5. Тертычный-Даури В.Ю. Адаптивная механика. М.: Факториал, 2003.
6. Djaferis T.E. Robust control design: a polynomial approach. Boston: Kluwer, 1995.
7. Kogan J. Robust stability and convexity. London: Springer-Verlag, 1995.

**КОМПЬЮТЕРНО-АНАЛИТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ  
ФИЗИКИ И УПРАВЛЕНИЯ.  
Часть 1. ТОЧНЫЕ РЕШЕНИЯ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ**

*Лектор:* д.ф.-м.н., профессор **Кушнер Алексей Гурьевич**

Дифференциальные уравнения в системах компьютерной алгебры и визуализация их решений. Гладкие многообразия и расслоения. Джетты и дифференциальные уравнения. Реализация джеттов в системах компьютерной алгебры.

Алгебра Ли векторных полей. Симплектические и пуассоновы структуры. Тензорные поля и дифференциальные формы. Реализация дифференциально-геометрических объектов в системах компьютерной алгебры. Действия групп Ли на многообразиях. Распределения на многообразиях. Реализация групп Ли в системах компьютерной алгебры. Контактная геометрия и ее применения в механике и термодинамике.

Характеристические и тасующие симметрии обыкновенных дифференциальных уравнений и интегрирование в квадратурах. Теорема Ли-Бьянки. Принцип нелинейной суперпозиции. Симметрии и точные решения дифференциальных уравнений в частных производных. Вычисление симметрий дифференциальных уравнений в системах компьютерной алгебры. Контактная линеаризация дифференциальных уравнений.

Символы дифференциальных операторов. Дифференциально-геометрические структуры на решениях и точные решения уравнений Максвелла, уравнений гидродинамики и уравнений нелинейной акустики.

***Рекомендуемая литература***

1. Арнольд В.И. Математические методы классической механики. М., «Наука», 1989.
2. Бочаров А.В., Вербовецкий А.М., Виноградов А.М. и др. Симметрии и законы сохранения уравнений математической физики. М., 1997.
3. Кушнер, А.Г. Контактная линеаризация невырожденных уравнений Монжа-Ампера // Изв. Вузов. Математика. 2008. №4. – С. 43-58.
4. Kushner A.G., Lychagin V.V., Rubtsov V.N. Contact geometry and nonlinear differential equations. Encyclopedia of Mathematics and Its Applications. 101. Cambridge: Cambridge University Press. 2007.
5. Lychagin V.V. Singularities of multivalued solutions of nonlinear differential equations, and nonlinear phenomena // Acta Appl. Math. 1985. Vol. 3, № 2. – С. 135-173.

## КОМПЬЮТЕРНО-АНАЛИТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ФИЗИКИ И УПРАВЛЕНИЯ.

### Часть 2. ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫЕ ИНВАРИАНТЫ И УПРАВЛЕНИЕ УДАРНЫМИ ВОЛНАМИ

*Лектор:* д.ф.-м.н., профессор Кушнер Алексей Гурьевич

Дифференциальные инварианты и их вычисление в системах компьютерной алгебры. Дифференциальные инварианты систем с управлением относительно преобразований обратной связи. Мнозначные решения дифференциальных уравнений и их визуализация на компьютере. Уравнения Гамильтона-Якоби. Законы сохранения, условие Гюгонио-Ренкина и ударные волны. Построение фронта ударной волны. Уравнение Эйлера и управление автомобильным потоком на трассе. Уравнения Хохлова-Заболоцкой и трехмерная компьютерная модель управления нелинейным звуковым пучком.

#### *Рекомендуемая литература*

1. Арнольд В.И. Математические методы классической механики. М., «Наука», 1989.
2. Бочаров А.В., Вербовецкий А.М., Виноградов А.М. и др. Симметрии и законы сохранения уравнений математической физики. М., 1997.
3. Кушнер, А.Г. Контактная линеаризация невырожденных уравнений Монжа-Ампера // Изв. Вузов. Математика. 2008. № 4. – С. 43-58.
4. Kushner A.G., Lychagin V.V., Rubtsov V.N. Contact geometry and nonlinear differential equations. Encyclopedia of Mathematics and Its Applications. 101. – Cambridge: Cambridge University Press. 2007.
5. Lychagin V.V. Singularities of multivalued solutions of nonlinear differential equations, and nonlinear phenomena // Acta Appl. Math. 1985. Vol. 3, № 2. – С. 135-173.

## МЕТОДЫ ОПТИМИЗАЦИИ

*Лектор:* д.ф.-м.н., доцент **Лазарев Александр Алексеевич**

В сжатой форме дается изложение основ теории сложности, линейного программирования (ЛП) - с описанием полиномиальных алгоритмов, целочисленного ЛП, математического программирования (необходимые условия экстремума при ограничениях-неравенствах, локальные методы безусловной оптимизации, метод штрафов, идеи глобальной оптимизации), схем методов динамического программирования и ветвей и границ.

### **Тема 1. Введение в теорию сложности.**

Понятие о сложности решения задач.

NP-полные (универсальные) задачи.

Классы сложности. Сильная NP-полнота и псевдополиномиальность.

Приближенное решение задач комбинаторной оптимизации.

### **Тема 2. Основы линейного программирования.**

Понятие о сложности задачи линейного программирования (ЛП).

Метод эллипсоидов.

Метод центров.

Теория двойственности ЛП. Идея метода Кармаркара.

### **Тема 3. Элементы математического программирования.**

Обзор идей математического программирования (МП).

Двойственность в МП.

Выпуклое программирование.

### **Тема 4. Способы решения переборных задач.**

Глобальная оптимизация. Метод ветвей и границ.

Целочисленное линейное программирование.

Метод динамического программирования.

Программирование в ограничениях (constrain programming).

### **Рекомендуемая литература**

1. Моисеев Н.Н. Методы оптимизации. М.: Наука, 1978.
2. Кузин Л.Т. Основы кибернетики. В 2-х т.Т. 1. М.: Энергия, 1973.
3. Дегтярев Ю.И. Методы оптимизации. М.: Сов. Радио, 1980.
4. Зайченко Ю.П. Исследование операций. Киев.: Высшая школа, 1975.
5. Банди Б. Методы оптимизации. М.: Радио и связь, 1988.
6. Карелин В.П. Методы оптимизации. Учебное пособие. ТРТИ. 1977. № 182.
8. Расстригин Л.А. Случайный поиск. М. Знание. 1979.
9. Калихман И.Л. Сборник задач по математическому программированию. М.: Высшая школа, 1975.
10. Акулич И.А. Математическое программирование в примерах и задачах. М.: ВШ. 1986.
11. Реклейтис Г., Рейвиндран А., Рэгсдел К. Оптимизация в технике. В 2-х кн. М.: Мир, 1991.
12. Моисеев Н.Н., Иванилов Ю.П., Столярова Е.М. Методы оптимизации. М.: Наука, 1993.
13. Ракафеллар Т.Р., Выпуклое программирование. М.: Мир, 1973.
14. Сигал И.Х., Иванова А.П. Введение в дискретное программирование. М.: ФИЗМАТ-ЛИТ, 2002.
15. Нестеров Ю.Е., Введение в математическое программирование, М.: Наука, 2010.

## АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ РАСПРЕДЕЛЕННЫЕ ИНФОРМАЦИОННО-УПРАВЛЯЮЩИЕ СИСТЕМЫ

**Лектор:** д.т.н., профессор **Филимонов Николай Борисович**

Рассматриваются теоретические основы построения распределенных иерархических информационно-управляющих систем, автоматизированных систем управления технологическими процессами. Даются рекомендации по выбору технических средств при разработке указанных систем. Многочисленные примеры помогают восприятию материала.

Общая характеристика ИУС: Определение АСУ ТП (ИУС); Обобщенная схема использования автоматизированных систем в производственных комплексах; Типовая сетевая структура современных АСУ ТП (ИУС); Характерные особенности современных АСУ ТП (ИУС) как модульных, агрегатных, открытых, распределенных и многоуровневых систем; особенности информационно-управляющих систем реального времени.

Основные классификационные признаки и классификации ИУС: различие между офисными и промышленными компьютерными средствами автоматизации; отличие между централизованными и распределенными структурами информационно-управляющих систем; Особенности ИУС реального времени: Как обеспечивается режим реального времени в специализированных контроллерах; Каким образом реализуется режим реального времени в операционных системах реального времени; Как обеспечивается режим реального времени в операционной системе QNX; краткое описание пакета программ Real Flex построения систем реального времени на базе ОС РВ QNX.

Структуры ИУС: структура АСУ ТП на базе сети Ремиконтов и дайте ее краткую характеристику; краткая характеристика SCADA-системы Trace Mode; типовая структура АСУ ТП (ИУС) на базе ПТК RS3 и ее общая характеристика; типовая структура современных АСУ ТП с использованием сетей полевого уровня (Fieldbus); Обеспечивающие подсистемы ИУС: характеристика комплекса технических средств (КТС) современных АСУ ТП (ИУС реального времени) на примере сети контроллеров Ремиконтов (ПТК КВИНТ).

Краткая характеристика использования методов экспоненциального сглаживания (фильтрации) для прогнозирования трендов в АСУ ТП; особенности алгоритмов многосвязного регулирования сложных многомерных технологических объектов управления в АСУ ТП (ИУС реального времени); характеристика математического обеспечения алгоритмов логического пошагового управления в АСУ ТП (языки RLL, RLLPLUS); Проблема принятия решения и ее формализация; Перспективные направления развития АСУ ТП; Интеллектуализация ИУС.

### **Рекомендуемая литература**

1. Лапин С.Э. Автоматизированные информационно-управляющие системы. Ч. I и II: Конспект лекций. Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2007.
2. Пявченко Т.А. Финаев В.И. Автоматизированные информационно-управляющие системы. - Таганрог: ТТИ ЮФУ, 2009.
3. Андреев Е.Б., Куцевич Н.А. SCADA-системы: взгляд изнутри ([www.scada.ru](http://www.scada.ru)).
4. Матвейкин В.Г., Фролов С.В., Шехтман М.Б. Применение SCADA-систем при автоматизации технологических процессов. – М.: Машиностроение, 2000.
5. Меньков А.В., Острейковский В.А. Теоретические основы автоматизированного управления. М.: Изд-тво: Оникс, 2005.

## МЕТОДЫ ТЕОРИИ ЭКСПЕРТНО-СТАТИСТИЧЕСКИХ СИСТЕМ ОБРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ

*Лектор:* д.т.н., профессор **Мандель Александр Соломонович**

Во многих задачах управления и, в том числе, управления социально-экономическими и организационными системами необходимо решать задачи синтеза оптимальных или попросту рациональных (осмысленных) управлений в условиях неопределенности. Под неопределенностью в данном случае понимается отсутствие хорошо обоснованной, подтвержденной значимыми статистическими данными математической модели, которой описываются протекающие в системе процессы с учетом имеющихся причинно-следственных связей. При этом процесс управления желательно начинать незамедлительно, сочленив его с процессом идентификации модели и последующего ее уточнения. При этом возможны два варианта.

Первый вариант: в процессе управления, совмещенном с процессом идентификации, математическая модель объекта уточняется настолько, что неопределенность «рассеивается» и вырабатываемые на ее основе управления становятся оптимальными. Этот раздел представлен в курсе в форме введения в теорию адаптивных и теорию робастных систем управления.

Второй вариант: в процессе обучения, совмещенном с процессом управления, или даже априори – до начала процесса управления, – в результате общения с высококвалифицированными специалистами в данной предметной области (экспертами) выясняется, что сбор в процессе управления дополнительной информации не приведет к построению статистически обоснованной и полной (учитывающей все причинно-следственные связи) математической модели объекта. В этом случае процесс управления должен вестись при помощи и поддержке экспертов, опирающихся на специальным образом препарированную и подготовленную для них статистическую информацию. Этот раздел представлен в курсе в форме введения в теорию экспертно-статистических систем управления и обработки информации - совокупность способов интеграции в рамках единой системы управления информации объективного (результаты измерений) и субъективного (мнения экспертов) происхождения.

Размытые множества. Функции принадлежности. Алгебра размытых множеств. Экспертные оценки. Перекрестная экспертиза. Адаптивные и робастные системы. Экспертно-статистические методы обработки информации. Структура экспертно-статистической системы управления. Блок базисных моделей. Интеграция экспертной информации в блок базисных моделей. Экспертно-статистические методы прогнозирования. Метод аналогов.

### *Рекомендуемая литература*

1. Заде Л. Понятие лингвистической переменной и его применение к принятию приближенных решений. М.: Мир, 1976.
2. Цыпкин Я.З. Адаптация и обучение в автоматических системах. М.: Наука, 1968.
3. Цыпкин Я.З. Информационная теория идентификации. М.: Наука, 1995.
4. Поляк Б.Т. Введение в оптимизацию. М.: Наука, 1983.
5. Поляк Б.Т., Щербаков П.С. Робастная устойчивость и управление. М.: Наука, 2002.
6. Беляков А.Г., Мандель А.С. Прогнозирование временных рядов (элементы теории экспертно-статистических систем). М.: ИПУ РАН, 2002.
7. Беляков А.Г., Мандель А.С. Анализ достоверности выводов, формируемых с помощью экспертно-статистических систем. М.: ИПУ РАН, 2002.
8. Батыршин И.З., Недосекин А.А., Стецко А.А. и др. Теория и практика нечетких гибридных систем. Под ред. Н.Г. Ярушкиной. М.: Физматлит, 2007.
9. Рассел С., Норвиг П. Искусственный интеллект: современный подход. М.-СПб-Киев: «Вильямс», 2007.

## МЕТОДЫ МАТЕМАТИЧЕСКОГО И ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

*Лектор:* д.т.н., профессор **Филимонов Николай Борисович**

**Тема 1. Введение.** Моделирование как метод научного познания. Физический эксперимент - вычислительный эксперимент. Методологическая основа моделирования. Классификация моделей и виды моделирования. Использование моделирования при исследовании и проектировании систем управления.

**Тема 2. Основные этапы и принципы построения математических моделей систем.** Элементы теории подобия. Изоморфизм математических моделей. Теоремы подобия. Этапы моделирования систем управления. Построение концептуальных моделей систем и их формализация. Требования к моделям: адекватность, полнота и гибкость модели, структура и длительность разработки модели, грубость. Непрерывные и дискретные детерминированные модели, непрерывные и дискретные стохастические модели. Агрегативные модели. Модели сложных систем. Иерархия моделей. Декомпозиция и редукция моделей. Хаотические модели. Модели распределенных систем. Модели сетей.

**Тема 3. Анализ математических моделей систем.** Задачи анализа. Структурный и параметрический методы анализа моделей. Анализ математической модели в статическом режиме. Итерационные методы. Анализ математической модели в динамическом режиме. Методы численного моделирования, устойчивость методов. Жесткие модели.

**Тема 4. Статистическое моделирование систем.** Сущность метода статистического имитационного моделирования. Псевдослучайные последовательности и процедуры их машинной генерации. Моделирование случайных воздействий на систему управления.

**Тема 5. Обработка и анализ результатов моделирования.** Планирование вычислительного эксперимента. Задачи и методы обработки и представления результатов моделирования. Статистический анализ результатов моделирования.

**Тема 6. Программные средства моделирования систем.** Моделирование систем и языки моделирования. Особенности использования алгоритмических языков общего назначения и языков имитационного моделирования. Пакеты прикладных программ моделирования динамических систем и их особенности. Инструментальная вычислительные среды и моделирующие интерактивные средства. Программные средства моделирования узлов и связей в управляющих, информационных и вычислительных сетях.

**Тема 7. Современные Технологии имитационного моделирования.** Параллельное и распределённое имитационное моделирование. Параллельные и распределённые вычислительные системы. Глобальная и локальная сеть. Управление временем в распределённых системах имитации: последовательное, событийно-ориентированное, процессо-ориентированное, объектно-ориентированное и агентно-ориентированное моделирование. Распределённое моделирование. Технология HLA - High Level Architecture. Оптимизация времени выполнения распределённой имитационной модели. Валидация и верификация имитационной модели. Использование языка XML в имитационном моделировании. Использование онтологий в имитационном моделировании. Агентное моделирование.

### *Рекомендуемая литература*

1. Веников В.А., Веников Т.В. Теория подобия и моделирования. М.: Высш. школа, 1986.
2. Неймарк Ю.И. Математические модели в естествознании и технике. Н. Новгород: Изд-во Нижегородского ун-та. Вып. 1, 1994; Вып. 2, 1996.
3. Егоренков Д.Л., Фрадков А.Л., Харламов В.Ю. Основы математического моделирования с примерами на языке MATLAB: Учебн. пособие / Под ред. А.Л. Фрадкова. СПб.: Изд-во БГТУ, 1996.

4. Советов Б.Я., Яковлев С.А. Моделирование систем: Учебник. М.: Высш.школа, 1998.
5. Советов Б.Я., Яковлев С.А. Моделирование систем. Практикум: Учеб. пособие. М.: Высш.школа, 1999.
6. Васильков Ю.В., Василькова Н.Н. Компьютерные технологии вычислений в математическом моделировании: Учебн. пособие. М: Финансы и статистика, 1999.
7. Вабищевич П.Н. Численное моделирование: Учебн. пособие. М.: Изд-во МГУ, 1993.
8. Самарский А.А., Михайлов А.П. Математическое моделирование: Идеи. Методы. Примеры. М.: Наука, 1997.
9. Гультияев А.К. MATLAB 5.2 Имитационное моделирование в среде Windows: Практическое пособие. СПб.: КОРОНА, 1999.
10. Медведев В.С., Потёмкин В.Г. Control System Toolbox. MATLAB 5 для студентов. М.: ДИАЛОГ-МИФИ, 1999.
11. Лядова Л.Н. Имитационное моделирование. Методические указания по курсу «Системное и прикладное программное обеспечение». Пермь: Пермск. ун-т, 2003.
12. Борщёв А. От системной динамики и традиционного ИМ к практическим агентным моделям: причины , технология , инструменты: [www.gpss.ru](http://www.gpss.ru)
13. Киндлер Е. Языки моделирования. М.: Энергоатомиздат., 1985.
14. Шрайбер Т. Дж. Моделирование на GPSS. М.: Машиностроение, 1980.
15. Томашевский В., Жданова Е. имитационное моделирование в среде GPSS. М.: Бестселлер, 2003.
16. Клейнен Дж. Статистические методы в имитационном моделировании. М.: Статистика, 1978.
17. Калашников В.В. Организация моделирования сложных систем. М.: Знание, 1982.
18. Аврамчук Е.Ф., Вавилов А.А., Емельянов С.В. и др. Под общ. ред. С.В. Емельянова и др. Технология системного моделирования. М.: Машиностроение; Берлин: Техник, 1988.
19. Кельтон В.Д., Лоу А.М. Имитационное моделирование. Классика CS. СПб.: БХВ-Петербург, 2004.
20. Карпов Ю.Г. Имитационное моделирование систем. Введение в моделирование с AnyLogic 5 (+CD). СПб.: БХВ-Петербург, 2005.
21. Яцкив И. В. Проблема валидации имитационной модели и ее возможные решения (<http://gpss.ru/immod'03/043.html>).
22. Рыжиков Ю.И. Имитационное моделирование. Теория и технологии. М.: Альтекс, 2004.

## МЕТОДЫ МНОГОКРИТЕРИАЛЬНОГО ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ

*Лектор:* акад., д.ф.-м.н., профессор **Васильев Станислав Николаевич**

Из разнообразных задач принятия решений основное внимание уделяется многокритериальному выбору альтернатив из конечного множества. Рассматриваются методы оптимизации и классификации в многомерном пространстве признаков. Системность изложения методов основывается на формальной модели критерия. Модель критерия используется для построения функции полезности каждого свойства, характеризующего оцениваемые объекты. Функции полезности применяются как в методах скалярной, так и векторной оптимизации.

**Тема 1. Основные понятия теории принятия решений (ТПР).** Основные понятия. Методология теории принятия решений. Аксиоматический характер методов принятия решений. Общая характеристика модели принятия решений. Этапы принятия решений.

**Тема 2. Принятие решений в условиях определенности.** Метод анализа иерархий. Основные понятия. Основные этапы. Иерархия. Матрица попарного сравнения. Индекс согласованности. Теоретическое обоснование метода.

**Тема 3. Критериальный анализ.** Основные понятия. Критериальная система. Аксиома Парето и эффективные варианты. Методы сравнения векторных оценок с использованием дополнительной информации.

**Тема 4. Принятие решений в условиях риска.** Критерий ожидаемого значения. Полезность. Стоимость информации. Критерий «ожидаемое значение – дисперсия». Маргинальный анализ. Деревья решений. Правила построения деревьев. Анализ чувствительности.

**Тема 5. Принятие решений в условиях неопределенности.** Представление информации. Критерий Лапласа. Критерий Гурвица. Минимаксный критерий. Критерий Сэвиджа.

**Тема 6. Субъективность в принятии решений.** Идеология формализации оценок. Классификация неопределенности ситуации. Субъективные вероятности. Нечеткие множества. Операции над нечеткими множествами. Лингвистические переменные. Функции предпочтения ЛПР (лица, принимающего решения).

**Тема 7. Теория выбора. Коллективный выбор.** Критериально-экстремизационный выбор. Примеры, показывающие недостаточность критериального подхода в некоторых случаях коллективного принятия решений. Классическое обобщение понятия «критерий». Понятие «псевдокритерий».

**Тема 8. Коллективное принятие решений.** Эгалитаризм. Утилитаризм. Коллективное благосостояние. Задачи, возникающие при коллективном принятии решений.

**Тема 9. Компьютерные системы поддержки принятия решений (СППР).** Определенные СППР. Отличия СППР от других информационных систем. Функциональная схема СППР. Математические методы, используемые на разных этапах функционирования СППР. Экспертная система.

### *Рекомендуемая литература*

1. Эддоус М., Стэнфилд Р. Теория принятия решений. М.: Аудит, Юнити, 1997.
2. Таха Х Введение в исследование операций. М.: Мир, 1985.
3. Трахтенгерц Э.А. Компьютерная поддержка принятия решений. М.: Синтег, 1998.
1. Айзерман А. Элементы теории выбора. М.: Наука, 1994.
2. Мулен Э. Кооперативное принятия решений: аксиомы и модели. М.: Мир, 1991.
3. Саати Т. Принятие решений. Метод анализа иерархий. М.: Радио и связь, 1993.
4. Ларичев О.И., Мошкович Е.М. Качественные методы принятия решений. М.: Наука; Физматлит, 1994.

## МЕТОДЫ И ТЕХНОЛОГИИ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

*Лектор:* д.т.н., профессор **Филимонов Николай Борисович**

**Тема 1. Введение.** Состояние и проблемы разработки современных интеллектуальных систем (ИС).

**Тема 2. Основные задачи,** решаемые при разработке и использовании ИС. Сферы применения ИС и специфика решаемых задач в области мониторинга и контроля поведения сложных технических объектов, экономике, медицине, управлении, обучении и прочее.

**Тема 3. Источники информации,** используемые при разработке ИС. Методы работы с экспертами. Примеры формализации предметной области.

**Тема 4. Особенности обработки сигналов,** используемых в качестве входных данных в ИС реального времени. Идентификация систем.

**Тема 5. Особенности решения обратных задач** при реализации ИС.

**Тема 6. Решение задач анализа состояния сложных динамических систем** при реализации ИС реального времени. Особенности алгоритмов, реализуемых в ИС. Примеры реализации ИС реального времени мониторинга и анализа безопасности состояния сложных технических объектов в условиях нерегулярных внешних воздействий (судно, летательный аппарат, производство).

**Тема 7. Решение задач прогноза поведения сложных динамических систем** при реализации ИС реального времени. Особенности алгоритмов, реализуемых в ИС. Примеры реализации ИС реального времени прогноза развития, в том числе аварийных ситуаций, в нормальных и экстремальных условиях эксплуатации сложных технических объектов в нечетких недостоверных условиях.

**Тема 8. Модели прогноза развития аварийных ситуаций.** Реализация принципа конкуренции в многопроцессорной вычислительной среде.

**Тема 9. Учет критериальных соотношений при реализации ИС.** Оценка адекватности используемых математических моделей в ИС реального времени.

**Тема 10. Методы проведения тестирования ИС** (программный код, база знаний, ввод / вывод). Разработка и роль инструментальных средств.

**Тема 11. Разработка интерфейса пользователя ИС.** Способы достижения наилучшего восприятия информации пользователем ИС.

**Тема 12. Роль и методы применения высокопроизводительных компьютерных ресурсов** при разработке и реализации ИС.

### *Рекомендуемая литература*

1. Попов Э.В. и др. Статические и динамические экспертные системы. М.: Финансы и статистика, 1996.
2. Нечаев Ю.И. Искусственный интеллект: концепции и приложения. С-Петербург, Изд.ГМТУ, 2001.
3. Рассел С., Норвиг П. Искусственный интеллект. Современный подход. М.: Вильямс, 2007.
4. Рутковская Д., Пилиньский М., Рутковский Л. Нейронные сети, генетические алгоритмы и нечеткие системы. Горячая линия - Телеком, 2007.
5. Борисов В.В., Круглов В.В., Федулов А.С. Нечеткие модели и сети. Горячая линия - Телеком, 2007.
6. Искусственный интеллект. - Справочник в 3-х томах. М.: Радио и связь, 1990.

## МЕТОДЫ ГАРАНТИРОВАННОГО ОЦЕНИВАНИЯ И УПРАВЛЕНИЯ В ДИНАМИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ

*Лектор:* д.т.н., профессор **Афанасьев Валерий Николаевич**

В задачу курса входит систематическое изучение неклассических методов оценивания и управления, называемых гарантирующими. Дается элементарное введение в теорию гарантирующего оценивания и управления, основанную на использовании минимаксного подхода. Развиваются методы представления нелинейных систем системами с параметрами, зависящими от состояния и синтеза оптимальных решений наблюдения и управления такими системами с функционалами, весовые параметры которых зависят от состояния объекта. Развивается метод синтеза управлений для нелинейных систем, линеаризуемых обратной связью.

### *Рекомендуемая литература*

1. Афанасьев В.Н. Управление неопределенными динамическими объектами. М.: Физматлит, 2008.
2. Богуславский И.А. Полиномиальная аппроксимация для нелинейных задач оценивания и управления. М.: Физматлит, 2006.
3. Матасов А.И. Метод гарантирующего оценивания. М.: Изд-во МГУ, 2009.
4. Субботин А.И. Минимаксные неравенства и уравнение Гамильтона-Якоби. М.: Физматлит, 1991.
5. Isidori A. Nonlinear Control Systems. London: Springer, 1995.
6. Khalil. H. Nonlinear Systems. New Jersey: Prentice-Hall, 2002.
7. Marconi L., Isidori A. A Unifying Approach to the Design of Nonlinear Output Regulators. Advances in Control Theory and Applications. Springer, 2007.

## КАЧЕСТВЕННЫЕ МЕТОДЫ НЕЛИНЕЙНОГО АНАЛИЗА ДИНАМИЧЕСКИХ И УПРАВЛЯЕМЫХ СИСТЕМ

*Лектор:* акад., д.ф.-м.н., профессор **Васильев Станислав Николаевич**

Потребности анализа систем вызывают необходимость использования разных преобразований их математических моделей из некоторых исходных форм в другие, более удобные для исследования. При этом возникает необходимость сохранения тех или иных интересующих исследователя свойств из полученной модели в исходную и/или в обратном направлении. Между тем, даже в случае перехода траекторий одной модели в траектории другой, т.е. в случае траекторных гомоморфизмов, такое сохранение не гарантируется без дополнительных предположений об этих преобразованиях. Например, координатные преобразования пространства состояний в форме гомеоморфизмов и диффеоморфизмов, когда они зависят от времени, могут не сохранять устойчивость или неустойчивость процессов в направлении преобразования или в обратную сторону.

В лекциях развивается метод редукции, являющийся не только регулярным методом исследования корректности модельных преобразований, но и выявления модельных аналогий на основе комбинирования дедуктивно-абдуктивных правил дооснащения с эвристиками предметной области. Метод редукции охватывает метод векторных функций Ляпунова (ВФЛ), а именно его алгоритмы получения теорем сравнения, и развивает метод из [1-3]. Использование отличных от ВФЛ преобразований, в частности таких, как траекторные гомоморфизмы, позволяет существенно ослаблять остальные условия, накладываемые на них, допуская применение, например, знакопеременных преобразований.

Рассматриваются задачи получения условий устойчивости, стабилизации, управляемости, инвариантности, диссипативности, оптимальности динамических систем. из области управления движущимися объектами, динамики гибридных, дискретно-событийных и других современных моделей логико-динамического описания сложных систем.

### *Рекомендуемая литература*

1. Матросов В.М., Васильев С.Н. и др. Метод сравнения в математической теории систем. Новосибирск: Наука, 1980.
2. Васильев С.Н. Метод редукции и качественный анализ динамических систем, I, II // Известия РАН. Теория и системы управления, 2006, № 1 - С. 21-29; № 2, - С. 5-17.
3. Васильев С.Н. Метод синтеза условий выводимости хорновских и некоторых других формул // Сибирский математический журнал, 1997, т. 38, № 5. - С. 1034-1046.

## ПАРАЛЛЕЛЬНЫЕ ВЫЧИСЛЕНИЯ

*Лектор:* д.ф.-м.н., доцент **Лазарев Александр Алексеевич**

**Тема 1. Введение.** Эволюция развития вычислительных высокопроизводительных систем. Классическая фон-Неймановская архитектура. Математическая и технологическая реализация. Современные тенденции развития высокопроизводительных вычислительных систем.

**Тема 2. Распределенные вычисления.** Понятие распределенных вычислений. Метакомпьютинг. Принципы организации. Сетевые протоколы. Сеть INTERNET. Протокол TCP/IP. IP адресация. Поточковые и нейронные системы. Grid-технологии.

**Тема 3. Альтернативные вычислительные системы.** Оптические вычислительные системы. Квантово-механические вычисления. Естественный параллелизм квантово-механических и оптических систем.

**Тема 4. Программное обеспечение высокопроизводительных вычислений.** Роль программного обеспечения в высокопроизводительных вычислениях. Операционные системы поддержки параллельных и распределенных вычислений: UNIX (Linux) и Windows. Краткая характеристика основных языков высокопроизводительных вычислений: C, C++, High Performance Fortran (HPF).

**Тема 5. Основные принципы параллельных вычислений.** Программное обеспечение параллельных вычислений. Две модели программирования: последовательная и параллельная. Параллелизм данных и задач. Вычислительные кластеры. Трудозатраты на распараллеливание или векторизацию программы. Методы векторизации и распараллеливания программ. Применение разных языков программирования. Взаимодействие трех частей программ - параллельной, последовательной и обменом данными. Синхронизация процессов.

**Тема 6. Современные методы распараллеливания вычислений.** Алгоритмы для высокопроизводительных вычислений. Использование векторных операций и функций HPF. Что такое PVM и MPI? Использование PVM и MPI в численных расчетах в кластерных системах. Fortran, C, C++ реализации. Общие процедуры. Прием-передача сообщений между отдельными процессами. Объединение запросов на взаимодействие. Коллективные взаимодействия процессов и их синхронизация. Работа с группами процессов.

**Тема 7. Современные методы распределения вычислений.** Программное обеспечение распределенных вычислений. Распределенные приложения, базы данных. Использование технологий COM (DCOM), COM+, .NET, а также CORBA технологий при построении эффективных информационных систем.

**Тема 8. Специализированные и универсальные программные продукты.** Пакеты численного моделирования. Краткая спецификация и характеристика современных программных продуктов универсального предназначения. Специализированные пакеты и их применение. Пакеты для научных и технических расчетов. Пакеты MATLAB, MATCAD: краткая характеристика и классификация. Пакеты символьного моделирования. Специализированные и универсальные пакеты: характеристика и классификация. Краткое описание пакетов MATHEMATICA, MAPLE. Возможности распараллеливания символьных вычислений. Краткая характеристика параллелизма в пакетах компьютерной алгебры MATHEMATICA (Parallel Computing Toolkit for MATHEMATICA 4.0), MAPLE.

**Тема 9. Системы визуализации.** Роль 2D- и 3D-графики в современных научных и технологических задачах. Отличие вычислительных экспериментов от натуральных. Принципы построения 2D и 3D-графики. Визуализационные пакеты.

**Раздел 10. Параллельные и распределенные СУБД.** Разработка новых и адаптация существующих СУБД для суперЭВМ массивной параллельной, кластерной и гибридной архитектур.

### ***Рекомендуемая литература***

1. Воеводин В.В. Математические основы параллельных вычислений. М.: Изд-во МГУ, 1991.
2. Воеводин В.В. Математические модели и методы в параллельных процессах. М.: Наука, 1986.
3. Воеводин В.В. Параллельные структуры алгоритмов и программ. М.: ОВМ АН СССР, 1987.
4. Векторизация программ: теория, методы, реализация. М.: Мир, 1991.
5. Корнеев В.В. Параллельные вычислительные системы. М.: Нолидж, 1999.
6. Павловский Ю.Н. Проблема декомпозиции в математическом моделировании. М.: Фазис. 1998.
7. Программирование на параллельных вычислительных системах. Под ред. Р. Бэбба. М.: Мир, 1991.
8. Системы параллельной обработки. Под ред. Д. Ивенс. М.: Мир, 1985.
9. СуперЭВМ. Аппаратная и программная организация. Под. Ред. С. Фернбаха. М.: Радио связь, 1989.
10. Тербер К.Дж. Архитектура высокопроизводительных вычислительных систем. М.: Наука, 1985.
11. Хокни, Л. Джесхоуп. Параллельные ЭВМ: Архитектура, программирование и алгоритмы. М.: Радио и связь, 1986.
12. Федоренко Р.П. Введение в вычислительную физику. М.: Изд-во МФТИ, 1994.

## ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ФИЗИЧЕСКИХ И ДРУГИХ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЯХ

*Лектор:* д.ф.-м.н., профессор **Кушнер Алексей Гурьевич**

Характеристики и особенности пакетов Maple, Mathematica, Scientific Work Place, MathCAD. Типы данных. Элементарные математические операции в системах компьютерной алгебры. Дифференцирование и интегрирование функций. Дробно-рациональные функции. Символьное и численное решение функциональных уравнений и систем уравнений. Символьное и численное решение обыкновенных дифференциальных уравнений и уравнений в частных производных. Строковые данные и основные теоретико-множественные операции. Символьные вычисления в задачах линейной алгебры. Графики функций одной и двух переменных. Построение кривых и поверхностей. Слайды. Кривые Безье. Графы в компьютерной геометрии. Построение фазовых портретов динамических систем. Применение пакетов символьных вычислений для моделирования физических процессов. Анимированные изображения. Программирование в системах компьютерной алгебры. Создание математических текстов в системе LaTeX. Набор математических формул и таблиц. Создание презентаций. Изменение стандартных стилей и создание собственных команд. Вывод в формате LaTeX в системах компьютерной алгебры.

### *Рекомендуемая литература*

1. Говорухин В., Цибулин Б. Компьютер в математическом исследовании. СПб.: ПИТЕР, 2001.
2. Дьяконов В.П. Maple 9.5/10 в математике, физике и образовании. М.: СОЛОН Пресс, 2006.
3. Дьяконов В.П. MATLAB 6.5 SP1/7.0 + Simulink 5/6 в математике и моделировании Сер. «Библиотека профессионала». М.: СОЛОН Пресс, 2005.
4. Иванов А.О., Ильютко Д.П., Носовский Г.В., Тужилин А.А., Фоменко А.Т. Компьютерная геометрия: практикум. Учебн. пособие. М.: «Бином», 2010.
5. Львовский С.М. Набор и верстка в пакете LaTeX. М.: МЦНМО, 2006.
6. Федоренко Р.П. Введение в вычислительную физику. М.: Изд-во МФТИ.
7. В.И. Крутов и др. Основы научных исследований: Учебник. М.: Высш. школа, 1989.
8. Румшицкий Л.З. Математическая обработка результатов эксперимента. М.: «Наука». 1971.

## МЕТОДЫ УПРАВЛЕНИЯ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИМИ И ОРГАНИЗАЦИОННЫМИ СИСТЕМАМИ В УСЛОВИЯХ ДЕТЕРМИНИРОВАННОЙ И СТОХАСТИЧЕСКОЙ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ

*Лектор:* д.т.н., профессор **Мандель Александр Соломонович**

Курс состоит из двух разделов: базового математического и прикладного.

### **I. Основы теории случайных процессов, исследования и оптимизации управления системами со случайной динамикой.**

Вероятностные пространства. Вероятностная мера. Случайные величины и процессы. Интеграл Лебега. Математические ожидания. Условные математические ожидания. Функция ковариации. Прогнозирование. Марковские процессы. Мартингалы и полумартингалы. Дифференциал Ито и стохастические дифференциальные уравнения. Теория оптимальных систем. Уравнение Винера-Хопфа.

#### *Рекомендуемая литература*

1. Пугачев В.С. Теория случайных функций. М.: Физматгиз, 1960.
2. Гихман И.И., Скороход А.В. Введение в теорию случайных процессов. М.: Наука, 1977.
3. Липцер Р.Ш., Ширяев А.Н. Теория мартингалов. М.: Наука, Физматгиз, 1986.
4. Ширяев А.Н. Вероятность. М.: Наука, 1989.
5. Пугачев В.С., Синицин И.Н. Теория стохастических систем. М.: Логос, 2004.

### **II. Модели и методы управления производственно-складскими системами в условиях действия стохастических возмущений и при наличии неопределенности.**

Во многих задачах управления и, в том числе, управления социально-экономическими и организационными системами необходимо решать задачи синтеза оптимальных или попросту рациональных (осмысленных) управлений в условиях неопределенности. Под неопределенностью в данном случае понимается отсутствие хорошо обоснованной, подтвержденной значимыми статистическими данными математической модели, которой описываются протекающие в системе процессы с учетом имеющихся причинно-следственных связей. Возможны два основных варианта.

Первый вариант - адаптивные и робастные системы управления производством и запасами. Здесь в процессе управления, совмещенном с процессом идентификации, математическая модель объекта уточняется настолько, что неопределенность «рассеивается» и вырабатываемые на основе модели управления становятся оптимальными.

Второй вариант - экспертно-статистические системы обработки информации для управления производственно-складскими системами. Здесь процесс управления ведется при помощи и поддержке экспертов, опирающихся на специальным образом препарированную и подготовленную для них статистическую информацию.

#### *Рекомендуемая литература*

1. Основы управления технологическими процессами. Под ред. Н.С. Райбмана. М.: Наука, 1978.
2. Поляк Б.Т. Введение в оптимизацию. М.: Наука, 1983.
3. Лотоцкий В.А., Мандель А.С. Модели и методы управления запасами. М.: Наука, 1991.
4. Цыпкин Я.З. Информационная теория идентификации. М.: Наука, 1995.
5. Mandel A.S. Models and Algorithms of Inventory Control in Case of Uncertainty / Preprints of 13th IFAC Symp. on Information Control Problems in Manufacturing (INCOM'09). Russia, M.: ICS RAS, 2009. - P. 223-228.

**РАБОЧИЕ ПРОГРАММЫ СПЕЦИАЛЬНЫХ ДИСЦИПЛИН  
МАГИСТЕРСКОЙ ПРОГРАММЫ  
«Системный анализ, физико-математическое  
моделирование и управление»**

**ИСТОРИЯ И МЕТОДОЛОГИЯ НАУКИ И ТЕХНИКИ  
В ОБЛАСТИ УПРАВЛЕНИЯ**

*Лектор: д.т.н., профессор Филимонов Николай Борисович  
(кафедра физико-математических методов управления физического факультета МГУ)*

Код курса:  
Статус: обязательная  
Аудитория: профильный  
Специализация: Системный анализ,  
физико-математи-  
ческое моделирова-  
ние и управление  
Семестр: 1  
Трудоёмкость: 4 з.е.  
Лекций: 72 часа  
Семинаров: 0 часов  
Практ. занятий: 0 часов  
Отчётность: экзамен  
Начальные компетенции: М-ПК-1, М-ПК-6  
Приобретаемые компетенции: М-ПК-3, М-ПК-4

**Аннотация курса**

Дисциплина «История и методология науки и техники в области управления» должна способствовать целосному представлению о пути развития теории управления, как интегративной научной дисциплине, имеющей свои базовые понятия и законы, базирующиеся на общности принципов и процессов управления в объектах различной физической природы, охватывая практически все области человеческой деятельности – технику, технологии, производство, экологию и т.п.

В курсе рассматриваются вопросы истории развития техники управления. Появление промышленной автоматизации. Развитие современных систем управления. Отечественные ученые и инженеры в развитии науки и техники управления. Автоматика, кибернетика, информатика и синергетика. Связь и развитие этих научных направлений. Основопологающие идеи управления. Эволюция идей управления: от регуляторов Ползунова-Уатта к интеллектуальным системам управления.

**Приобретаемые знания и умения**

В результате освоения дисциплины обучающийся должен знать как развивалась данная наука, что явилось основой для ее развития, какие работы отечественных и зарубежных ученых послужили ее созданию, какова роль науки об управлении в развитии цивилизации понимании окружающего нас мира – природы, техники и общества, как единого эволюционного процесса. Обучающийся должен уметь пользоваться литературой и делать обоснованные выводы и заключения.

**Образовательные технологии**

Курс имеет электронную версию для презентации. Лекции читаются с использованием современных мультимедийных возможностей и проекционного оборудования.

**Логическая и содержательно-методическая взаимосвязь с другими частями ООП**

Теоретические положения курса основываются на дисциплинах «Теория систем», «Теория автоматического управления», «Теория оптимального управления детерминированными и стохастическими системами».

**Дисциплины и практики, для которых освоение**

Научно-исследовательская практика, научно-исследовательская работа, курсовая работа, выполнение дипломных работ по математическому конструированию неопределенных систем различной физической природы (систем наблюдения и управления с неполной информацией).

данного курса необходимо как предшествующего

**Основные учебные пособия, обеспечивающие курс**

1. Современная прикладная теория управления. Ч. 1. Под ред. А.А. Колесникова. Гл. 1. М. - Таганрог: Изд-во ТРТУ, 2000.
2. Воронов А.А. Основы теории автоматического управления. М.-Л.: Энергия, 1965. Ч. 1, 1966. Ч. 2, 1970. Ч. 3.

**Основные учебно-методические работы, обеспечивающие курс**

1. Храмой А.В. Очерк развития теории автоматического регулирования в СССР / Глава 1 в кн.: Техническая кибернетика. Теория автоматического регулирования. Кн. 1. Под ред. В.В. Солодовникова. М.: Машиностроение, 1967.

**Основные научные статьи, обеспечивающие курс**

1. Айзерман М.А. Краткий очерк становления и развития классической теории регулирования и управления. Автоматика и телемеханика. 1993, № 7.
2. Красовский А.А. Науковедение и состояние современной теории управления техническими системами // Изв. АН. Теория и системы управления. 1998. № 6.

**Программное обеспечение и ресурсы в интернете**

1. Попов Е.П. Воспоминания. М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 1996.
2. Яковлев В.Б. Мои воспоминания. «Пятьдесят лет развития кибернетики». Изд-во СПбГЭТУ. Санкт-Петербург, 1999.
3. Из истории кибернетики / Ред. сост. Я.И. Фет. Новосибирск: Гео, 2006.
4. История информатики и кибернетики в Санкт-Петербурге (Ленинграде). Вы. 1 / Под общ. Ред. Р.М. Юсупова. СПб.: Наука, 2008.
5. Федосов Е.А. Полвека в авиации. Записки академика. М.: Дорфа, 2004.
6. Электронные книги ИПУ им. В.А. Трапезникова РАН:  
<http://ipu65.narod.ru/index.htm>

**Контроль успеваемости**

**Промежуточная аттестация** проводится на 8 неделе в форме коллоквиума с оценкой. Критерии формирования оценки – уровень знаний пройденной части курса.

**Текущая аттестация** проводится еженедельно. Критерии формирования оценки – посещаемость занятий, активность студентов на лекциях.

**Фонды оценочных средств**

Контрольные вопросы для текущей аттестации; вопросы для коллоквиума; тесты и компьютерные тестирующие программы; темы докладов и рефератов.

### Структура и содержание дисциплины

Раздел	Неделя
<b>БАЗОВЫЕ ПОНЯТИЯ И ЗАДАЧИ ТЕОРИИ УПРАВЛЕНИЯ</b> Управление. Объекты и системы управления. Поведение объектов. Информация и принципы управления. Задачи теории управления. Модели систем управления. Автоматическое и автоматизированное управление.	1
<b>ОСНОВНЫЕ ЭТАПЫ В ИСТОРИИ НАУКИ ОБ УПРАВЛЕНИИ</b> Автоматика, теория автоматического регулирования, кибернетика, классическая теория автоматического управления, современная теория управления, информатика, синергетика и физическая теория управления.	2-3
<b>ПРЕДЫСТОРИЯ АВТОМАТИКИ И ТЕОРИИ АВТОМАТИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ</b> Автоматы в древнем мире. Автоматы в древнем мире, в эпоху возрождения и средние века. «Андронидная» автоматика, промышленная революция (машины Ползунова и Уайтта). Ткацкие станки и механические часы. Механизация физического труда. Формирование теории автоматического регулирования в результате интеграции методов механики, динамики машин, электротехники, радиосвязи, теории колебаний и математики. Роль отечественной науки в создании теории автоматического регулирования. Работы И.А. Вышнеградского, П.Л. Чебышева,	4-5

Н.Е.Жуковского, А.М.Ляпунова.	
<p><b>РАЗВИТИЕ ТЕОРИИ АВТОМАТИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ И ТЕОРИИ СЛЕДЯЩИХ СИСТЕМ</b></p> <p>Создание специальности «Автоматика и телемеханика» в тридцатые годы. Первый в мире специализированные научно-исследовательский институт и журнал по этому направлению. Первое всесоюзное совещание по теории автоматического регулирования в 1940 году. Основные разделы теории линейных и нелинейных систем. Работы московской, ленинградской и казанской школы в теории автоматического регулирования. Вторая мировая война и широкое применение следящих систем в управления стрельбой, авторулевых и автопилотах, радиолокации и телеуправлении. Разработка теории дискретных систем. Развитие частотных методов и методов корневого годографа в задачах анализа и синтеза систем автоматического управления. Оценка влияния помех и случайных сигналов. Разработка основ теории стохастических систем и систем с переменными параметрами. Разработка интегральных критериев для оценки качества процессов управления. Завершение формирования классической теории автоматического управления к середине пят десятилетия годов.</p>	6-7
<p><b>КИБЕРНЕТИКА И ЕЕ РОЛЬ В СОВРЕМЕННОЙ ТЕОРИИ УПРАВЛЕНИЯ</b></p> <p>Кибернетика и общий подход к задачам управления объектами различной природы. Основные разделы кибернетики. Роль информации в процессах управления. Распространение математических методов и идей теории управления в новые области – биологию, экологию, экономику и т.д.</p>	8
<p><b>ФОРМИРОВАНИЕ СОВРЕМЕННОЙ ТЕОРИИ УПРАВЛЕНИЯ</b></p> <p>Соревнование СССР и США в области атомной энергетики и освоении космоса. Ограниченность материальных, энергетических и трудовых ресурсов. Повышение точности и быстродействия систем. Проблема оптимальности в пятидесятые и шестидесятые годы. Принцип максимума и динамическое программирование в теории управления. Аналитическое конструирование регуляторов. Модальное управление. Метод пространства состояния в теории управления. Создание международной федерации по автоматическому управлению (ИФАК). Первый конгресс ИФАК в 1960 году. Системы с переменной структурой. Управление в условиях неопределенности. Самонастраивающиеся, адаптивные и самоорганизационные системы. Абсолютная устойчивость. Инвариантность и чувствительность систем управления. Нечеткие и размытые множества. Метод обратных задач. Принцип сравнения и разделение движений. Направление Н- бесконечность в современной теории управления. Методы функций Ляпунова и функционала обобщений работы. Теория распределенных систем управления.</p>	9-11
<p><b>СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ И ОБЩАЯ ТЕОРИЯ СИСТЕМ</b></p> <p>Развитие теории сложных систем. Система и среда. Элемент системы. Компоненты и подсистемы. Связь. Цель. Структура. Состояние. Поведение. Равновесия. Устойчивость. Развитие. Виды и формы представления структур. Классификация систем. Принятие решений.</p>	12-14
<p><b>СИНЕРГЕТИКА И ФИЗИЧЕСКАЯ ТЕОРИЯ УПРАВЛЕНИЯ</b></p> <p>Формирование постиндустриального информационного общества и приоритеты управления. Единство управления техническими, биологическими и социально-экономическими системами. Управление как целенаправленная организация взаимодействия энергии, вещества и информации. Синергетика и проблемы управления. Связь между процессами управления в антропогенных системах и процессами самоорганизации в природе. Минимальное вмешательство в естественное движение управляемых объектов, определяемое физическими законами. Микрошумы и предельная точность управления. Микроуправление ядерными реакторами и другими распределенными физическими объектами. Проблемы создания высокоэффективных средств мониторинга земной и водной поверхностей и воздушного пространства. Участие в решении проблем глобальных катастроф, экологий и энергетических проблем современности.</p>	15-16

## ТЕОРИЯ АЛГОРИТМОВ

*Лектор: д.ф.-м.н., профессор Лазарев Александр Алексеевич  
(кафедра физико-математических методов управления физического факультета МГУ)*

Код курса:	
Статус:	обязательный
Аудитория:	специальный
Специализация:	Системный анализ, физико-математическое моделирование и управление
Семестр:	1
Трудоёмкость:	4 з.е.
Лекций:	36 часов
Семинаров:	0 часов
Практ. занятий:	0 часов
Отчётность:	зачет
Начальные компетенции:	М-ПК-1, М-ПК-6
Приобретаемые компетенции:	М-ПК-4, М-ПК-5

### Аннотация курса

Цель курса – дать базовые знания по теории алгоритмов и смежным дисциплинам. Акцент делается на трех направлениях: 1. Вычислимость и доказуемость с изложением классически результатов (машина Тьюринга, рекурсивные функции, теоремы Поста и Райса).

2. Теория сложности алгоритмов. Полиномиальные алгоритмы. P- и NP-задачи. Теорема Кука. Меры сложности. Обзор современного состояния теории.

3. Результаты с прикладной направленностью: вычислительные задачи (математическое программирование, факторизация чисел), криптография, вероятностные алгоритмы, квантовые компьютеры.

### Приобретаемые знания и умения

В результате освоения дисциплины обучающийся должен знать основные принципы по теории алгоритмов и смежным дисциплинам.

### Образовательные технологии

### Логическая и содержательно-методическая взаимосвязь с другими частями ООП

### Дисциплины и практики, для которых освоение данного курса необходимо как предшествующего

Научно-исследовательская практика, научно-исследовательская работа, подготовка магистерской диссертации.

### Основные учебные пособия, обеспечивающие курс

1. Барвайз Дж. (ред.). Справочная книга по математической логике. Ч. III. Теория рекурсии. М.: Наука, 1982.
2. Босс В. Лекции по математике. Т. 10: Перебор и эффективные алгоритмы. М.: ЛКИ, 2008.
3. Босс В. Лекции по математике. Т. 6: От Диафанта до Тьюринга. М.: ЛКИ, 2008.

### Основные учебно-методические работы, обеспечивающие курс

1. Булос Дж., Джеффри Р. Вычислимость и логика. М.: Мир, 1994.
2. Ершов Ю.Л., Палютин Е.А. Математическая логика. М.: Наука, 1987.
3. Верещагин Н.К., Шень А. Вычислимые функции. М.: МЦНМО, 1999.
4. Гуц А.К. Математическая логика и теория алгоритмов. Омск: Омский ун-т, 2003.
5. Игошин В.И. Математическая логика и теория алгоритмов. М.: Академия, 2004.
6. Катленд Н. Вычислимость. Введение в теорию рекурсивных функций. М.: Мир, 1983.

**Основные научные статьи, обеспечивающие курс**

**Программное обеспечение и ресурсы в интернете**

**Контроль успеваемости** **Промежуточная аттестация** проводится на 7 неделе в форме коллоквиума с оценкой. Критерии формирования оценки – уровень знаний пройденной части курса.

**Текущая аттестация** проводится еженедельно. Критерии формирования оценки – посещаемость занятий, активность студентов на лекциях, уровень подготовки к семинарам.

**Фонды оценочных средств**

Контрольные вопросы для текущей аттестации на семинарах; задания для практических занятий; вопросы и задачи для контрольных работ и коллоквиумов; вопросов к зачётам и экзаменам; тесты и компьютерные тестирующие программы; темы докладов и рефератов.

### Структура и содержание дисциплины

Раздел	Неделя
Элементы математической логики.	1-2
Понятия вычислимости и доказуемости. Перечислимые и неперечислимые множества. Теорема Поста. Теорема Райса.	3
Теоремы Гёделя о неполноте арифметики.	4
Аксиоматизируемые и неаксиоматизируемые теории. Разрешимость теории, и существование неразрешимых теорий.	5
Сложность алгоритмов, P- и NP-задачи.	6-7
Полиномиальные алгоритмы для линейного программирования.	8
Полиномиальный тест AKS.	9
Алгоритмы факторизации.	10
Задачи криптографии. Система RSA. Дискретный алгоритм. Системы с нулевым разглашением.	11-12
Вероятностные алгоритмы. Интерактивные доказательства. PCP-проблематика.	13-14
Элементы теории моделей.. Теоремы Лёвенгейма – Сколема. Принципы доказательства неразрешимости теоретических проблем (типа гипотезы континуума).	15
Квантовые вычисления. Квантовое преобразование Фурье. Алгоритм факторизации Шора.	16

## МЕТОДЫ УПРАВЛЕНИЯ В УСЛОВИЯХ ИНФОРМАЦИОННЫХ И РЕСУРСНЫХ ОГРАНИЧЕНИЙ

*Лектор: академик, д.ф.-м.н., профессор Васильев Станислав Николаевич  
(кафедра физико-математических методов управления физического факультета МГУ)*

Код курса:	
Статус:	обязательный
Аудитория:	специальный (с эл. розеткой)
Специализация:	Системный анализ, физико-математическое моделирование и управление
Семестр:	9
Трудоёмкость:	2 з.е.
Лекций:	16 часов
Семинаров:	16 часов
Практ. занятий:	4 часа
Отчётность:	экзамен
Начальные компетенции:	М-ПК-1, М-ПК-6
Приобретаемые компетенции:	М-ПК-4, М-ПК-5

### Аннотация курса

Решение задач управления может проходить в обстановке разного рода ограничений, в т.ч. по времени, энергии, информации, а также в условиях дефицита (отказа) самих средств выработки или реализации управления. В связи с этим в теории интеллектуального управления актуальна проблема автоматизированной идентификации дефицита и дооснащения текущей обстановки управления.

В лекционном курсе, на стыке традиционной теории управления и искусственного интеллекта, излагаются базовые знания о дедуктивно-абдуктивных методах автоматизации диагностики, реконфигурации и поиска недостающих средств достижения цели управления. Рассматривается применение к системам автоматического управления, а также к эргатическим системам для автоматизации синтеза в реальном времени сценариев диалога в подсистемах интеллектуального интерфейса. Излагаются приложения к компьютерным системам поддержки обучения и тренажерам операторов систем управления.

### Приобретаемые знания и умения

В результате освоения дисциплины обучающийся должен знать основные методы автоматизации построения спецификаций недостающих ресурсов (средств) решения задач управления; уметь использовать эти методы в задачах интеллектуализации компьютерных средств автоматического и автоматизированного управления.

### Образовательные технологии

Курс имеет электронную версию для презентации. Лекции читаются с использованием современных мультимедийных возможностей и проекционного оборудования.

### Логическая и содержательно-методическая взаимосвязь с другими частями ООП

Курс является одним из теоретических базисов к дисциплинам: "Автоматизированные распределенные информационно-управляющие системы", "Качественные методы нелинейного анализа динамических и управляемых систем".

### Дисциплины и практики, для которых освоение данного курса необходимо как предшествующего

Научно-исследовательская практика, научно-исследовательская работа, курсовая работа, дисциплина "Качественные методы нелинейного анализа динамических и управляемых систем".

### Основные учебные пособия, обеспечивающие курс

1. Васильев С.Н. От классических задач регулирования к интеллектуальному управлению, 1,2 // Интеллектуальные системы, МГУ, 1999, Вып. 1-2, С. 19-72; Вып. 3-4, С. 4-48.
2. Васильев С.Н. Основания логического программирования, Изд-во ИГУ, 1986.

### Основные учебно-методические работы, обеспечивающие курс

1. Васильев С.Н., Жерлов А.К., Федосов Е.А., Федунов Б.Е. Интеллектуальное управление динамическими системами. М.: ФИЗМАТЛИТЕРАТУРА, 2000.

**Основные научные статьи, обеспечивающие курс**

2. Васильев С.Н. Логический подход к автоматизации исследований и разработок, Изд-во ИРВЦ, 1991.
1. Васильев С.Н. Формализация знаний и управление на основе позитивно-образованных языков // Информационные технологии и вычислительные системы, 2008, №1, С. 3-19.
2. Васильев С.Н. Метод синтеза условий выводимости хорновских и некоторых других формул // Сиб. мат. журн., 1997, Т. 38, № 5, С. 1034-1046.
3. Васильев С.Н., Давыдов А.В. Интеллектуальное управление на основе логических выводов / Интеллектуальные системы управления. Под ред. С.Н.Васильева. М.: Машиностроение, 2010, С. 72-83.
4. Васильев С.Н. и др. Интеллектуальные системы управления и контроля газотурбинных двигателей. М.: Машиностроение, 2008.
5. Васильев С.Н., Догановский С.А., Эдемский В.М. Интеллектуальное управление дугowymi сталеплавильными печами // Автоматизация в промышленности, №3, 2003, С. 39-43.

**Программное обеспечение и ресурсы в интернете**

1. Васильев С.Н., Гулямов Ш.Б. Свид. офиц. регистрации программы ЭВМ, 2005, №2005610836.

**Контроль успеваемости**

**Промежуточная аттестация** проводится на 8 неделе в форме коллоквиума с оценкой. Критерии формирования оценки – уровень знаний пройденной части курса.

**Текущая аттестация** проводится еженедельно. Критерии формирования оценки – посещаемость занятий, активность студентов на лекциях, уровень подготовки к семинарам.

**Фонды оценочных средств**

Контрольные вопросы для текущей аттестации на семинарах; задания для практических (лабораторных) занятий; вопросы и задачи для контрольных работ и коллоквиумов; вопросов к зачётам и экзаменам; тесты и компьютерные тестирующие программы; темы докладов и рефератов.

**Структура и содержание дисциплины**

Раздел	Неделя
Введение. Представление знаний в языках исчисления высказываний и исчисления предикатов.	1
Основные свойства классических логических исчислений. Представление знаний в языке дизъюнктов метода резолюций и языке позитивно-образованных формул (ПОФ).	2-3
Сведения о методе резолюций (Дж.Робинсон). Исчисление ПОФ и его свойства.	4-5
Понятия дескриптивного и конструктивного доказательства. Конструктивная семантика логических формул. Язык логического программирования Пролог. Конструктивный фрагмент исчисления ПОФ.	6-7
Примеры применения дескриптивных и конструктивных логик в задачах обработки информации: задачи на доказательство и автоматическое построение алгоритмов решения вычислительных задач, представимых в языках ПОФ. Сравнение с методом резолюций.	8-9
Примеры применения дескриптивных и конструктивных логик в задачах обработки информации: задачи на реконфигурацию и поиск целевых работоспособных структур систем управления при отказах компонент.	10-11
Дедуктивно-абдуктивный метод идентификации дефицита и синтеза спецификаций недостающих средств достижения цели управления в задачах, представимых в языках ПОФ.	12-13
Приложения к системам автоматического управления и эргатическим системам для автоматизации синтеза в реальном времени сценариев диалога в подсистемах интеллектуального интерфейса.	14
Приложения в компьютерных системах поддержки обучения, исследовательских и экспериментальных стендах и тренажерах операторов систем управления.	15-16

## СИСТЕМЫ НАБЛЮДЕНИЯ И УПРАВЛЕНИЯ С НЕПОЛНОЙ ИНФОРМАЦИЕЙ

*Лектор: д.т.н., профессор Афанасьев Валерий Николаевич*

*(кафедра физико-математических методов управления физического факультета МГУ)*

Код курса:

Статус: по выбору

Аудитория: специальный

Специализация: Системный анализ,  
физико-математическое моделирование и управление

Семестр: 1

Трудоёмкость: 2 з.е.

Лекций: 16 часов

Семинаров: 16 часов

Практ. занятий: 4 часа

Отчётность: зачет

Начальные компетенции: М-ПК-1, М-ПК-6

Приобретаемые компетенции: М-ПК-3, М-ПК-4

### Аннотация курса

В задачу курса входит систематическое изучение методов математического конструирования систем управления с неполной информацией о состоянии, параметрах и взаимодействия со средой.

В разделе «алгоритмическое конструирование» изучаются методы построения систем управления, которые не требуют детального знания всего пространства состояния системы и ее взаимодействия со средой, а базируются только на анализе ее входных воздействий и внешнего поведения. При этом система организуется таким образом, что, используя текущую информацию, по мере уменьшения априорной неопределенности, улучшается функционирование системы в смысле назначенного функционала качества, т.е. система способна себя оптимизировать по мере накопления информации о поставленной задаче в изменяющейся среде. Реализуемые решения достигаются с помощью специальных алгоритмических процедур.

В разделе «робастные системы управления» изучаются методы построения семейств устойчивых к параметрической или неструктурированной неопределенности.

### Приобретаемые знания и умения

В результате освоения дисциплины обучающийся должен знать основные принципы построения систем наблюдения и управления с неполной информацией о состоянии объектов, их параметрах и взаимодействии со средой.

### Образовательные технологии

Курс имеет электронную версию для презентации. Лекции читаются с использованием современных мультимедийных возможностей и проекционного оборудования.

### Логическая и со- держательно-ме- тодическая взаи- мосвязь с други- ми частями ООП

Теоретические положения курса основываются на дисциплинах «Теория систем», «Теория оптимального управления детерминированными и стохастическими системами».

### Дисциплины и практики, для которых освое- ние данного кур- са необходимо как предшеству- ющего

Научно-исследовательская практика, научно-исследовательская работа, курсовая работа, выполнение дипломных работ по математическому конструированию неопределенных систем различной физической природы (систем наблюдения и управления с неполной информацией).

### Основные учеб- ные пособия, обеспечивающие курс

1. Афанасьев В.Н. Динамические системы управления с неполной информацией. Алгоритмическое конструирование. М.: КомКнига, 2007.
2. Афанасьев В.Н. Управление неопределенными динамическими объектами. М.: Физматлит. 2008.

3. Поляк Б.Т., Щербаков П.С. Робастная устойчивость и управление. М.: Наука, 2002.

**Основные учебно-методические работы, обеспечивающие курс**

1. Емельянов С.В. Избранные труды по теории управления. М.: Наука, 2006.
2. Тертычный-Даури В.Ю. Адаптивная механика. М.: Факториал, 2003.
3. Djaferis T.E. Robust control design: a polynomial approach. Boston: Kluwer, 1995.
4. Kogan J. Robust stability and convexity. London: Springer-Verlag, 1995.
5. Дьяконов В.П. MATLAB, Simulink в математике и моделировании. Салон-пресс, 2005.

**Основные научные статьи, обеспечивающие курс**

1. Афанасьев В.Н. Управление нелинейными объектами с параметрами, зависящими от состояния. // АиТ. 2011. №4. С. 43-56.
2. Афанасьев В.Н. Субоптимальное управление нелинейным объектом, линеаризуемым обратной связью.// Изв.РАН. ТиСУ. 2011.№3ю С.25-34.
3. Баландин Д.В., Коган М.М. Оптимальное гашение колебаний высотных сооружений при сейсмических воздействиях //Изв. РАН: ТиСУ. 2004. №5. С. 60-66.
4. Xin M., Balakrishnan S.N. Missile longitudinal autopilot design using a new suboptimal nonlinear control method // IEE Proc. Control Theory Appl. 2003. 150 (6). P. 577-584.

**Программное обеспечение и ресурсы в интернете**

Система MatLab, [www.automationlabs.ru](http://www.automationlabs.ru)

**Контроль успеваемости**

**Промежуточная аттестация** проводится на 8 неделе в форме коллоквиума с оценкой. Критерии формирования оценки – уровень знаний пройденной части курса.

**Текущая аттестация** проводится еженедельно. Критерии формирования оценки – посещаемость занятий, активность студентов на лекциях, уровень подготовки к семинарам.

**Фонды оценочных средств**

Контрольные вопросы для текущей аттестации на семинарах; задания для практических (лабораторных) занятий; вопросы и задачи для контрольных работ и коллоквиумов; вопросов к зачётам и экзаменам; тесты и компьютерные тестирующие программы; темы докладов и рефератов.

**Структура и содержание дисциплины**

Раздел	Неделя
<b>ВВЕДЕНИЕ</b> Постановка задачи об анализе и управлении неопределенными системами. Основные понятия и определения. Математические модели неопределенных динамических объектов. Виды неопределенности: параметрическая неопределенность, неполная информация о состоянии объекта, нестационарные и нелинейные возмущения.	1
<b>ВВЕДЕНИЕ В ТЕОРИЮ СТОХАСТИЧЕСКИХ СИСТЕМ</b> Основные сведения теории случайных процессов. Вероятностные характеристики и числовые характеристики случайных процессов.	2-3
<b>ОЦЕНИВАНИЕ СОСТОЯНИЯ ЛИНЕЙНЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ</b> Уравнение Винера-Хопфа. Фильтр Калмана-Бьюси. Обобщенный фильтр. Фильтрация при «небелых» шумах. Оптимальное сглаживание и интерполяция для непрерывных процессов (первого и второго порядков). Их временные и частотные характеристики и их параметры (коэффициент усиления, постоянная времени, коэффициент демпфирования).	4-5
<b>УПРАВЛЕНИЕ СТОХАСТИЧЕСКИМИ СИСТЕМАМИ</b> Управление линейными стохастическими системами с квадратическим функционалом качества. Системы с процессами типа «белый» шум. Принцип стохастической эквивалентности. Оптимальные стохастические системы. Поведение стохастической системы в среднем.	6-7
<b>АЛГОРИТМИЧЕСКОЕ КОНСТРУИРОВАНИЕ КАК МЕТОД КОНСТРУИРОВАНИЯ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ С НЕПОЛНОЙ ИНФОРМАЦИЕЙ</b> Общая конструкция множества алгоритмов оптимизации в задачах идентификации и управле-	8

<p>ния нестационарных объектов. Связь методов алгоритмического конструирования с методами адаптации.</p>	
<p><b>КОНСИРУИРОВАНИЕ АЛГОРИТМОВ ОПТИМИЗАЦИИ С ПОМОЩЬЮ МОДИФИЦИРОВАННОГО УРАВНЕНИЯ ВИНЕРА-ХОПФА</b></p> <p>Постановка задачи. Общие условия минимума функционала качества. Основная конструкция алгоритмов оптимизации в задачах идентификации. Модифицированное уравнение Винера – Хопфа в задачах фильтрации нестационарных процессов. Система с эталонной моделью. Система с комбинированным критерием качества. Управление нестационарными объектами в условиях неполной информации.</p>	9-10
<p><b>КОНСИРУИРОВАНИЕ АЛГОРИТМОВ ОПТИМИЗАЦИИ С ПОМОЩЬЮ ФУНКЦИЙ ДОПУСТИМЫХ ЗНАЧЕНИЙ УПРАВЛЯЮЩИХ ВОЗДЕЙСТВИЙ</b></p> <p>Постановка задачи. Основная конструкция алгоритмов оптимизации, использующая поведение гамильтониана. Задача стабилизации нестационарного линейного детерминированного объекта. Задача стабилизации нестационарного линейного детерминированного объекта с неполной информацией о состоянии. Решение двухточечной краевой задачи общего вида с помощью алгоритмов оптимизации. Параметрическое управление нестационарным объектом методом скоростного спуска по лагранжиану.</p>	11-12
<p><b>КОНСИРУИРОВАНИЕ АЛГОРИТМОВ ОПТИМИЗАЦИИ С ПОМОЩЬЮ ФУНКЦИЙ БЕЛЛМАНА</b></p> <p>Постановка задачи. Основная конструкция алгоритмов оптимизации, использующая функции Беллмана. Алгоритмический метод решения уравнения Беллмана в задаче стабилизации нелинейного объекта.</p>	13
<p><b>РОБАСТНАЯ УСТОЙЧИВОСТЬ И СТАБИЛИЗАЦИЯ ЛИНЕЙНЫХ СИСТЕМ</b></p> <p>Постановка задачи, основные понятия и определения. Робастная устойчивость полиномов. Робастная устойчивость матриц. Робастная устойчивость при неопределенных передаточных матрицах. <math>\mu</math>-анализ. Робастная стабилизация с помощью регуляторов низкого порядка. Робастная квадратичная стабилизация.</p>	14-16

# КОМПЬЮТЕРНО-АНАЛИТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ФИЗИКИ И УПРАВЛЕНИЯ.

## Часть 1. ТОЧНЫЕ РЕШЕНИЯ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ

Лектор: д.ф.-м.н., профессор Кушнер Алексей Гурьевич

(кафедра физико-математических методов управления физического факультета МГУ)

Код курса:

Статус: по выбору

Аудитория: специальный

Специализация: Системный анализ, физико-математическое моделирование и управление

Семестр: 1

Трудоёмкость: 2 з.е.

Лекций: 18 часов

Семинаров: 8 часов

Практ. занятий: 10 часов

Отчётность: Зачет

Начальные компетенции: М-ПК-4

Приобретаемые компетенции: М-ПК-5

### Аннотация курса

Цель курса – формирование представлений о методах решения нелинейных дифференциальных уравнений. Курс включает в себя изучение современных элементов дифференциальной геометрии (элементы теории групп Ли, дифференциальных форм, векторных полей, распределений и их симметрий) и применение дифференциально-геометрических методов для построения точных решений нелинейных дифференциальных уравнений. Особенность курса – использование специализированных компьютерных пакетов символьных вычислений (JetCalculus и DifferentialGeometry для Maple), которые существенно облегчают вычисления в пространствах высокой размерности. Это позволяет применять их к построению симметрий нелинейных дифференциальных уравнений и для их точного решения.

### Приобретаемые знания и умения

В результате освоения дисциплины обучающийся должен знать основные современные методы построения точных решений нелинейных дифференциальных уравнений (обыкновенных и в частных производных) и уметь применять для этого системы компьютерной алгебры.

### Образовательные технологии

Курс имеет электронную версию для презентации. Лекции читаются с использованием современных мультимедийных возможностей и проекционного оборудования.

### Логическая и содержательно-методическая взаимосвязь с другими частями ООП

Курс является логическим продолжением курсов обыкновенных дифференциальных уравнений, уравнений математической физики и линейной алгебры.

### Дисциплины и практики, для которых освоение данного курса необходимо как предшествующего

Курс «Информационные технологии в физических и других научных исследованиях»

### Основные учебные пособия, обеспечивающие курс

1. Арнольд В.И. Математические методы классической механики. М., Наука, 1989.
2. Бочаров А.В., Вербовецкий А.М., Виноградов А.М. и др. Симметрии и законы сохранения уравнений математической физики. М., 1997.
3. Kushner A.G., Lychagin V.V., Rubtsov V.N. Contact geometry and nonlinear differential equations. Encyclopedia of Mathematics and Its Applications. 101. Cambridge: Cambridge University Press. 2007.

### Основные учебно-методические работы, обеспечивающие курс

1. Алексеевский Д.В., Виноградов А.М., Лычагин В.В. Основные понятия дифференциальной геометрии. Итоги науки и техники. Серия «Современные проблемы математики. Фундаментальные направления». Т. 28. М.:ВИНИТИ, 1988.

**Основные научные статьи, обеспечивающие курс**

2. Ибрагимов Н.Х. Практический курс дифференциальных уравнений и математического моделирования. Изд-во Нижегородского ГУ, 2007.
1. Кушнер, А.Г. Контактная линеаризация невырожденных уравнений Монжа-Ампера // Изв. Вузов. Математика. 2008. №4. – С. 43-58.
2. Лычагин В.В. Контактная геометрия и нелинейные дифференциальные уравнения в частных производных второго порядка // Успехи мат. наук. 1979. 34(1(205)). - С. 137-165.
3. Lychagin V., Yumaguzhin V. Minkowski metrics on solutions of the Khokhlov-Zabolotskaya equation // Lobachevskii Journal of Mathematics, 2009, Vol. 30, No. 4. P. 333-336.

**Программное обеспечение и ресурсы в интернете**

<http://www.d-omega.org>, <http://www.gdeq.org/>

**Контроль успеваемости**

**Промежуточная аттестация** проводится на 7 неделе в форме коллоквиума с оценкой. Критерии формирования оценки – уровень знаний пройденной части курса.

**Текущая аттестация** проводится еженедельно. Критерии формирования оценки – посещаемость занятий, активность студентов на лекциях, уровень подготовки к семинарам.

**Фонды оценочных средств**

Контрольные вопросы для текущей аттестации на семинарах; задания для практических занятий; вопросы и задачи для контрольных работ и коллоквиумов; вопросов к зачётам и экзаменам; темы докладов и рефератов.

**Структура и содержание дисциплины**

Раздел	Неделя
Дифференциальные уравнения в системах компьютерной алгебры и визуализация их решений. Гладкие многообразия и расслоения.	1-2
Джетов и дифференциальные уравнения. Реализация джетов в системах компьютерной алгебры. Продолжение векторных полей в пространство джетов.	3-4
Алгебра Ли векторных полей. Тензорные поля и дифференциальные формы. Симплектические и пуассоновы структуры. Реализация дифференциально-геометрических объектов в системах компьютерной алгебры.	5-6
Действия групп Ли на многообразиях. Реализация групп Ли в системах компьютерной алгебры. Продолжение групп Ли в пространство джетов.	7-8
Распределения на многообразиях. Контактная геометрия и ее применения в механике и термодинамике.	9-10
Характеристические и тасующие симметрии обыкновенных дифференциальных уравнений и интегрирование в квадратурах. Теорема Ли-Бьянки. Принцип нелинейной суперпозиции.	11-12
Дифференциальные инварианты и их применения.	13-14
Симметрии и точные решения дифференциальных уравнений в частных производных. Вычисление симметрий дифференциальных уравнений в системах компьютерной алгебры.	15-16
Символы дифференциальных операторов. Контактная линеаризация дифференциальных уравнений.	17
Дифференциально-геометрические структуры на решениях и точные решения уравнений Максвелла, уравнений гидродинамики и уравнений нелинейной акустики.	18

## МЕТОДЫ ОПТИМИЗАЦИИ

Лектор: д.ф.-м.н., доцент Лазарев Александр Алексеевич

(кафедра физико-математических методов управления физического факультета МГУ)

Код курса:	
Статус:	обязательный
Аудитория:	специальный
Специализация:	Системный анализ, физико-математическое моделирование и управление
Семестр:	9
Трудоёмкость:	2 з.е.
Лекций:	16 часов
Семинаров:	16 часов
Практ. занятий:	4 часа
Отчётность:	экзамен
Начальные компетенции:	М-ПК-1, М-ПК-6
Приобретаемые компетенции:	М-ПК-3, М-ПК-4

### Аннотация курса

В сжатой форме дается изложение основ теории сложности, линейного программирования (ЛП) - с описанием полиномиальных алгоритмов, целочисленного ЛП, математического программирования (необходимые условия экстремума при ограничениях-неравенствах, локальные методы безусловной оптимизации, метод штрафов, идеи глобальной оптимизации), схем методов динамического программирования и ветвей и границ.

### Приобретаемые знания и умения

В результате освоения дисциплины обучающийся должен знать: линейное программирование; методы условной и безусловной оптимизации. Должен уметь решать практические задачи методом динамического программирования и методом ветвей и границ.

### Образовательные технологии

Курс имеет электронную версию для презентации. Лекции читаются с использованием современных мультимедийных возможностей и проекционного оборудования.

### Логическая и содержательно-методическая взаимосвязь с другими частями ООП

Курс является теоретическим базисом к дисциплинам: "Дискретный анализ", "Теория расписаний", "Параллельные вычисления" и "Численные методы".

### Дисциплины и практики, для которых освоение данного курса необходимо как предшествующего

Научно-исследовательская практика, научно-исследовательская работа, курсовая работа

### Основные учебные пособия, обеспечивающие курс

1. Моисеев Н.Н., Иванилов Ю.П., Столярова Е.М. Методы оптимизации. М.: Наука, 1993.
2. Ракафеллар Т.Р., Выпуклое программирование. М.: Мир, 1973.
3. Нестеров Ю.Е., Введение в математическое программирование, М.: Наука, 2010.

### Основные учебно-методические работы, обеспечивающие курс

1. Акулич И.А. Математическое программирование в примерах и задачах. М.: ВШ. 1986.
2. Расстригин Л.А. Случайный поиск. М. Знание. 1979.
3. Калихман И.Л. Сборник задач по математическому программированию. М.: Высшая школа, 1975.

**Основные научные статьи, обеспечивающие курс**

**Программное обеспечение и ресурсы в интернете**

<http://phys.msu.ru/rus/about/structure/div/div-experimental/chair-upravleniya/>

**Контроль успеваемости**

**Промежуточная аттестация** проводится на 8 неделе в форме коллоквиума с оценкой. Критерии формирования оценки – уровень знаний пройденной части курса.

**Текущая аттестация** проводится еженедельно. Критерии формирования оценки – посещаемость занятий, активность студентов на лекциях, уровень подготовки к семинарам.

**Фонды оценочных средств**

Контрольные вопросы для текущей аттестации на семинарах; задания для практических (лабораторных) занятий; вопросы и задачи для контрольных работ и коллоквиумов; вопросов к зачётам и экзаменам; тесты и компьютерные тестирующие программы; темы докладов и рефератов.

### Структура и содержание дисциплины

Раздел	Неделя
<b>ПОНЯТИЕ О СЛОЖНОСТИ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ</b> NP-полные (универсальные) задачи. Классы сложности. Сильная NP-полнота и псевдополиномиальность. Приближенное решение задач комбинаторной оптимизации.	1-3
<b>ПОНЯТИЕ О СЛОЖНОСТИ ЗАДАЧИ ЛИНЕЙНОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ</b> Метод эллипсоидов. Метод центров. Теория двойственности линейного программирования. Идея метода Кармаркара.	4-8
<b>ОБЗОР ИДЕЙ МАТЕМАТИЧЕСКОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ</b> Двойственность в математическом программировании. Выпуклое программирование.	9-11
<b>ГЛОБАЛЬНАЯ ОПТИМИЗАЦИЯ. МЕТОД ВЕТВЕЙ И ГРАНИЦ</b> Целочисленное линейное программирование. Метод динамического программирования. Программирование в ограничениях (Constraint Programming).	12-16

# КОМПЬЮТЕРНО-АНАЛИТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ФИЗИКИ И УПРАВЛЕНИЯ.

## Часть 2. ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫЕ ИНВАРИАНТЫ И УПРАВЛЕНИЕ УДАРНЫМИ ВОЛНАМИ

Лектор: д.ф.-м.н., профессор Кушнер Алексей Гурьевич

(кафедра физико-математических методов управления физического факультета МГУ)

Код курса:	
Статус:	по выбору
Аудитория:	специальный
Специализация:	Системный анализ, физико-математическое моделирование и управление
Семестр:	1
Трудоёмкость:	2 з.е.
Лекций:	18 часов
Семинаров:	8 часов
Практ. занятий:	10 часов
Отчётность:	Зачет
Начальные компетенции:	М-ПК-4
Приобретаемые компетенции:	М-ПК-5

### Аннотация курса

В курсе приводятся основные методы построения сингулярных решений дифференциальных уравнений, возникающих в приложениях и указываются методы управления такими решениями.

Особенность курса - использование специализированного компьютерного пакета для символьных вычислений (Maple), который существенно облегчает вычисления в пространствах джетов высокой размерности. Этот пакет применяется для расчета и визуализации ударных волн.

### Приобретаемые знания и умения

В результате освоения дисциплины обучающийся должен знать основные современные методы построения сингулярных решений дифференциальных уравнений, возникающих в физике и методы их компьютерной визуализации.

### Образовательные технологии

Курс имеет электронную версию для презентации. Лекции читаются с использованием современных мультимедийных возможностей и проекционного оборудования.

### Логическая и содержательно-методическая взаимосвязь с другими частями ООП

Курс является логическим продолжением курсов обыкновенных дифференциальных уравнений, уравнений математической физики и линейной алгебры.

### Дисциплины и практики, для которых освоение данного курса необходимо как предшествующего

Курс «Информационные технологии в физических и других научных исследованиях»

### Основные учебные пособия, обеспечивающие курс

1. Бочаров А.В., Вербовецкий А.М., Виноградов А.М. и др. Симметрии и законы сохранения уравнений математической физики. М., 1997.
2. Kushner A.G., Lychagin V.V., Rubtsov V.N. Contact geometry and nonlinear differential equations. Encyclopedia of Mathematics and Its Applications. 101. Cambridge: Cambridge University Press. 2007.

### Основные учебно-методические работы, обеспечивающие курс

1. Алексеевский Д.В., Виноградов А.М., Лычагин В.В. Основные понятия дифференциальной геометрии. Итоги науки и техники. Серия «Современные проблемы математики. Фундаментальные направления». Т. 28.

М.:ВИНИТИ, 1988.

2. Ибрагимов Н.Х. Практический курс дифференциальных уравнений и математического моделирования. Изд. Нижегородского госуниверситета, 2007.

**Основные научные статьи, обеспечивающие курс**

1. Jakobsen P., Lychagin V., Romanovsky Y. Symmetries and non-linear phenomena: Applications to Nonlinear Acoustics – I (1997), II (1998). Preprint. Tromso Univ. (1997).
2. Kushner A.G. A contact linearization problem for Monge-Ampere equations and Laplace invariants // Acta Appl. Math. 101(1--3). - P. 177-189 (2008).
3. Lychagin V.V. Singularities of multivalued solutions of nonlinear differential equations, and nonlinear phenomena // Acta Appl. Math. 1985. Vol. 3, № 2. P. 135-173.
4. Лычагин В.В. Геометрическая теория особенностей решений нелинейных дифференциальных уравнений // Итоги науки и техн. Сер. Пробл. геом., 20(1988). С.207–247.

**Программное обеспечение и ресурсы в интернете**

<http://www.d-omega.org> <http://www.gdeq.org> <http://eqworld.ipmnet.ru>

**Контроль успеваемости**

**Промежуточная аттестация** проводится на 8 неделе в форме коллоквиума с оценкой. Критерии формирования оценки – уровень знаний пройденной части курса.

**Текущая аттестация** проводится еженедельно. Критерии формирования оценки – посещаемость занятий, активность студентов на лекциях, уровень подготовки к семинарам.

**Фонды оценочных средств**

Контрольные вопросы для текущей аттестации на семинарах; задания для практических занятий; вопросы и задачи для контрольных работ и коллоквиумов; вопросов к зачётам и экзаменам; темы докладов и рефератов.

**Структура и содержание дисциплины**

Раздел	Неделя
Инварианты групп Ли. Дифференциальные инварианты, инвариантные дифференцирования и их вычисление в системах компьютерной алгебры.	1-2
Инварианты дифференциальных уравнений и проблема эквивалентности.	3-4
Дифференциальные инварианты систем с управлением относительно преобразований обратной связи.	5-6
Многозначные решения дифференциальных уравнений и их визуализация. Сингулярные решения.	7-8
Численные методы построения сингулярных решений.	9-10
Сингулярные решения в физических системах.	11-12
Уравнения Гамильтона-Якоби и особенности решений.	13-14
Законы сохранения. Условие Гюгонио-Ренкина и ударные волны.	15-16
Построение фронта ударной волны. Уравнение Эйлера.	17
Уравнение Хохлова-Заболоцкой и трехмерная компьютерная модель управления нелинейным звуковым пучком.	18

## АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ РАСПРЕДЕЛЕННЫЕ ИНФОРМАЦИОННО-УПРАВЛЯЮЩИЕ СИСТЕМЫ

*Лектор: д.т.н., профессор Филимонов Николай Борисович  
(кафедра физико-математических методов управления физического факультета МГУ)*

Код курса:	
Статус:	по выбору
Аудитория:	специальный
Специализация:	Системный анализ, физико-математи- ческое моделирова- ние и управление
Семестр:	1
Трудоёмкость:	2 з.е.
Лекций:	18 часов
Семинаров:	10 часов
Практ. занятий:	8 часов
Отчётность:	зачет
Начальные компетенции:	М-ПК-1, М-ПК-6
Приобретаемые компетенции:	М-ПК-3, М-ПК-4

### Аннотация курса

Рассматриваются: общая характеристика автоматизированных информационно-управляющих систем (ИУС), основные классификационные признаки и классификация ИУС, основные проблемы, решаемые при разработке ИУС; системный подход и последовательность разработки ИУС, формализация структуры ИУС, проблема принятия решения в ИУС, формализация элемента принятия решения, особенности ИУС реального времени, обеспечивающие подсистемы ИУС и их характеристики, перспективные направления развития ИУС, проблема адаптации ИУС к области применения, интеллектуализация ИУС, перспективные информационные технологии проектирования ИУС.

Рассматриваются структуры ИУС на базе сети Ремиконтов и обсуждаются особенности SCADA-технологий на базе системы Grace Mode. Приводятся современные методы прогнозирования трендов, а также особенности алгоритмов многосвязного регулирования сложных многомерных технологических объектов управления в АСУ ТП (ИУС реального времени)

### Приобретаемые знания и умения

В результате освоения дисциплины обучающийся должен знать основные принципы, методы и технологии построения современных информационно-управляющих систем (ИУС). Особенностью реализуемой образовательной программы является системность, заключающаяся в подготовке к разработке и исследованиям алгоритмического, информационного, аппаратного и программного обеспечений сложных ИУС.

### Образовательные Технологии

Курс имеет электронную версию для презентации. Лекции читаются с использованием современных мультимедийных возможностей и проекционного оборудования.

### Логическая и содержательно-методическая взаимосвязь с другими частями ООП

Теоретические положения курса основываются на дисциплинах «Теория систем» и «Теория автоматического управления».

### Дисциплины и практики, для которых освоение данного курса необходимо как предшествующего

Освоение дисциплины необходимо для научно-исследовательской практики, научно-исследовательской работы, курсовой работы, а также выполнения дипломных работ по современным системам автоматизации управления техническими и социально-экономическими процессами.

### Основные учеб-

1. Лапин С.Э. Автоматизированные информационно-управляющие системы.

ные пособия,

Ч. I и II.: Конспект лекций. Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2007.

обеспечивающие курс

2. Пявченко Т.А. Финаев В.И. Автоматизированные информационно-управляющие системы. Таганрог: ТТИ ЮФУ, 2009.
3. Мамиконов А.Г. Основы построения АСУ: Учебник для вузов. М.: Высшая школа, 1981.
4. Меньков А.В., Острейковский В.А. Теоретические основы автоматизированного управления. М.: Изд-тво: Оникс, 2005.

Основные учебно-методические работы, обеспечивающие курс

1. Дунаев С.Б. INTRANET - технологии. М.: Диалог-МИФИ, 1997.
2. Использование UNIX: Полное справочное руководство / П. Кью, Н. Гаур, Г. Марлер и др. М.: Диалектика, 1999.
3. Кульгин М.В. Технологии корпоративных сетей. СПб. Питер, 1997.
4. Microsoft TCP/IP: Учебный курс. М.: Издат. отд. "Рус. ред." ТОО "Channel Trading Ltd", 1998.
5. Олифер В.Г., Олифер Н.А. Компьютерные сети: Принципы, технологии, протоколы: Учебное пособие. СПб и др. : Питер, 2000.
6. Матвейкин В.Г., Фролов С.В., Шехтман М.Б. Применение SCADA-систем при автоматизации технологических процессов. М.: Машиностроение, 2000.

Основные научные статьи, обеспечивающие курс

Программное обеспечение и ресурсы в интернете

1. Винкоп С. Использование Microsoft SQL Server 7.0: Пер. с англ. М. и др.: Вильямс, 1999.
2. Грабер М. Введение в SQL /Пер. с англ./ М.: Лори, 1996.
3. Мак Мален Д. UNIX. М.: Компьютер, ЮНИТИ, 1999.
4. Сокольский М.В. Все об Intranet и Internet. М.: ЭЛИОТ, 1998.
5. Trace Mode. Графическая инструментальная система для разработки АСУ. Руководство пользователя. М.: Ad Astra Research Group, Ltd, 1998 и др.
6. Андреев Е.Б., Куцевич Н.А. SCADA-системы: взгляд изнутри ([www.scada.ru](http://www.scada.ru)).

Контроль успеваемости

**Промежуточная аттестация** проводится на 8 неделе в форме коллоквиума с оценкой. Критерии формирования оценки – уровень знаний пройденной части курса.

**Текущая аттестация** проводится еженедельно. Критерии формирования оценки – посещаемость занятий, активность студентов на лекциях, уровень подготовки к семинарам.

Фонды оценочных средств

Контрольные вопросы для текущей аттестации на семинарах; задания для практических занятий; вопросы и задачи для контрольных работ и коллоквиумов; вопросов к зачётам и экзаменам; темы докладов и рефератов.

### Структура и содержание дисциплины

Раздел	Неделя
<b>ОБЩИЕ ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ СЛОЖНЫХ СИСТЕМ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО УПРАВЛЕНИЯ</b> Многоуровневая сетевая архитектура современных систем автоматизированного управления: системный уровень управления процессами; локальные уровни управления; полевой уровень; корпоративный уровень. Общие принципы построения сложных систем автоматизированного управления: иерархичность, распределенность, модульность. Открытые системы. Понятие компьютерной технологии. Функциональные, информационные, программные, технические и организационные аспекты процессов управления в рамках компьютерной технологии. Многоуровневая организация процессов реального времени: организация процессов реального вре-	1

мени на основе детерминированных расписаний; сетевые операционные системы реального времени. Направления развития компьютерных технологий: расширение сфер применения сетевых технологий; внедрение гибких автоматизированных систем и виртуальных приборов; совершенствование технологического программирования; развитие методов структурного системного анализа и проектирования.	
<b>СТАНДАРТЫ ИНТЕРФЕЙСОВ И ПРОГРАММНЫХ ВЗАИМОДЕЙСТВИЙ ОТКРЫТЫХ СИСТЕМ</b> Обзор стандартов интерфейсов и программных взаимодействий открытых систем. Стандарт OSI взаимодействия открытых систем. Стандарт POSIX - переносимый интерфейс для UNIX-подобных операционных систем. Интерфейс SQL баз данных. Сетевой интерфейс TCP/IP.	2-3
<b>СЕТЕВЫЕ ОПЕРАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ РЕАЛЬНОГО ВРЕМЕНИ</b> Обзор сетевых операционных систем реального времени. Организация процессов реального времени в операционной среде UNIX-подобных систем, QNX, OS-9, Vx Works и др.	4-5
<b>ПРОМЫШЛЕННЫЕ СЕТИ</b> Обзор промышленных сетей. Характеристики промышленных сетей Bitbus, Profibus, FF-fieldbus, Hart-protocol и др. Системные интерфейсы промышленных компьютеров Compact PCI, VME-bus.	6-7
<b>РАЗРАБОТКА ИУС С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИНТЕГРИРОВАННЫХ ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫХ СРЕД</b> Обзор интегрированных инструментальных сред для разработки ИУС - АСУ ТП (Scada-системы). Инструментальные среды разработки Trace Mode, In Touch, Isa GRAF, Real Flex и др. Технология разработки АСУ ТП с использованием выбранной инструментальной среды.	8
<b>ЛОКАЛЬНЫЕ И КОРПОРАТИВНЫЕ СЕТИ</b> Примеры построения локальных и корпоративных сетей. Семейство технологий Ethernet: 10-мегабитные варианты стандарта IEEE 802.3, Fast Ethernet, Gigabit Ethernet. Аппаратное обеспечение локальных и корпоративных сетей. Программное обеспечение локальных и корпоративных сетей.	9-11
<b>ИСПОЛЬЗОВАНИЕ INTERNET/INTRANET ТЕХНОЛОГИЙ В ОРГАНИЗАЦИИ ПРОЦЕССОВ УПРАВЛЕНИЯ СЛОЖНЫМИ РАСПРЕДЕЛЕННЫМИ СИСТЕМАМИ</b> Общие положения. Организация сайтов. Обмен информацией с сайтами. Электронная почта. Базы данных.	12-14
<b>ОБЗОР СОСТОЯНИЯ РЫНКА КОМПЬЮТЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ОБЛАСТИ АВТОМАТИЗАЦИИ И УПРАВЛЕНИЯ</b> Перспективные направления развития АСУ ТП; Интеллектуализация ИУС.	15-16

## МЕТОДЫ ТЕОРИИ ЭКСПЕРТНО-СТАТИСТИЧЕСКИХ СИСТЕМ ОБРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ

*Лектор: д.т.н., профессор Мандель Александр Соломонович*

*(кафедра физико-математических методов управления физического факультета МГУ)*

Код курса:	
Статус:	обязательный
Аудитория:	специальный
Специализация:	Системный анализ, физико-математическое моделирование и управление
Семестр:	9
Трудоёмкость:	2 з.е.
Лекций:	26 часов
Семинаров:	6 часов
Практ. занятий:	
Отчётность:	дифференцированный зачет
Начальные компетенции:	М-ПК-1, М-ПК-6
Приобретаемые компетенции:	М-ПК-4, М-ПК-5

### Аннотация курса

Во многих задачах управления и, в том числе, управления социально-экономическими и организационными системами необходимо решать задачи синтеза оптимальных или попросту рациональных (осмысленных) управлений в условиях неопределенности. Под неопределенностью в данном случае понимается отсутствие хорошо обоснованной, подтвержденной значимыми статистическими данными математической модели, которой описываются протекающие в системе процессы с учетом имеющихся причинно-следственных связей. При этом процесс управления желательно начинать незамедлительно, сочленив его с процессом идентификации модели и последующего ее уточнения. При этом возможны два варианта.

Первый вариант: в процессе управления, совмещенном с процессом идентификации, математическая модель объекта уточняется настолько, что неопределенность “рассеется” и вырабатываемые на ее основе управления становятся оптимальными. Этот раздел представляется в форме введения в теорию адаптивных и теорию робастных систем управления, развитых в 70-80-х годах XX века.

Второй вариант: в процессе обучения, совмещенном с процессом управления, или до начала процесса управления в результате общения с высококвалифицированными специалистами в данной предметной области (экспертами) выясняется, что сбор дополнительной информации не приведет к построению статистически обоснованной и полной (учитывающей все причинно-следственные связи) математической модели объекта. В этом случае процесс управления ведется при помощи и поддержке экспертов, опирающихся на специальным образом препарированную и подготовленную для них статистическую информацию. Этот раздел представлен в курсе в форме введения в возникшую в конце XX века теорию экспертно-статистических систем (ЭСС) управления и обработки информации.

Размытые множества. Функции принадлежности. Алгебра размытых множеств. Экспертные оценки. Перекрестная экспертиза. Адаптивные и робастные системы. Экспертно-статистические методы обработки информации. Структура экспертно-статистической системы управления. Блок базисных моделей. Интеграция экспертной информации в блок базисных моделей. Экспертно-статистические методы прогнозирования. Метод аналогов.

<b>Приобретаемые знания и умения</b>	В результате освоения дисциплины обучающийся должен знать основные методы и алгоритмы решения задач управления в условиях существенной неопределенности, когда для адекватного решения задачи требуется привлечь квалифицированных экспертов.
<b>Образовательные технологии</b>	Курс имеет электронную версию для презентации. Лекции читаются с использованием современных мультимедийных возможностей и проекционного оборудования.
<b>Логическая и содержательно-методическая взаимосвязь с другими частями ООП</b>	Курс является теоретическим базисом к дисциплине «Методы управления социально-экономическими и организационными системами в условиях детерминированной и стохастической неопределенности».
<b>Дисциплины и практики, для которых освоение данного курса необходимо как предшествующего</b>	Научно-исследовательская практика, научно-исследовательская работа, курсовая работа, дисциплина «Методы управления социально-экономическими и организационными системами в условиях детерминированной и стохастической неопределенности».
<b>Основные учебные пособия, обеспечивающие курс</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Заде Л. Понятие лингвистической переменной и его применение к принятию приближенных решений. М.: Мир, 1976.</li> <li>2. Цыпкин Я.З. Адаптация и обучение в автоматических системах. М.: Наука, 1968.</li> <li>3. Поляк Б.Т. Введение в оптимизацию. М.: Наука, 1983.</li> <li>4. Поляк Б.Т., Щербаков П.С. Робастная устойчивость и управление. М.: Наука, 2002.</li> <li>5. Беляков А.Г., Мандель А.С. Анализ достоверности выводов, формируемых с помощью экспертно-статистических систем. М.: ИПУ РАН, 2002.</li> <li>6. Батыршин И.З., Недосекин А.А., Стецко А.А. и др. Теория и практика нечетких гибридных систем. Под ред. Н.Г. Ярушкиной. М.: Физматлит, 2007.</li> <li>7. Рассел С., Норвиг П. Искусственный интеллект: современный подход. М.-СПб-Киев: «Вильямс», 2007.</li> </ol>
<b>Основные учебно-методические работы, обеспечивающие курс</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Цыпкин Я.З. Информационная теория идентификации. М.: Наука, 1995.</li> <li>2. Беляков А.Г., Мандель А.С. Прогнозирование временных рядов (элементы теории экспертно-статистических систем. М.: ИПУ РАН, 2002.</li> </ol>
<b>Основные научные статьи, обеспечивающие курс</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Мандель А.С. Экспертно-статистические системы в задачах управления и обработки информации. Часть I // “Приборы и системы управления” №12, 1996, С.34-36.</li> <li>2. Мандель А.С. Экспертно-статистические системы в задачах управления и обработки информации. Часть II // “Приборы и системы управления” №2, 1997, С.11-13.</li> <li>3. Мандель А.С. Метод аналогов и прогнозирование коротких временных рядов: экспертно-статистический подход / Автоматика и телемеханика. №4. 2004. С. 143-152.</li> <li>4. Мандель А.С. Моделирование действий экспертов в процессе принятия ими прогностических решений / Автоматизация в промышленности. 2004. №7. С.50-54.</li> <li>5. Мандель А.С. Экспертно-статистические методы обработки информации в интегрированных системах управления производством и технологическими процессами / Проблемы управления, №6, 2006.- С.55-59.</li> <li>6. Mandel A.S., Belyakov A.G., Semenov D.A. Expert-Statistical Processing of Data and the Method of Analogs in Solution of Applied Problems in Control</li> </ol>

**Программное обеспечение и ресурсы в интернете**

[www.ipu.rssi.ru](http://www.ipu.rssi.ru)

**Контроль успеваемости**

**Промежуточная аттестация** проводится на 8 неделе в форме коллоквиума с оценкой. Критерии формирования оценки – уровень знаний пройденной части курса.

**Текущая аттестация** проводится еженедельно. Критерии формирования оценки – посещаемость занятий, активность студентов на лекциях, уровень подготовки к семинарам.

**Фонды оценочных средств**

Контрольные вопросы для текущей аттестации на семинарах; задания для практических (лабораторных) занятий; вопросы и задачи для контрольных работ и коллоквиумов; вопросов к зачёту; темы докладов и рефератов.

### Структура и содержание дисциплины

Раздел	Неделя
Краткие основы классической теории идентификации.	1-4
Идентификация и управление в условиях существенной неопределенности.	5-6
Адаптивные и робастные модели идентификации.	7-8
Теория размытых множеств.	9-10
Теория экспертно-статистических методов обработки информации.	11-13
Метод аналогов.	14-16

## МЕТОДЫ МАТЕМАТИЧЕСКОГО И ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

*Лектор: д.т.н., профессор Филимонов Николай Борисович*

*(кафедра физико-математических методов управления физического факультета МГУ)*

Код курса:	
Статус:	обязательная
Аудитория:	специальный
Специализация:	Системный анализ, физико-математическое моделирование и управление
Семестр:	2
Трудоёмкость:	2 з.е.
Лекций:	18 часов
Семинаров:	10 часов
Практ. занятий:	8 часов
Отчётность:	экзамен
Начальные компетенции:	М-ПК-1, М-ПК-6
Приобретаемые компетенции:	М-ПК-3, М-ПК-4

### Аннотация курса

Цель курса – формирование представлений о методах моделирования динамических процессов с использованием современных компьютерных технологий.

В настоящее время имитационное моделирование остаётся общепризнанным методом для исследований в различных областях науки, производства, бизнеса и т.д. С ростом сложности задач, которые стоят перед имитационным моделированием, возрастает необходимость в вычислительных ресурсах. По этой причине возникает необходимость в разработке распределённых систем имитации, в основе которых лежат алгоритмы синхронизации объектов, выполняющихся на различных компьютерах в сети (или различных процессорах многопроцессорной ЭВМ). Наряду с проблемами, которые возникают с синхронизацией объектов необходимо следить за сбалансированностью вычислительных ресурсов. Поэтому распределённая система имитации должна содержать подсистему балансировки, которая выполняет равномерное распределение вычислительных ресурсов в сети. Важной проблемой, которой в настоящее время уделяется большое внимание, является качество информации. В специальном курсе существует раздел, посвящённый вопросам получения «валидной» модели. Кроме того, рассматриваются вопросы хранения промежуточной информации (XML), интеллектуальной обработки результатов моделирования и интеллектуальной генерации моделей, а также рассматриваются вопросы агентного моделирования.

### Приобретаемые знания и умения

В результате освоения дисциплины обучающийся должен знать основные принципы, методы и технологии построения математических и имитационных моделей динамических объектов.

### Образовательные технологии

Курс имеет электронную версию для презентации. Лекции читаются с использованием современных мультимедийных возможностей и проекционного оборудования, а также с использованием пакетов прикладных программ, функционирующих под управлением ядра системы MATLAB.

### Логическая и содержательно-методическая взаимосвязь с другими частями ООП

Теоретические положения курса основываются на дисциплинах курсов обыкновенных дифференциальных уравнений, уравнений математической физики и линейной алгебры, теории систем и теории автоматического управления.

### Дисциплины и практики, для которых освоение данного курса не обходимо как предшествующего

Освоение дисциплины необходимо для научно-исследовательской практики, научно-исследовательской работы, курсовой работы, а также выполнения дипломных работ по современным системам автоматизации управления техническими и социально-экономическими процессами.

**Основные учебные пособия, обеспечивающие курс**

1. Веников В.А., Веников Т.В. Теория подобия и моделирования. М.: Высш. школа, 1986.
2. Неймарк Ю.И. Математические модели в естествознании и технике. Н. Новгород: Изд-во Нижегородского ун-та. Вып. 1, 1994; Вып. 2, 1996.
3. Советов Б.Я., Яковлев С.А. Моделирование систем: Учебник. М.: Высш. школа, 1998.
4. Советов Б.Я., Яковлев С.А. Моделирование систем. Практикум: Учеб. пособие. М.: Высш.школа, 1999.
5. Самарский А.А., Михайлов А.П. Математическое моделирование: Идеи. Методы. При-меры. М.: Наука, 1997.
6. Лядова Л.Н. Имитационное моделирование. Методические указания по курсу «Системное и прикладное программное обеспечение». Пермь: Пермск. ун-т; 2003.
7. Шрайбер Т.Дж. Моделирование на GPSS. М.:Машиностроение, 1980.
8. Клейнен Дж. Статистические методы в имитационном моделировании. М.: Статистика, 1978.
9. Кельтон В.Д., Лоу А.М. Имитационное моделирование. Классика CS. СПб.: БХВ-Питер, 2004.
10. Рыжиков Ю.И. Имитационное моделирование. Теория и технологии. М.: Альтекс, 2004.

**Основные учебно-методические работы, обеспечивающие курс**

1. Калашников В.В. Организация моделирования сложных систем. М.: Знание, 1982.
2. Васильков Ю.В., Василькова Н.Н. Компьютерные технологии вычислений в математическом моделировании: Учебн. пособие. М: Финансы и статистика, 1999.
3. Вабищевич П.Н. Численное моделирование: Учебн. пособие. М.: Изд-во МГУ, 1993.
4. Аврамчук Е.Ф., Вавилов А.А., Емельянов С.В. и др. Под общ. ред. С.В. Емельянова и др. Технология системного моделирования. М.: Машиностроение; Берлин: Техник, 1988.

**Основные научные статьи, обеспечивающие курс**

1. Борщёв А. От системной динамики и традиционного ИМ к практическим агентным моделям: причины , технология , инструменты: [www.gpss.ru](http://www.gpss.ru)
2. Яцкив И. В. Проблема валидации имитационной модели и ее возможные решения (<http://gpss.ru/immod'03/043.html>).

**Программное обеспечение и ресурсы в интернете**

1. Киндлер Е. Языки моделирования. М.:Энергоатомиздат.,1985.
2. Карпов Ю.Г. Имитационное моделирование систем. Введение в моделирование с AnyLogic 5 (+CD). СПб.: БХВ-Питер, 2005.
3. Томашевский В., Жданова Е. имитационное моделирование в среде GPSS. М.: Бестселлер, 2003.
4. Гультияев А.К. MATLAB 5.2 Имитационное моделирование в среде Windows: Практическое пособие. СПб.: КОРОНА, 1999.
5. Медведев В.С., Потёмкин В.Г. Control System Toolbox. MATLAB 5 для студентов. М.: ДИАЛОГ-МИФИ, 1999.
6. Егоренков Д.Л., Фрадков А.Л., Харламов В.Ю. Основы математического моделирования с примерами на языке MATLAB: Учебн. пособие / Под ред. А.Л. Фрадкова. СПб.: Изд-во БГТУ, 1996.

**Контроль успеваемости**

**Промежуточная аттестация** проводится на 8 неделе в форме коллоквиума с оценкой. Критерии формирования оценки – уровень знаний пройденной части курса.

**Текущая аттестация** проводится еженедельно. Критерии формирования оценки – посещаемость занятий, активность студентов на лекциях, уровень подготовки к семинарам.

**Фонды оценочных средств** Контрольные вопросы для текущей аттестации на семинарах; задания для практических занятий; вопросы и задачи для контрольных работ и коллоквиумов; вопросов к зачётам и экзаменам; темы докладов и рефератов.

### Структура и содержание дисциплины

Раздел	Неделя
<p><b>ВВЕДЕНИЕ</b>            Моделирование как метод научного познания. Физический эксперимент - вычислительный эксперимент. Методологическая основа моделирования. Классификация моделей и виды моделирования. Использование моделирования при исследовании и проектировании систем управления.</p>	1-2
<p><b>ОСНОВНЫЕ ЭТАПЫ И ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ СИСТЕМ</b>            Элементы теории подобия. Изоморфизм математических моделей. Теоремы подобия. Этапы моделирования систем управления. Построение концептуальных моделей систем и их формализация. Требования к моделям: адекватность, полнота и гибкость модели, структура и длительность разработки модели, грубость. Непрерывные и дискретные детерминированные модели, непрерывные и дискретные стохастические модели. Агрегативные модели. Модели сложных систем. Иерархия моделей. Декомпозиция и редукция моделей. Хаотические модели. Модели распределенных систем. Модели сетей.</p>	3-5
<p><b>АНАЛИЗ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ СИСТЕМ</b>            Задачи анализа. Структурный и параметрический методы анализа моделей. Анализ математической модели в статическом режиме. Итерационные методы. Анализ математической модели в динамическом режиме. Методы численного моделирования, устойчивость методов. Жесткие модели.</p>	6-7
<p><b>СТАТИСТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМ</b>            Сущность метода статистического имитационного моделирования. Псевдослучайные последовательности и процедуры их машинной генерации. Моделирование случайных воздействий на систему управления.</p>	7-8
<p><b>ОБРАБОТКА И АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ МОДЕЛИРОВАНИЯ</b>            Планирование вычислительного эксперимента. Задачи и методы обработки и представления результатов моделирования. Статистический анализ результатов моделирования.</p>	9-10
<p><b>ПРОГРАММНЫЕ СРЕДСТВА МОДЕЛИРОВАНИЯ СИСТЕМ</b>            Моделирование систем и языки моделирования. Особенности использования алгоритмических языков общего назначения и языков имитационного моделирования. Пакеты прикладных программ моделирования динамических систем и их особенности. Инструментальная вычислительные среды и моделирующие интерактивные средства. Программные средства моделирования узлов и связей в управляющих, информационных и вычислительных сетях.</p>	11-13
<p><b>СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ</b>            Параллельное и распределённое имитационное моделирование. Параллельные и распределённые вычислительные системы. Глобальная и локальная сеть. Управление временем в распределённых системах имитации: последовательное, событийно-ориентированное, процессо-ориентированное, объектно-ориентированное и агентно-ориентированное моделирование. Распределённое моделирование. Технология HLA - High Level Architecture. Оптимизация времени выполнения распределённой имитационной модели. Валидация и верификация имитационной модели. Использование языка XML в имитационном моделировании. Использование онтологий в имитационном моделировании. Агентное моделирование.</p>	14-16

## МЕТОДЫ МНОГОКРИТЕРИАЛЬНОГО ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ

*Лектор: академик, д.ф.-м.н., профессор Васильев Станислав Николаевич  
(кафедра физико-математических методов управления физического факультета МГУ)*

Код курса:	
Статус:	обязательный
Аудитория:	специальный (с эл. розеткой)
Специализация:	Системный анализ, физико-математическое моделирование и управление
Семестр:	12
Трудоёмкость:	2 з.е.
Лекций:	16 часов
Семинаров:	16 часов
Практ. занятий:	4 часа
Отчётность:	экзамен
Начальные компетенции:	М-ПК-1, М-ПК-6
Приобретаемые компетенции:	М-ПК-4, М-ПК-5

### Аннотация курса

Индивидуальное и коллективное принятие решений пронизывает жизнь и деятельность людей. Растущие потребности практики и возможности компьютерной поддержки решений активно стимулируют междисциплинарные исследования проблем анализа альтернативных решений и выбора наилучших. В лекциях излагаются структуры предпочтения и их численные представления, принципы оптимальности альтернативных решений в условиях многокритериальности их оценок, модели и методы индивидуального и группового принятия решений. Рассматриваемые примеры применения теории принятия решений относятся к проблематике отбора проектов в технике и экономике, планирования физических экспериментов, исследования операций в условиях противодействия, ускорения переговорных процессов. В рамках курса студенты обучатся классификации задач и методам принятия решений, в т.ч. с помощью человеко-машинных технологий, опирающихся на новые математические методы.

### Приобретаемые знания и умения

В результате освоения дисциплины обучающийся должен знать основные методы теории многокритериального принятия решений; уметь использовать эти методы на предложенных и своих примерах задач индивидуального и группового принятия решений.

### Образовательные технологии

Курс имеет электронную версию для презентации. Лекции читаются с использованием современных мультимедийных возможностей и проекционного оборудования.

### Логическая и содержательно-методическая взаимосвязь с другими частями ООП

Курс содержательно связан с дисциплиной: "Методы теории экспертно-статистических систем обработки информации".

### Дисциплины и практики, для которых освоение данного курса необходимо как предшествующего

Научно-исследовательская практика, научно-исследовательская работа, курсовая работа; дисциплина: "Методы теории экспертно-статистических систем обработки информации".

### Основные учебные пособия, обеспечивающие курс

1. Микони С.В. Теория и практика рационального выбора. М.: Маршрут, 2004.
2. Арсеньев Ю.Н., Шелобаев С.И., Давыдова Т.Ю. Принятие решений. Интегрированные интеллектуальные системы. М.: ЮНИТИ, 2003.
3. Фишберн П. Теория полезности для принятия решений. М.: Наука, 1978.

### Основные учебно-методические работы, обеспечивающие курс

1. Подиновский В.В. Введение в теорию важности критериев в многокритериальных задачах принятия решений. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2007.
2. Айзерман М.А., Алескеров Ф.Т. Выбор вариантов. Основы теории. М.: ФИЗМАТЛИТ, 1999.

**Основные научные статьи, обеспечивающие курс**

1. Васильев С.Н., Селедкин А.П. Синтез функции эффективности в многокритериальных задачах принятия решений // Изв. АН СССР. Техническая кибернетика, 1980, № 3, С. 186-190.
2. Васильев С.Н., Селедкин А.П., Ширапов Б.Д., Хандуев П.Ж. МЭПР: интерактивная система поддержки принятия управленческих решений в экономике региона // Оптимизация, управление, интеллект, 2000, №4, С. 111-126.
3. Васильев С.Н., Ширапов Б.Д., Мункоев А.В. Многокритериальная оптимизация заказа лекарственных средств аптечным учреждением // там же, С. 127-135.
4. Васильев С.Н., Котлов Ю.В. Свойства некоторых алгоритмов многокритериальной оптимизации на основе обобщенных ранжировок // Оптимизация, управление, интеллект, 2002, №6, С. 158-164.

**Программное обеспечение и ресурсы в интернете**

**Контроль успеваемости** Промежуточная аттестация проводится на 8 неделе в форме коллоквиума с оценкой. Критерии формирования оценки – уровень знаний пройденной части курса.

**Текущая аттестация** проводится еженедельно. Критерии формирования оценки – посещаемость занятий, активность студентов на лекциях, уровень подготовки к семинарам.

**Фонды оценочных средств**

Контрольные вопросы для текущей аттестации на семинарах; задания для практических (лабораторных) занятий; вопросы и задачи для контрольных работ и коллоквиумов; вопросов к зачётам и экзаменам; тесты и компьютерные тестирующие программы; темы докладов и рефератов.

**Структура и содержание дисциплины**

Раздел	Неделя
Введение. Содержательная постановка задачи многокритериального принятия решений. Основные понятия и определения. Иллюстративные примеры. Этапы принятия решений. Выявление проблемы и существенных факторов и ограничений, описывающих проблемную ситуацию. Формулирование целей принятия решения.	1-2
Измерение и шкалы. Экспертные оценки и методы их агрегирования. Формирование дерева критериев качества достижения целей принятия решения. Классификация задач принятия решений. Формализация постановок задач. Порождение альтернатив (на примере).	3-4
Качественные и количественные описания предпочтений. Независимость частных критериев по предпочтению. Нетранзитивность предпочтений. Упорядочение альтернатив в пространстве частных критериев.	5-6
Многокритериальные принципы оптимальности по Эджворту-Парето и Слейтеру. Количественная важность критериев. Методы свертывания частных критериев в один обобщенный. Их достоинства и недостатки. Качественная информация о важности критериев и ее использование для анализа многокритериальных задач. Качественная информация о предпочтениях на некоторых парах паретовских альтернатив и ее использование. Итеративный подход к решению многокритериальных задач.	7-8
Задачи группового выбора. Принятие решения малой группой. Организация экспертизы. Парадоксы систем голосования. Теорема Эрроу.	9-10
Игровые постановки задач принятия решений и методы их решения. Методы ускорения переговорных процессов.	11-12
Методы теории ожидаемой полезности. Динамические сети принятия решения.	13-14
Применение методов многокритериального принятия решений в автоматизированных системах управления, системах автоматизации физического эксперимента, интеллектуальных обучающих системах и тренажерах операторов систем управления.	15-16

## МЕТОДЫ И ТЕХНОЛОГИИ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

*Лектор: д.т.н., профессор Филимонов Николай Борисович*

*(кафедра физико-математических методов управления физического факультета МГУ)*

Код курса:

Статус: обязательная

Аудитория: специальный

Специализация: Системный анализ, физико-математическое моделирование и управление

Семестр: 2

Трудоёмкость: 4 з.е.

Лекций: 38 часов

Семинаров: 18 часов

Практ. занятий: 10 часов

Отчётность: экзамен

Начальные компетенции: М-ПК-1, М-ПК-6

Приобретаемые компетенции: М-ПК-3, М-ПК-4

### Аннотация курса

В курсе представлен современный подход к интеллектуальным вычислениям. Рассмотрены история развития и перспективы искусственного интеллекта, его приложения в повседневной жизни человека. Представлены теоретические основы искусственного интеллекта: информационные аспекты, сведения о бинарной и нечеткой логике, а также методы и модели актуальных направлений искусственного интеллекта, экспертных систем, инженерии знаний, нейронных сетей, генетических алгоритмов методы группирования данных, а также различные нейро-нечеткие структуры. Подробно рассмотрены вопросы практической реализации интеллектуальных систем. Приведено множество примеров, иллюстрирующих разработку и применение рассматриваемых методов и моделей.

### Приобретаемые знания и умения

В результате освоения дисциплины обучающийся должен знать теоретические основы искусственного интеллекта, а также применение методов и технологий искусственного интеллекта в задачах управления и обработки информации.

### Образовательные технологии

Курс имеет электронную версию для презентации. Лекции читаются с использованием современных мультимедийных возможностей и проекционного оборудования, а также с использованием пакетов прикладных программ, функционирующих под управлением ядра системы MATLAB.

### Логическая и содержательно-методическая взаимосвязь с другими частями ООП

Теоретические положения курса основываются на дисциплинах курсов обыкновенных дифференциальных уравнений, уравнений математической физики и линейной алгебры, теории систем и теории автоматического управления.

### Дисциплины и практики, для которых освоение данного курса необходимо как предшествующего

Освоение дисциплины необходимо для научно-исследовательской практики, научно-исследовательской работы, курсовой работы, а также выполнения дипломных работ по современным системам автоматизации управления техническими и социально-экономическими процессами.

### Основные учебные пособия, обеспечивающие курс

1. Попов Э.В. и др. Статические и динамические экспертные системы. М.: Финансы и статистика, 1996.
2. Рассел С., Норвиг П. Искусственный интеллект. Современный подход. М.: Вильямс, 2007.
3. Рутковская Д., Пилиньский М., Рутковский Л. Нейронные сети, генетические алгоритмы и нечеткие системы. Горячая линия - Телеком, 2007.
4. Борисов В.В., Круглов В.В., Федулов А.С. Нечеткие модели и сети. Горячая линия - Телеком, 2007
5. Искусственный интеллект. - Справочник в 3-х томах. М.: Радио и связь,

1990.

**Основные учебно-методические работы, обеспечивающие курс**

1. Нечаев Ю.И. Искусственный интеллект: концепции и приложения. С-Петербург, Изд.ГМТУ,2001.
2. Девятков В. В. Системы искусственного интеллекта / Гл. ред. И. Б. Фёдоров. М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2001.
4. Лорьер Ж.-Л. Системы искусственного интеллекта. М.: Мир, 1991.
5. Люгер Дж. Ф. Искусственный интеллект: стратегии и методы решения сложных проблем / Под ред. Н. Н. Куссуль. М.: Вильямс, 2005.
6. Нильсон Н. Искусственный интеллект. М.: Мир, 1973.
7. Петрунин Ю.Ю., Рязанов М.А., Савельев А.В. Философия искусственного интеллекта в концепциях нейронаук. (Научная монография). М.: МАКС Пресс, 2010.
8. Рассел С., Норвиг П. Искусственный интеллект: современный подход М.: Вильямс, 2006.

**Основные научные статьи, обеспечивающие курс**

**Программное обеспечение и ресурсы в интернете**

**Контроль успеваемости**

**Промежуточная аттестация** проводится на 8 неделе в форме коллоквиума с оценкой. Критерии формирования оценки – уровень знаний пройденной части курса.

**Текущая аттестация** проводится еженедельно. Критерии формирования оценки – посещаемость занятий, активность студентов на лекциях, уровень подготовки к семинарам.

**Фонды оценочных средств**

Контрольные вопросы для текущей аттестации на семинарах; задания для практических занятий; вопросы и задачи для контрольных работ и коллоквиумов; вопросов к зачётам и экзаменам; темы докладов и рефератов.

**Структура и содержание дисциплины**

Раздел	Неделя
<b>ВВЕДЕНИЕ.</b> Состояние и проблемы разработки современных интеллектуальных систем (ИС).	1-2
<b>ОСНОВНЫЕ ЗАДАЧИ,</b> решаемые при разработке и использовании ИС. Сферы применения ИС и специфика решаемых задач в области мониторинга и контроля поведения сложных технических объектов, экономике, медицине, управлении, обучении и прочее.	3-4
<b>ИСТОЧНИКИ ИНФОРМАЦИИ,</b> используемые при разработке ИС. Методы работы с экспертами. Примеры формализации предметной области.	5
<b>ОСОБЕННОСТИ ОБРАБОТКИ СИГНАЛОВ,</b> используемых в качестве входных данных в ИС реального времени. Идентификация систем	6-7
<b>ОСОБЕННОСТИ РЕШЕНИЯ ОБРАТНЫХ ЗАДАЧ</b> при реализации ИС.	8
<b>РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ АНАЛИЗА СОСТОЯНИЯ СЛОЖНЫХ ДИНАМИЧЕСКИХ СИСТЕМ</b> при реализации ИС реального времени. Особенности алгоритмов, реализуемых в ИС. Примеры реализации ИС реального времени мониторинга и анализа безопасности состояния сложных технических объектов в условиях нерегулярных внешних воздействий (судно, летательный аппарат, производство).	9-10
<b>РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ ПРОГНОЗА ПОВЕДЕНИЯ СЛОЖНЫХ ДИНАМИЧЕСКИХ СИСТЕМ</b> при реализации ИС реального времени. Особенности алгоритмов, реализуемых в ИС. Примеры реализации ИС реального времени прогноза развития, в том числе аварийных ситуаций, в нормальных и экстремальных условиях эксплуатации сложных технических объектов в нечет-	11-12

ких недостоверных условиях.	
<b>МОДЕЛИ ПРОГНОЗА РАЗВИТИЯ АВАРИЙНЫХ</b> ситуаций. Реализация принципа конкуренции в многопроцессорной вычислительной среде.	13
<b>УЧЕТ КРИТЕРИАЛЬНЫХ СООТНОШЕНИЙ ПРИ РЕАЛИЗАЦИИ ИС.</b> Оценка адекватности используемых математических моделей в ИС реального времени.	14
<b>МЕТОДЫ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕСТИРОВАНИЯ ИС</b> (программный код, база знаний, ввод / вывод). Разработка и роль инструментальных средств.	15-16
<b>РАЗРАБОТКА ИНТЕРФЕЙСА ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ ИС.</b> Способы достижения наилучшего восприятия информации пользователем ИС.	17
<b>РОЛЬ И МЕТОДЫ ПРИМЕНЕНИЯ ВЫСОКОПРОИЗВОДИТЕЛЬНЫХ КОМПЬЮТЕРНЫХ РЕСУРСОВ</b> при разработке и реализации ИС.	18

## МЕТОДЫ ГАРАНТИРОВАННОГО ОЦЕНИВАНИЯ И УПРАВЛЕНИЯ В ДИНАМИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ

*Лектор: д.т.н., профессор Афанасьев Валерий Николаевич*

*(кафедра физико-математических методов управления физического факультета МГУ)*

Код курса:

Статус: по выбору

Аудитория: специальный

Специализация: Системный анализ,  
физико-математическое моделирование и управление

Семестр: 3

Трудоёмкость: 4 з.е.

Лекций: 32 часов

Семинаров: 18 часов

Практ. занятий: 18 часа

Отчётность: экзамен

Начальные компетенции: М-ПК-1, М-ПК-6

Приобретаемые компетенции: М-ПК-3, М-ПК-4

### Аннотация курса

В задачу курса входит систематическое изучение неклассических методов оценивания и управления, называемых гарантирующими. Дается элементарное введение в теорию гарантирующего оценивания и управления, основанную на использовании минимаксного подхода. Развиваются методы представления нелинейных систем системами с параметрами, зависящими от состояния и синтеза оптимальных решений наблюдения и управления такими системами с функционалами, весовые параметры которых зависят от состояния объекта. Развивается метод синтеза управлений для нелинейных систем, линеаризуемых обратной связью.

### Приобретаемые знания и умения

В результате освоения дисциплины обучающийся должен знать основные принципы построения систем наблюдения и управления с неполной информацией о состоянии объектов, их параметрах и взаимодействии со средой.

### Образовательные технологии

Курс имеет электронную версию для презентации. Лекции читаются с использованием современных мультимедийных возможностей и проекционного оборудования.

### Логическая и содержательно-методическая взаимосвязь с другими частями ООП

Теоретические положения курса основываются на дисциплинах «Теория систем», «Теория оптимального управления детерминированными и стохастическими системами».

### Дисциплины и практики, для которых освоение данного курса необходимо как предшествующего

Научно-исследовательская практика, научно-исследовательская работа, курсовая работа, выполнение дипломных работ по математическому конструированию неопределенных систем различной физической природы (систем наблюдения и управления с неполной информацией).

### Основные учебные пособия, обеспечивающие курс

1. Афанасьев В.Н. Динамические системы управления с неполной информацией. Алгоритмическое конструирование. М.: КомКнига, 2007.
2. Афанасьев В.Н. Управление неопределенными динамическими объектами. М.: Физматлит. 2008.
3. Поляк Б.Т., Щербаков П.С. Робастная устойчивость и управление. М.: Наука, 2002.

### Основные учебно-методические работы, обеспечивающие курс

1. Емельянов С.В. Избранные труды по теории управления. М.: Наука, 2006.
2. Тертычный-Даури В.Ю. Адаптивная механика. М.: Факториал, 2003.
3. Djaferis T.E. Robust control design: a polynomial approach. Boston: Kluwer, 1995.
4. Kogan J. Robust stability and convexity. London: Springer-Verlag, 1995.

5. Дьяконов В.П. MATLAB, Simulink в математике и моделировании. Салон-пресс, 2005.

**Основные научные статьи, обеспечивающие курс**

1. Афанасьев В.Н. Управление нелинейными объектами с параметрами, зависящими от состояния // АиТ. 2011. №4. С. 43-56.
2. Афанасьев В.Н. Субоптимальное управление нелинейным объектом, линеаризуемым обратной связью.// Изв.РАН. ТиСУ. 2011.№3ю С.25-34.
3. Баландин Д.В., Коган М.М. Оптимальное гашение колебаний высотных сооружений при сейсмических воздействиях //Изв. РАН: ТиСУ. 2004. №5. С. 60-66.
4. Xin M., Balakrisnan S.N. Missile longitudinal autopilot design using a new suboptimal nonlinear control method // IEE Proc. Control Theory Appl. 2003. 150 (6). 577-584 P.

**Программное обеспечение и ресурсы в интернете**

Система MatLab,, [www.automationlabs.ru](http://www.automationlabs.ru)

**Контроль успеваемости**

**Промежуточная аттестация** проводится на 8 неделе в форме коллоквиума с оценкой. Критерии формирования оценки – уровень знаний пройденной части курса.

**Текущая аттестация** проводится еженедельно. Критерии формирования оценки – посещаемость занятий, активность студентов на лекциях, уровень подготовки к семинарам.

**Фонды оценочных средств**

Контрольные вопросы для текущей аттестации на семинарах; задания для практических (лабораторных) занятий; вопросы и задачи для контрольных работ и коллоквиумов; вопросов к зачётам и экзаменам; тесты и компьютерные тестирующие программы; темы докладов и рефератов.

**Структура и содержание дисциплины**

Раздел	Неделя
<p><b>ГАРАНТИРОВАННОЕ УПРАВЛЕНИЕ НЕЛИНЕЙНЫМ ОБЪЕКТОМ ПО ПЕРВОМУ ПРИБЛИЖЕНИЮ</b>            Постановка задачи. Необходимые условия существования стабилизирующего управления. Переходный процесс нелинейной системы в задаче стабилизации. Условия существования гарантированного терминального управления. Гарантированное управление билинейным объектом. Необходимые условия существования стабилизирующего управления. Гарантированное терминальное управление неопределенным билинейным объектом.</p>	1-3
<p><b>SDRE-МЕТОД СИНТЕЗА УПРАВЛЯЮЩИХ ВОЗДЕЙСТВИЙ</b>            Постановка задачи. Дифференциальная игра: общее решение. Оптимальные стратегии дифференциальной игры. Анализ устойчивости по Ляпунову. SDC-параметризация нелинейных объектов. Структура регулятора. Существование SDRE стабилизирующего управления. Анализ локальной оптимальности дифференциальной игры. Множество стабилизирующих управлений.</p>	2-4
<p><b>УПРАВЛЕНИЕ СИСТЕМАМИ, ЛИНЕАРИЗУЕМЫМИ ОБРАТНОЙ СВЯЗЬЮ</b>            Постановка задачи. Линеаризация обратной связью. Локальное преобразование координат для SISO систем. Локальное преобразование координат для MIMO систем. Существование линеаризации обратной связью. Теоретические основы метода гарантированного управления нелинейным объектом. Синтез управления на основе уравнения Гамильтона-Якоби-Беллмана. Анализ устойчивости субоптимального решения.</p>	5-7
<p><b>КОНЦЕПЦИЯ ГАРАНТИРОВАННОГО УПРАВЛЕНИЯ СИСТЕМАМИ С ПАРАМЕТРАМИ, ЗАВИСЯЩИМИ ОТ СОСТОЯНИЯ</b>            Постановка задачи. SDC-метод представления нелинейных объектов. Стратегии гарантирующего управления. SDRE-метод синтеза гарантированного управления нелинейными объектами. «Коридор» отклонений решений в задаче дифференциальной игры. Исследование влияния возмущений. Гарантированное управление в задаче парирования возмущений.</p>	8-11

<p><b>КОНЦЕПЦИЯ ГАРАНТИРОВАННОЙ ЗАЩИТЫ ЦЕЛИ</b>  Постановка задачи. Линейно квадратическая задача защиты цели в условиях полной информации об объекте нападения. Линейно квадратическая задача защиты цели в условиях неполной информации об объекте нападения. SDRE-метод синтеза гарантированной защиты цели в условиях. Исследование влияния возмущений.</p>	12-13
<p><b>МЕТОДЫ ГАРАНТИРОВАННОГО ОЦЕНИВАНИЯ</b>  Постановка задачи. Методы гарантированного оценивания. Непрерывные измерения. Исследование влияния возмущений.</p>	13-15
<p><b>МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ НЕЛИНЕЙНЫХ УПРАВЛЯЕМЫХ СИСТЕМ</b>  Конструирование и моделирование систем гарантированного управления объектами различной физической природы (ядерный реактор, парирование возмущений, управление экономическими, биологическими и технологическими объектами с неполной информацией о состоянии, параметрах и взаимодействии со средой)</p>	16-17

## КАЧЕСТВЕННЫЕ МЕТОДЫ НЕЛИНЕЙНОГО АНАЛИЗА ДИНАМИЧЕСКИХ И УПРАВЛЯЕМЫХ СИСТЕМ

*Лектор: академик, д.ф.-м.н., профессор Васильев Станислав Николаевич  
(кафедра физико-математических методов управления физического факультета МГУ)*

Код курса:	
Статус:	обязательный
Аудитория:	специальный (с эл. розеткой)
Специализация:	Системный анализ, физико-математическое моделирование и управление
Семестр:	10
Трудоёмкость:	2 з.е.
Лекций:	16 часов
Семинаров:	16 часов
Практ. занятий:	4 часа
Отчётность:	экзамен
Начальные компетенции:	М-ПК-1, М-ПК-6
Приобретаемые компетенции:	М-ПК-4, М-ПК-5

### Аннотация курса

Потребности анализа систем вызывают необходимость использования разных преобразований их математических моделей из некоторых исходных форм в другие, более удобные для исследования. При этом возникает необходимость сохранения тех или иных интересующих исследователя свойств из полученной модели в исходную и/или в обратном направлении. В лекциях развивается метод редукции, являющийся регулярным методом как исследования корректности модельных преобразований, так и выявления модельных аналогий, например, в смысле теорем сравнения метода векторных функций Ляпунова или теорем о сохранении свойств при морфизмах систем. В рамках курса студенты обучатся алгоритмическому получению условий устойчивости, стабилизации, управляемости, инвариантности, диссипативности, оптимальности динамических систем разной природы, в т.ч. гибридных систем логико-динамической природы.

### Приобретаемые знания и умения

В результате освоения дисциплины обучающийся должен знать основные процедуры метода редукции для нелинейного анализа динамических и управляемых систем, его связь с методом векторных функций Ляпунова и методами морфизмов в математической теории систем; уметь использовать эти методы в задачах анализа разных свойств динамических и управляемых систем.

### Образовательные технологии

Курс имеет электронную версию для презентации. Лекции читаются с использованием современных мультимедийных возможностей и проекционного оборудования.

### Логическая и содержательно-методическая взаимосвязь с другими частями ООП

Курс содержательно связан с дисциплинами: "Методы математического и имитационного моделирования", "Системы наблюдения и управления с неполной информацией", "Методы гарантированного оценивания и управления в динамических системах".

### Дисциплины и практики, для которых освоение данного курса необходимо как предшествующего

Научно-исследовательская практика, научно-исследовательская работа, курсовая работа.

### Основные учебные пособия, обеспечивающие курс

1. Матросов В.М., Анапольский Л.Ю., Васильев С.Н. Метод сравнения в математической теории систем. Новосибирск, Наука, 1980.
2. Матросов В.М., Васильев С.Н., Козлов Р.И. и др. Алгоритмы вывода теорем метода ВФЛ. Новосибирск, Наука, 1981.

### Основные учебно-методические работы, обеспечивающие курс

1. Васильев С.Н. Логический подход к автоматизации исследований и разработок, Изд-во ИРВЦ, 1991.

**Основные научные статьи, обеспечивающие курс**

1. Васильев С.Н. Метод редукции и качественный анализ динамических систем, I, II // Известия РАН. Теория и системы управления, 2006, № 1, с. 21-29, № 2, с. 5-17.
2. Васильев С.Н. Метод сравнения в анализе систем, I-IV // Дифференциальные уравнения, 1981, т. 17, № 9, с. 1562-1573, №11, с. 1945-1954, 1982, т. 18, №2, с.197-205, №6, с. 938-947.
3. Васильев С.Н. К управляемости нелинейных систем при фазовых ограничениях и постоянно действующих возмущениях // Известия РАН, Техническая кибернетика, 1993, №1, с. 77-82.

**Программное обеспечение и ресурсы в интернете**

1. Васильев С.Н., Ульянов С.А. Свид. офиц. регистрации программы ЭВМ, 2006, №2006610937.
2. Васильев С.Н., Ульянов С.А. Свид. офиц. регистрации программы ЭВМ, 2006, №2006610938.

**Контроль успеваемости**

**Промежуточная аттестация** проводится на 8 неделе в форме коллоквиума с оценкой. Критерии формирования оценки – уровень знаний пройденной части курса.

**Текущая аттестация** проводится еженедельно. Критерии формирования оценки – посещаемость занятий, активность студентов на лекциях, уровень подготовки к семинарам.

**Фонды оценочных средств**

Контрольные вопросы для текущей аттестации на семинарах; задания для практических (лабораторных) занятий; вопросы и задачи для контрольных работ и коллоквиумов; вопросов к зачётам и экзаменам; тесты и компьютерные тестирующие программы; темы докладов и рефератов.

**Структура и содержание дисциплины**

Раздел	Неделя
Введение. Обзор математических концепций динамических систем и процессов.	1
Основные динамические свойства и их классификация.	2
Теоремы об устойчивости А.М.Ляпунова, дифференциальные неравенства типа Чаплыгина-Важевского. Связь условий устойчивости А.М.Ляпунова, К.Кордуняну и В.М.Матросова.	3-5
Теоремы об ограниченности Т.Йосидзава. Принцип сравнения и метод редукции в динамике системы процессов с управлениями при постоянно действующих возмущениях (СПУВ).	6-9
Редукции для основных динамических свойств СПУВ типа стабилизируемости, диссипативности, управляемости, инвариантности.	10-11
Редукции для составных динамических свойств (оптимальности по быстродействию, управляемости при фазовых ограничениях и др).	12
Алгоритмы обращения теорем редукции для основных динамических свойств СПУВ.	13-14
Применения в исследовании дискретно-событийных и алгебраических систем.	15-16

## ПАРАЛЛЕЛЬНЫЕ ВЫЧИСЛЕНИЯ

Лектор: д.ф.-м.н., доцент Лазарев Александр Алексеевич

(кафедра физико-математических методов управления физического факультета МГУ)

Код курса:	
Статус:	обязательный
Аудитория:	специальный
Специализация:	Системный анализ, физико-математическое моделирование и управление
Семестр:	9
Трудоёмкость:	2 з.е.
Лекций:	16 часов
Семинаров:	16 часов
Практ. занятий:	4 часа
Отчётность:	Экзамен
Начальные компетенции:	М-ПК-1, М-ПК-6
Приобретаемые компетенции:	М-ПК-3, М-ПК-4

### Аннотация курса

В сжатой форме дается изложение основ распределённых вычислений. Для решения задач дискретной оптимизации (Ранец, Разбиение, задач теории расписаний) будут использоваться параллельные алгоритмы на основе метода ветвей и границ (Constraint Programming) и динамического типа (графический алгоритм). Будут детально рассмотрены вопросы программирования на MPI и OpenCL.

### Приобретаемые знания и умения

В результате освоения дисциплины обучающийся должен знать и уметь программировать на кластере, создавать программы решения задач дискретной оптимизации, видеть преимущества и недостатки того или иного подхода, а также уметь решать практические задачи.

### Образовательные технологии

Курс имеет электронную версию для презентации. Лекции читаются с использованием современных мультимедийных возможностей и проекционного оборудования.

### Логическая и содержательно-методическая взаимосвязь с другими частями ООП

Курс является теоретическим базисом к дисциплинам: "Дискретный анализ", "Теория расписаний", "Параллельные вычисления" и "Численные методы".

### Дисциплины и практики, для которых освоение данного курса необходимо как предшествующего

Научно-исследовательская практика, научно-исследовательская работа, курсовая работа. Планируется проведение практических занятий на кластере ИПУ РАН.

### Основные учебные пособия, обеспечивающие курс

1. Воеводин В.В. Математические основы параллельных вычислений. М.: Изд-во МГУ, 1991.
2. Программирование на параллельных вычислительных системах. Под ред. Р.Бэбба. М.: Мир, 1991.
3. Корнеев В.В. Параллельные вычислительные системы. М.: Нолидж, 1999.

### Основные учебно-методические работы, обеспечивающие курс

1. Воеводин В.В. Математические модели и методы в параллельных процессах. М.: Наука, 1986.
2. СуперЭВМ. Аппаратная и программная организация. Под. Ред. С.Фернбаха. М.: Радио связь, 1989.

### Основные научные статьи, обеспечивающие курс

**Программное обеспечение и ресурсы в интернете**

<http://phys.msu.ru/rus/about/structure/div/div-experimental/chair-upravleniya/>

**Контроль успеваемости**

**Промежуточная аттестация** проводится на 8 неделе в форме коллоквиума с оценкой. Критерии формирования оценки – уровень знаний пройденной части курса.

**Текущая аттестация** проводится еженедельно. Критерии формирования оценки – посещаемость занятий, активность студентов на лекциях, уровень подготовки к семинарам.

**Фонды оценочных средств**

Контрольные вопросы для текущей аттестации на семинарах; задания для практических (лабораторных) занятий; вопросы и задачи для контрольных работ и коллоквиумов; вопросов к зачётам и экзаменам; тесты и компьютерные тестирующие программы; темы докладов и рефератов.

### Структура и содержание дисциплины

Раздел	Неделя
Эволюция развития вычислительных высокопроизводительных систем. Классическая фон-Неймановская архитектура. Математическая и технологическая реализация. Современные тенденции развития высокопроизводительных вычислительных систем.	1
Понятие распределенных вычислений. Метакомпьютинг. Принципы организации. Сетевые протоколы. Сеть INTERNET. Протокол TCP/IP. IP адресация. Потокосовые и нейронные системы. Grid-технологии.	2
Оптические вычислительные системы. Квантово-механические вычисления. Естественный параллелизм квантово-механических и оптических систем.	3
Роль программного обеспечения в высокопроизводительных вычислениях. Операционные системы поддержки параллельных и распределенных вычислений: UNIX (Linux) и Windows. Краткая характеристика основных языков высокопроизводительных вычислений: C, C++, High Performance Fortran (HPF).	4-5
Программное обеспечение параллельных вычислений. Две модели программирования: последовательная и параллельная. Параллелизм данных и задач. Вычислительные кластеры. Трудозатраты на распараллеливание или векторизацию программы. Методы векторизации и распараллеливания программ. Применение разных языков программирования. Взаимодействие трех частей программ - параллельной, последовательной и обменом данными. Синхронизация процессов. Параллельные библиотеки. Пример параллельного алгоритма решения задачи Ранец методом динамического программирования и графическим методом. Организация вычислений на OpenCL и MPI. Проведение сравнительного анализа эффективности алгоритмов.	6-9
Алгоритмы для высокопроизводительных вычислений. Использование векторных операций и функций HPF. Что такое PVM и MPI? Использование PVM и MPI в численных расчетах в кластерных системах. Fortran, C, C++ реализации. Общие процедуры. Прием-передача сообщений между отдельными процессами. Объединение запросов на взаимодействие. Коллективные взаимодействия процессов и их синхронизация. Работа с группами процессов.	10-11
Программное обеспечение распределенных вычислений. Распределенные приложения, базы данных. Использование технологий COM (DCOM), COM+, .NET, а также CORBA технологий при построении эффективных информационных систем.	12-13
Пакеты численного моделирования. Краткая спецификация и характеристика современных программных продуктов универсального назначения. Специализированные пакеты и их применение. Пакеты для научных и технических расчетов. Пакеты MATLAB, MATCAD: краткая характеристика и классификация. Пакеты символьного моделирования. Специализированные и универсальные пакеты: характеристика и классификация. Краткое описание пакетов MATHEMATICA, MAPLE. Возможности распараллеливания символьных вычислений. Краткая характеристика параллелизма в пакетах компьютерной алгебры MATHEMATICA (Parallel Computing Toolkit for MATHEMATICA 4.0), MAPLE.	14

Роль 2D- и 3D-графики в современных научных и технологических задачах. Отличие вычислительных экспериментов от натуральных. Принципы построения 2D и 3D-графики. Визуализационные пакеты.	15
Разработка новых и адаптация существующих СУБД для суперЭВМ массивной параллельной, кластерной и гибридной архитектур.	16

## ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ФИЗИЧЕСКИХ И ДРУГИХ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЯХ

*Лектор: д.ф.-м.н., профессор Кушнер Алексей Гурьевич*

*(кафедра физико-математических методов управления физического факультета МГУ)*

Код курса:		<b>Аннотация курса</b> Цель курса – формирование представлений о новых компьютерных технологиях в математике. В курсе изучаются компьютерные системы для символьных и численных расчетов (Maple, Mathematica, Scientific Work Place, MathCAD), а также система программирования математических текстов LaTeX. Излагаемый на лекциях теоретический материал закрепляется и отрабатывается на семинарских и практических занятиях, которые должны развить у студента умение решать следующие задачи: - применять компьютерные технологии при моделировании физических процессов и в задачах управления; - создавать собственные компьютерные программы на языках изучаемых компьютерных систем; - создавать анимированные изображения и визуализировать математические модели физических процессов; - создавать сложные математические тексты и презентации в системе LaTeX.
Статус:	обязательный	
Аудитория:	специальный	
Специализация:	Системный анализ, физико-математическое моделирование и управление	
Семестр:	3	
Трудоёмкость:	4 з.е.	
Лекций:	36 часов	
Семинаров:	18 часов	
Практ. занятий:	18 часов	
Отчётность:	зачет	
Начальные компетенции:	М-ПК-1 М-ПК-6	
Приобретаемые компетенции:	М-ПК-4, М-ПК-5	

### **Приобретаемые знания и умения**

В результате освоения дисциплины обучающийся должен знать основные принципы построения и работы современных компьютерных систем для символьных и численных расчетов, уметь использовать основные современные системы для моделирования физических процессов и процессов управления.

### **Образовательные технологии**

Курс имеет электронную версию для презентации. Лекции читаются с использованием современных мультимедийных возможностей и проекционного оборудования.

### **Логическая и содержательно-методическая взаимосвязь с другими частями ООП**

Курс является логическим продолжением следующих курсов: «Компьютерно-аналитические методы математической физики и управления», «Методы оптимизации», «Методы математического и имитационного моделирования»

### **Дисциплины и практики, для которых освоение данного курса необходимо как предшествующего**

Научно-исследовательская практика, научно-исследовательская работа, подготовка магистерской диссертации.

### **Основные учебные пособия, обеспечивающие курс**

1. Говорухин В., Цибулин Б. Компьютер в математическом исследовании. СПб.: ПИТЕР, 2001.
2. Тарасевич Ю.Ю. Информационные технологии в математике. Изд. 2, URSS, 2008.
3. Иванов А.О., Ильютко Д.П., Носовский Г.В., Тужилин А.А., Фоменко А.Т. Компьютерная геометрия: практикум. М.: Бином, 2010..

### **Основные учебно-методические работы, обеспечивающие курс**

1. Львовский С.М. Набор и верстка в пакете LaTeX. М.: МЦНМО, 2006.
2. Дьяконов В.П. Maple 9.5/10 в математике, физике и образовании. М.: СОЛОН Пресс, 2006.

3. Дьяконов В.П. MATLAB 6.5 SP1/7.0 + Simulink 5/6 в математике и моделировании Сер. «Библиотека профессионала». М.: СОЛОН Пресс, 2005.
4. Федоренко Р.П. Введение в вычислительную физику. М.: Изд-во МФТИ. 1994.
5. Румшицкий Л.З. Математическая обработка результатов эксперимента. М.: Наука, 1971.
6. Baumann G. Symmetry Analysis of Differential Equations with Mathematica. Springer, 2000.

**Основные научные статьи, обеспечивающие курс**

1. Тихоненко А.В. Тензорное исчисление и его приложения в MAPLE и MATHCAD // Электронный научный журнал «ИССЛЕДОВАНО В РОССИИ». <http://zhurnal.ape.relarn.ru/articles/2007/069.pdf>.

**Программное обеспечение и ресурсы в интернете**

<http://wolfram.com>, <http://www.maplesoft.com>, <http://ctan.org>

**Контроль успеваемости**

**Промежуточная аттестация** проводится на 7 неделе в форме коллоквиума с оценкой. Критерии формирования оценки – уровень знаний пройденной части курса.

**Текущая аттестация** проводится еженедельно. Критерии формирования оценки – посещаемость занятий, активность студентов на лекциях, уровень подготовки к семинарам.

**Фонды оценочных средств**

Контрольные вопросы для текущей аттестации на семинарах; задания для практических занятий; вопросы и задачи для контрольных работ и коллоквиумов; вопросов к зачётам и экзаменам; тесты и компьютерные тестирующие программы; темы докладов и рефератов.

### Структура и содержание дисциплины

Раздел	Неделя
Пакеты для символьных и численных расчетов. Типы данных. Элементарные математические операции в системах компьютерной алгебры. Дробно-рациональные функции.	1
Символьное и численное решение функциональных уравнений и систем уравнений.	2
Символьное и численное решение обыкновенных дифференциальных уравнений. Построение фазовых портретов динамических систем.	3-4
Символьное и численное решение уравнений в частных производных. Решение дифференциальных уравнений с помощью симметрий.	5-6
Строковые данные и основные теоретико-множественные операции. Символьные вычисления в задачах линейной алгебры.	7-8
Тензоры в пакетах символьных вычислений.	9
Графики функций одной и двух переменных. Построение кривых и поверхностей. Сплайны. Кривые Безье. Анимированные изображения. Графы в компьютерной геометрии.	10-11
Моделирование физических процессов и процессов управления.	12-13
Программирование в системах компьютерной алгебры.	14-15
Создание математических текстов в системе LaTeX. Создание презентаций.	16-17
Изменение стандартных стилей и создание собственных команд в LaTeX.	18

## МЕТОДЫ УПРАВЛЕНИЯ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИМИ И ОРГАНИЗАЦИОННЫМИ СИСТЕМАМИ В УСЛОВИЯХ ДЕТЕРМИНИРОВАННОЙ И СТОХАСТИЧЕСКОЙ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ

*Лектор: д.т.н., профессор Мандель Александр Соломонович  
(кафедра физико-математических методов управления физического факультета МГУ)*

Код курса:	
Статус:	обязательный
Аудитория:	специальный
Специализация:	Системный анализ, физико-математическое моделирование и управление
Семестр:	10
Трудоёмкость:	2 з.е.
Лекций:	26 часов
Семинаров:	6 часов
Практ. занятий:	
Отчётность:	Экзамен
Начальные компетенции:	М-ПК-1, М-ПК-6
Приобретаемые компетенции:	М-ПК-4, М-ПК-5

### Аннотация курса

Курс состоит из двух разделов: базового математического и прикладного.

I. Основы теории случайных процессов, исследования и оптимизации управления системами со случайной динамикой. Вероятностные пространства. Вероятностная мера. Случайные величины и процессы. Интеграл Лебега. Математические ожидания. Условные математические ожидания. Функция ковариации. Прогнозирование. Марковские процессы. Мартингалы и полумартингалы. Дифференциал Ито и стохастические дифференциальные уравнения. Теория оптимальных систем.

II. Модели и методы управления производственно-складскими системами в условиях действия стохастических возмущений и при наличии неопределенности.

Во многих задачах управления и, в том числе, управления социально-экономическими и организационными системами необходимо решать задачи синтеза оптимальных или рациональных (осмысленных) управлений в условиях неопределенности. Здесь под неопределенностью понимается отсутствие хорошо обоснованной, подтвержденной значимыми статистическими данными математической модели, которой описываются протекающие в системе процессы с учетом имеющихся причинно-следственных связей. Возможны два основных варианта.

Первый вариант – адаптивные и робастные системы управления производством и запасами. Здесь в процессе управления, совмещенном с процессом идентификации, математическая модель объекта уточняется настолько, что неопределенность «рассеивается» и вырабатываемые на основе модели управления становятся оптимальными.

Второй вариант – экспертно-статистические системы обработки информации для управления производственно-складскими системами. При этом в нестационарном случае парадигма управления основана на теореме разделения, а процесс управления ведется при помощи экспертов, опирающихся на специальным образом препарированную и подготовленную статистическую информацию.

**Приобретаемые знания и умения** В результате освоения дисциплины обучающийся должен знать основные методы и алгоритмы решения задач управления социально-экономическими системами в условиях существенной неопределенности., когда для адекватного решения задачи требуется привлечь квалифицированных экспертов.

<b>Образовательные технологии</b>	Курс имеет электронную версию для презентации. Лекции читаются с использованием современных мультимедийных возможностей и проекционного оборудования.
<b>Логическая и содержательно-методическая взаимосвязь с другими частями ООП</b>	Курс является развитием, теоретическим обобщением и, одновременно, прикладной иллюстрацией к дисциплине «Методы теории экспертно-статистической обработки информации».
<b>Дисциплины и практики, для которых освоение данного курса необходимо как предшествующего</b>	Научно-исследовательская практика, научно-исследовательская работа, курсовая работа.
<b>Основные учебные пособия, обеспечивающие курс</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Пугачев В.С. Теория случайных функций. М.: Физматгиз, 1960.</li> <li>2. Гихман И.И., Скороход А.В. Введение в теорию случайных процессов. М.: Наука, 1977.</li> <li>3. Липцер Р.Ш., Ширяев А.Н. Теория мартингалов. М.: Наука, 1986.</li> <li>4. Ширяев А.Н. Вероятность. М.: Наука. 1989.</li> <li>5. Основы управления технологическими процессами. Под ред. Н.С.Райбмана. М.: Наука, 1978.</li> <li>6. Поляк Б.Т. Введение в оптимизацию. М.: Наука, 1983.</li> <li>7. Лотоцкий В.А., Мандель А.С. Модели и методы управления запасами. М.: Наука, 1991.</li> </ol>
<b>Основные учебно-методические работы, обеспечивающие курс</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Цыпкин Я.З. Информационная теория идентификации. М.: Наука, 1995.</li> <li>2. Пугачев В.С., Сеницин И.Н. Теория стохастических систем. М.: Логос, 2004.</li> <li>3. Беляков А.Г., Мандель А.С. Прогнозирование временных рядов (элементы теории экспертно-статистических систем. М.: ИПУ РАН, 2002.</li> </ol>
<b>Основные научные статьи, обеспечивающие курс</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Беляков А.Г., Мандель А.С. Анализ достоверности выводов, формируемых с помощью экспертно-статистических систем. М.: ИПУ РАН, 2002.</li> <li>2. Мандель А.С. Метод аналогов и прогнозирование коротких временных рядов: экспертно-статистический подход / Автоматика и телемеханика. №4. 2004. С. 143-152.</li> <li>3. Беляков А.Г., Лапин А.В., Мандель А.С. Управление запасами товаров ажиотажного спроса // Проблемы управления, № 6, 2005. С. 40-45.</li> <li>4. Барладян И.И., Борзенко Н.И., Лапин А.В., Мандель А.С., Токмакова А.Б. Сравнительный анализ “близоруких” и “дальнозорких” стратегий управления запасами в условиях неопределенности. / В кн. «Пленарные доклады и избранные труды Третьей междунар. конф. по проблемам управления». М.: ИПУ РАН, 2006. С. 774-883.</li> <li>5. Mandel A.S., Belyakov A.G., Semenov D.A. Expert-Statistical Processing of Data and the Method of Analogs in Solution of Applied Problems in Control Theory / In: Preprints of the 17th IFAC World Congress. July 6-11, 2008, Seoul, Korea. P. 3180-3185.</li> <li>6. Mandel A.S. Models and Algorithms of Inventory Control in Case of Uncertainty / Preprints of 13th IFAC Symp. on Information Control Problems in Manufacturing (INCOM'09). Russia, M.: ICS RAS, 2009. - P. 223-228.</li> </ol>
<b>Программное обеспечение и ресурсы в интернете</b>	<a href="http://www.ipu.rssi.ru">www.ipu.rssi.ru</a>

**Контроль успеваемости** **Промежуточная аттестация** проводится на 8 неделе в форме коллоквиума с оценкой. Критерии формирования оценки – уровень знаний пройденной части курса.

**Текущая аттестация** проводится еженедельно. Критерии формирования оценки – посещаемость занятий, активность студентов на лекциях, уровень подготовки к семинарам.

**Фонды оценочных средств**

Контрольные вопросы для текущей аттестации на семинарах; задания для практических (лабораторных) занятий; вопросы и задачи для контрольных работ и коллоквиумов; вопросов к экзамену; темы докладов и рефератов.

### Структура и содержание дисциплины

Раздел	Неделя
Вероятностные пространства. Вероятностная мера. Случайные величины и процессы. Марковские процессы.	1
Интеграл Лебега. Математические ожидания.	2
Условные математические ожидания. Функция ковариации. Прогнозирование.	3-4
Мартингалы и полумартингалы.	5
Дифференциал Ито и стохастические дифференциальные уравнения.	6
Теория оптимальных систем.	7-8
Социально-экономические системы в условиях существенной неопределенности.	9-10
Системы управления производством и запасами при наличии экспертной и статистической информации об их функционировании.	11-13
Системы регионального и муниципального управления и принятие решений.	14
Экспертно-статистические методы прогнозирования в условиях рыночных отношений.	15-16