

Министерство образования и науки Российской Федерации
 федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
 высшего профессионального образования
 «Казанский национальный исследовательский технический университет
 им. А.Н. Туполева-КАИ»
 (КНИТУ-КАИ)



УТВЕРЖДАЮ
 Проректор по НИИД

Михайлов С.А.

« 10 » июня 2015

м.п.

Реш. АИУ-А-65

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.ДВ.2.2 Методы управления в условиях неопределенности

Направление подготовки 12.06.01 Фотоника, приборостроение, оптические и биотехнические системы и технологии

Профиль (направленность) 05.11.16 Информационно-измерительные и управляющие системы

Квалификация выпускника Исследователь. Преподаватель-исследователь

Форма обучения Очная

Выпускающая кафедра Приборов и информационно-измерительных систем

Кафедра-разработчик рабочей программы Автоматики и управления

Год обучения	Трудоем- кость час.	Лекций, час.	Практич. занятий, час.	Лаборат. работ, час.	СРС, час.	Форма контроля (экз., час./зачет)
2,3	108	54			54	зачет
Итого	108	54			54	зачет

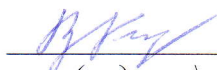
Казань 2015

Программа разработана в соответствии с требованиями Федерального закона от 29.12.2012 г. № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации», ФГОС ВО Уровень высшего образования подготовка кадров высшей квалификации, направление подготовки 12.06.01 - «Фотоника, приборостроение, оптические и биотехнические системы и технологии», (утвержден приказом Минобрнауки России от 30.07.2014 г. №877) (в ред. приказа Минобрнауки России от 30.04.2015 N 464), Положением «О порядке организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ» (КНИТУ-КАИ) и учебного плана направления подготовки 12.06.01 - Фотоника, приборостроение, оптические и биотехнические системы и технологии, направленность 05.11.16 - Информационно-измерительные и управляющие системы

Составитель рабочей программы:

Доцент, доцент, к.т.н.

(должность, ученое звание, степень)



(подпись)

01.06.2015

(дата)

Гаркушенко В.И.

(ФИО)

Рабочая программа утверждена на заседании кафедры:

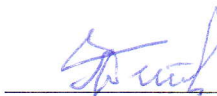
Автоматики и управления

(наименование кафедры-разработчика)

Протокол №10 от 01.06.2015

(дата и номер протокола)

зав. кафедрой-разработчиком АиУ



(подпись)

01.06.2015

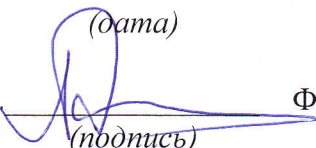
(дата)

Дегтярев Г.Л.

(ФИО)

Директор Института АиЭП

(на котором осуществляется обучение)



(подпись)

01.06.2015

(дата)

Ференц А.В.

(ФИО)

СОГЛАСОВАНО:

Зав. выпускающей кафедрой



(подпись)

01.06.2015

(дата)

Солдаткин В.М.

(ФИО)

СОДЕРЖАНИЕ

1. Требования к результатам освоения дисциплины.....	4
2. Место дисциплины в структуре ОПОП	6
3. Структура и содержание дисциплины	6
3.1. Структура дисциплины.....	6
3.2. Содержание дисциплины.....	7
4. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине	9
5. Образовательные технологии.....	10
6. Формы контроля освоения дисциплины	11
6.1. Перечень оценочных средств для текущего контроля освоения дисциплины	11
6.2. Состав фонда оценочных средств для проведения контроля аспирантов по дисциплине....	11
7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины.....	12
7.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы	12
7.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет».....	13
7.3. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.....	14
8. Материально-техническое обеспечение дисциплины.....	14
9. Кадровое обеспечение дисциплины.....	14
10. Лист регистрации изменений, вносимых в рабочую программу учебной дисциплины.....	16
11. Лист утверждения рабочей программы дисциплины на учебный год.....	17
Аннотация рабочей программы	18
Методические указания для самостоятельной работы обучающихся.....	19
Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины	22
Фонд оценочных средств, перечень заданий для проведения контроля освоения, а также методические указания для проведения контроля освоения	23

1. Требования к результатам освоения дисциплины

(Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине определяется требованиями к результатам освоения ОПОП.)

Таблица 1.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

Планируемые результаты освоения ОПОП (компетенции), достижение которых обеспечивает дисциплина		Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
Коды компетенции	Содержание компетенций	Знать: Уметь: Владеть:
ОПК-1	Способность идентифицировать новые области исследований, новые проблемы в сфере профессиональной деятельности с использованием анализа данных мировых информационных ресурсов, формулировать цели и задачи научных исследований	Знать: <ul style="list-style-type: none"> • историю, проблематику и тенденции развития теории управления; • теоретические и методологические основания современной теории управления; • информационные ресурсы современной научно-технической информации по проблемам синтеза динамических систем. Уметь: <ul style="list-style-type: none"> • сформулировать и формализовать задачу по разработке систем управления в условиях неопределенности; • обосновать структуру системы управления и выбор метода синтеза законов управления. Владеть: <ul style="list-style-type: none"> • современными информационно-коммуникационными технологиями.
ОПК-3	Владение методикой разработки математических и физических моделей исследуемых процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной сфере	Знать: <ul style="list-style-type: none"> • основные понятия из области теории динамических систем и теории управления; • способы построения математических моделей управляемых систем с учетом неопределенностей; • методы анализа динамических систем с неопределенностями; • методы оценивания состояния систем управления с неопределенностями и неполной информацией; • методы робастного управления; • методы нелинейного управления для систем с неопределенностями • методы адаптивного управления объектами с неопределенными параметрами. Уметь: <ul style="list-style-type: none"> • производить анализ динамических свойств систем управления с учетом нелинейностей, неопределенных возмущений, параметрических изменений; • применять современные компьютерные

		<p>технологии и программные средства для моделирования и синтеза управляемых динамических систем с учетом неопределенностей;</p> <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> • математическим аппаратом оценивания состояния систем управления и синтеза законов управления в условиях неопределенности; • программной реализацией способов синтеза робастных законов управления; • современными компьютерными средами для моделирования и исследования систем управления.
ОПК-6	Способностью подготавливать научно-технические отчеты и публикации по результатам выполненных исследований	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> • требования и правила оформления отчетов, публикаций и презентаций <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> • самостоятельно изучать учебную и научную литературу, систематизировать отечественный и зарубежный опыт создания, проектирования и внедрения систем автоматического управления; • реферировать научную литературу по теме исследования, в том числе на иностранных языках, при условии соблюдения научной этики и авторских прав. <p>• грамотно представлять результаты исследований.</p> <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> • поиском и анализом современной научно-технической информации по проблемам синтеза динамических систем; • современными компьютерными средствами для представления результатов исследования.
ПК-1	Способностью к самостоятельному проведению научно-исследовательской работы и получению научных результатов, удовлетворяющих установленным требованиям к содержанию диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук.	<p>Знать:</p> <p>современные методы анализа и синтеза систем управления в условиях неопределенности.</p> <p>Уметь:</p> <p>ставить и самостоятельно решать задачи исследования устойчивости и синтеза законов управления систем автоматического управления при наличии неопределенных параметров и внешних возмущений.</p> <p>Владеть:</p> <p>современными методами, алгоритмами и программными средствами для анализа и синтеза робастных систем автоматического управления.</p>
ПК-2	Владение методологией исследования теоретических и прикладных проблем, методов и технических средств	<p>Знать:</p> <p>возможности методов робастного управления для повышения качества систем управления с неопределенностями, методологию построения</p>

	технических и управляющих систем, их математического, алгоритмического и программного обеспечения, создания и совершенствования сложных технических и управляющих систем, комплексов их контроля и испытания	структуры системы робастного и адаптивного управления. Уметь: применять методологию синтеза робастных законов управления для прикладных задач управления техническими объектами. Владеть: методологией построения робастных систем автоматического управления с использованием алгоритмического и программного обеспечения.
УК-1	Способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерирование новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях	Знать преимущества современных методов анализа и синтеза систем управления в условиях неопределенности перед классическими методами теории управления. Уметь обосновывать преимущества методов робастного управления для решения прикладных задач. Владеть программными средствами для моделирования робастных систем управления с целью обоснования новых инженерных решений.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина *Методы управления в условиях неопределенности* относится к вариативной части блока 1 учебного плана. Является дисциплиной по выбору.

3. Структура и содержание дисциплины

3.1. Структура дисциплины

Общая трудоемкость (объем) дисциплины составляет 3 зачетных единицы (ЗЕТ), 108 академических часов.

Таблица 2.

Объем дисциплины по видам учебных занятий

Вид учебной работы	Общая трудоемкость		Семестр: 4		Семестр: 5	
	в час	в ЗЕ	в час	в ЗЕ	в час	в ЗЕ
Общая трудоемкость дисциплины	108	3	36	1	72	2
Аудиторные занятия	54	1,5	18	0,5	36	1
Лекции	54	1,5	18	0,5	36	1
Практические (ПЗ)						
Лабораторные работы (ЛР)						
Самостоятельная работа (всего)	54	1,5	18	0,5	36	1
В том числе:						
Проработка учебного материала	18	0,5	9	0,25	9	0,25
Подготовка доклада и презентации	18	0,5	9	0,25	9	0,25

Подготовка к промежуточной аттестации	18	0,5			18	0,5
Вид аттестации					Зачет	

Распределение учебной нагрузки по разделам дисциплины

Таблица 3.

№ модуля рабочей программы	№ раздела	Наименование раздела дисциплины	Виды учебной нагрузки и их трудоемкость, часы				
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа	Всего часов
1	1	Анализ систем с неопределенностями	8				8
	2	Методы оценивания состояния систем управления с неопределенностями и неполной информацией	10				10
2	3	Методы робастного управления	12				12
	4	Методы нелинейного управления для систем с неопределенностями	12				12
3	5	Адаптивное управление объектом с неопределенными параметрами	12				12
ИТОГО:			54				54

3.2. Содержание дисциплины

Лекционный курс

Таблица 4.

№ лекции	Номер раздела	Тема лекции и перечень дидактических единиц*	Трудоемкость, часов
	1	Анализ систем с неопределенностями	
1		Виды неопределенностей и способы их описания.	2
2		Робастная устойчивость полиномов и матриц.	2
3		Робастная устойчивость при неопределенных передаточных функциях	2
4		μ - анализ	2
	2	Методы оценивания состояния систем управления с неопределенностями и неполной информацией	
5		Синтез наблюдателя для оценки состояния и регулярных внешних воздействий	2
6		Синтез наблюдателя для оценки состояния и нерегулярных внешних воздействий	2
7		Метод матричных систем сравнения для анализа динамики и оценивания состояния систем с неопределенностями	2
8		Алгоритм гарантированного оценивания состояния непрерывных регулируемых систем с неопределенностями	2
9		Алгоритм оценивания состояния линейной дискретной системы с неопределенностями	2

	3	Методы робастного управления	
10		Робастная стабилизация с помощью регуляторов низкого порядка	2
11		Робастная квадратичная стабилизация	2
12		Робастный линейно-квадратичный регулятор	2
13		Робастная стабилизация с помощью H_∞ - оптимизации	2
14		μ - синтез	2
15		Робастное подавление внешних возмущений	2
	4	Методы нелинейного управления для систем с неопределенностями	
16		Синергетический подход к проблемам управления	2
17		Метод аналитического конструирования агрегированных регуляторов	2
18		Аналитическое конструирование агрегированных нелинейных регуляторов при ограничениях на координаты и управление	2
19		Аналитическое конструирование нелинейных систем с наблюдателями состояния	2
20		Принцип локализации в задаче синтеза робастного управления для нелинейных динамических объектов	2
21		Синтез управления для каскадных нелинейных систем с неопределенностями	2
	5	Адаптивное управление объектом с неопределенными параметрами	
22		Математические постановки задач адаптивного управления неопределенными динамическими объектами	2
23		Классические методы синтеза адаптивных систем управления нелинейными динамическими объектами	2
24		Синтез прямого адаптивного управления нелинейными динамическими объектами	2
25		Адаптивное управление объектами с параметрической неопределенностью	2
26		Адаптивное управление объектами с сигнальными возмущениями	2
27		Управление по выходу неопределенными линейными объектами при внешних возмущениях	2
ИТОГО			54

Практические занятия

Таблица 5.

№ занятия	Номер раздела	Наименование практического занятия и перечень дидактических единиц	Трудоемкость, часов
		Не предусмотрены	
ИТОГО:			

Лабораторные работы

Таблица 6.

№ занятия	Номер раздела	Наименование лабораторной работы и перечень дидактических единиц	Трудоемкость, часов
		Не предусмотрены	
ИТОГО:			

Самостоятельная работа аспиранта

Таблица 7.

Раздел дисциплины	№ п/п	Вид самостоятельной работы аспиранта и перечень дидактических единиц	Трудоемкость, часов
1	1.1	Проработка материала лекций, в том числе: построение моделей неопределенностей для тестового примера САУ.	2
	1.2	Проработка материала лекций, в том числе: проведение моделирование динамики и анализ влияния неопределенностей для тестового примера САУ.	2
2	2.1	Проработка материала лекций, в том числе: моделирование оценивания состояния САУ и неопределенных внешних воздействий для тестового примера САУ.	2
	2.2	Проработка материала лекций, в том числе: моделирование процессов гарантированного оценивания состояния САУ с неопределенностями и неполной информацией для тестового примера САУ.	3
	2.3	Подготовка к промежуточной аттестации	9
3	3.1	Проработка материала лекций, в том числе: синтез робастного линейно-квадратичного регулятора для тестового примера САУ.	4
	3.2	Проработка материала лекций, в том числе: моделирование динамики робастного подавления внешних возмущений тестового примера САУ.	4
4	4.1	Проработка материала лекций, в том числе: синтез управления для каскадных нелинейных систем с неопределенностями для тестового примера САУ.	4
	4.2	Проработка материала лекций, в том числе: синтез регулятора методом аналитического конструирования агрегированных регуляторов для тестового примера САУ.	6
5	5.1	Проработка материала лекций и литературы. Подготовка отчета и презентации по выполненным заданиям для тестового примера САУ.	16
	5.2	Обсуждение результатов исследования по презентации	2
ВСЕГО ЧАСОВ:			54

4. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Самостоятельная работа аспиранта по дисциплине представляет собой:

- формирование и усвоение содержания конспекта лекций на базе рекомендованной лектором учебной литературы, включая информационные образовательные ресурсы (электронные учебники, электронные библиотеки и др.);
- выполнение заданий в виде решения отдельных задач, проведения типовых расчетов, расчетно-компьютерных и индивидуальных работ по отдельным разделам содержания дисциплин;
- подготовка доклада и составление презентации на заданные темы.

Для углубленного изучения тем курса рекомендуется воспользоваться конспектами лекций и учебниками, представленными в списке основной и дополнительной литературы, информационными ресурсами сети Интернет, он-лайн каталогам научной периодики. На самостоятельную проработку выносятся вопросы по каждой лекции по усмотрению преподавателя.

Доклад по теме дисциплины (перечень примерных тем приводится в приложении 2 к рабочей программе) должен продемонстрировать способность соискателя самостоятельно анализировать и интерпретировать прочитанную литературу, идентифицировать конкретную проблему, проводить анализ путей ее решения, предложить их варианты и выбрать оптимальный.

В компьютерной презентации внимание акцентируется на содержании, логике изложения, изобразительной наглядности, математической модели, результатам анализа и компьютерного моделирования, максимальной практической направленности решения задачи анализа и синтеза управления для тестового примера САУ.

Методические указания в т.ч. для самостоятельной работы обучающихся, подготовки доклада и презентации и методические указания для обучающихся по освоению дисциплины приводятся в Приложении 2 и Приложении 3 к рабочей программе.

5. Образовательные технологии

При изложении лекционного материала используются технологии изложения теоретического материала, подкрепленного разъяснениями и комментариями на конкретных прикладных примерах реализации. При этом активно используются компьютерная, проекционная техника и презентации, ориентирующие на последовательное изложение материала при разборе конкретных ситуаций проблемного характера.

Интерактивные образовательные технологии, используемые в аудиторных занятиях (если таковые предусмотрены разработчиком рабочей программы)

Таблица 8.

Семестр	Вид и тема занятия (лекция, практическое занятие, лабораторная работа)	Используемые интерактивные образовательные технологии	Количество часов
4	Лекции	Презентации с использованием мультимедийного проектора	
	1. Виды неопределенностей и способы их описания.		2
	2. Робастная устойчивость полиномов и матриц.		2
	3. Робастная устойчивость при неопределенных передаточных функциях.		2
	4. μ - анализ.		2
5	Лекции		
	5. Синтез наблюдателя для оценки состояния и регулярных внешних воздействий.		2
	6. Синтез наблюдателя для оценки состояния и нерегулярных внешних воздействий.		2
	7. Метод матричных систем сравнения для анализа динамики и оценивания состояния систем с неопределенностями.		2
	8. Алгоритм гарантированного оценивания состояния непрерывных регулируемых систем с неопределенностями.		2
	9. Алгоритм оценивания состояния линейной дискретной системы с неопределенностями.		2
	10. Робастная стабилизация с помощью регуляторов низкого порядка.		2

11. Робастная квадратичная стабилизация.		2
12. Робастный линейно-квадратичный регулятор.		2
13. Робастная стабилизация с помощью H_∞ - оптимизации.		2
14. μ - синтез.		2
15. Робастное подавление внешних возмущений.		2
16. Синергетический подход к проблемам управления.	Разбор проблемных ситуаций	2
17. Метод аналитического конструирования агрегированных регуляторов.		2
18. Аналитическое конструирование агрегированных нелинейных регуляторов при ограничениях на координаты и управление.		2
19. Аналитическое конструирование нелинейных систем с наблюдателями состояния.		2
20. Принцип локализации в задаче синтеза робастного управления для нелинейных динамических объектов.		2
21. Синтез управления для каскадных нелинейных систем с неопределенностями		2
22. Математические постановки задач адаптивного управления неопределенными динамическими объектами.	Дискуссии и коллективное решение творческих задач	2
23. Классические методы синтеза адаптивных систем управления нелинейными динамическими объектами.		2
24. Синтез прямого адаптивного управления нелинейными динамическими объектами.		2
25. Адаптивное управление объектами с параметрической неопределенностью.		2
26. Адаптивное управление объектами с сигнальными возмущениями.		2
27. Управление по выходу неопределенными линейными объектами при внешних возмущениях.		2
Итого:		

6. Формы контроля освоения дисциплины

6.1. Перечень оценочных средств для текущего контроля освоения дисциплины

Текущий контроль аспирантов производится в дискретные временные интервалы лектором в следующих формах:

- устные опросы;
- задания на самостоятельную работу;
- подготовка доклада и презентации.

6.2. Состав фонда оценочных средств для проведения контроля аспирантов по дисциплине

Контроль по дисциплине проходит в форме выступления с докладом с представлением презентации и зачета. Перечень заданий для самостоятельной работы, подготовки доклада и презентации, а также методические указания для выполнения самостоятельной работы, подготовки доклада и презентации приводятся в Приложении 2 к рабочей программе. Перечень вопросов к зачету приводятся в Приложении 4 к рабочей программе.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

7.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

Таблица 9.

Основная литература

№ п/п	Учебник, учебное пособие, монография (приводится библиографическое описание учебника, учебного пособия, монографии)	Ресурс НТБ КНИТУ-КАИ	Кол-во экз.
1.	Бобцов А.А., Никифоров В.О., Пыркин А.А., Слита О.В., Ушаков А.В. Методы адаптивного и робастного управления нелинейными объектами в приборостроении / Учебное пособие для высших учебных заведений – СПб: НИУ ИТМО, 2013, 277 с. Интернет ресурс: http://www.twirpx.com/file/1535232/		интернет ресурс
2.	Бобцов А.А., Пыркин А.А. Адаптивное и робастное управление с компенсацией неопределенностей. Учебное пособие. – СПб.: НИУ ИТМО, 2013. 135с. Интернет ресурс: http://www.twirpx.com/file/1474068/		интернет ресурс

Дополнительная литература

№ п/п	Учебник, учебное пособие, монография, справочная литература (приводится библиографическое описание)	Ресурс НТБ КНИТУ-КАИ	Кол-во экз.
3.	Методы классической и современной теории автоматического управления. В 5-ти т.: учебник. -2-е изд., перераб. и доп.. -М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана Т. 5: Методы современной теории автоматического управления: учебник для вузов/ К.А. Пупков, Н.Д. Егунов, А.И. Баркин и др.; под ред. проф. К.А. Пупкова, проф. Н.Д. Егунова. - 2004.	Печ.	7
4.	Мирошник И.В., Никифоров В.О., Фрадков А.Л. Нелинейное и адаптивное управление сложными динамическими системами. СПб.: Наука, 2000, 549с. Интернет ресурс: http://www.twirpx.com/file/890480/	Печ.	2
5.	Востриков А.С., Французова Г.А. Теория автоматического регулирования Учебное пособие -Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2003, 364 с. Интернет ресурс: http://www.twirpx.com/file/516152/	Печ.	36
6.	Александров А.Г. Оптимальные и адаптивные системы. Учебное пособие для вузов по спец. «Автоматика и упр. в техн. системах» – М.: Высш. шк, 1989.	Печ.	13
7.	Поляк Б.Т., Щербаков П.С. Робастная устойчивость и управление, Наука, 2002. Интернет ресурс: http://www.twirpx.com/file/653614/		интернет ресурс
8.	Баландин Д. В., Коган М. М. Синтез законов управления на основе линейных матричных неравенств: учебное пособие для		интернет ресурс

	вузов. - М.: Физматлит, 2007. Интернет ресурс: http://www.twirpx.com/file/312156/		
9.	В.И.Гаркушенко, Г.Л.Дегтярев. Теория автоматического управления: Учебное пособие. Казань: Изд-во Казан. гос. техн. ун-та, 2010. 274с. Интернет ресурс: http://e-library.kai.ru/reader/hu/flipping/Resource-2228/310.pdf/index.html		интернет ресурс
10.	Юркевич В.Д. Синтез нелинейных нестационарных систем управления с разнотемповыми процессами. М.: Наука, 2000, 288 с. Интернет ресурс: http://www.twirpx.com/file/868172/		интернет ресурс
11.	Тюкин И.Ю., Терехов В.А. Адаптация в нелинейных динамических системах. Санкт-Петербург – 2006, 377с. Интернет ресурс: http://www.twirpx.com/file/72992/		интернет ресурс
12.	Емельянов С.В. Новые типы обратной связи М.: Наука, Физматлит, 1997, 352 с. Интернет ресурс: http://www.twirpx.com/file/6225/		интернет ресурс
13.	Ким Д.П. Теория автоматического управления. Т.2. Многомерные, нелинейные, оптимальные и адаптивные системы. Учебное пособие – М.: Физматлит, 2004. Интернет ресурс: - http://www.twirpx.com/files/automation/tau		интернет ресурс
14.	Терехов В. А. Нейросетевые системы управления: Учебное пособие для вузов / В. А. Терехов, Д. В. Ефимов, И. Ю. Тюкин. - М.: Высш. шк. 2002. Интернет ресурс: http://www.twirpx.com/file/95543/		интернет ресурс

Методические указания и материалы

№ п/п	Лабораторные практикумы, методические указания, учебно-методические пособия (приводится библиографическое описание)	Ресурс НТБ КНИТУ-КАИ	Кол-во экз.
15.	Маликов А.И. Матричные методы динамического анализа и оценивания состояния нелинейных систем с неопределенностями и структурными изменениями. /А.И.Маликов. – Казань, Изд-во Казанского государственного технического университета им.А.Н.Туполева, 2008. – 170 с. Интернет ресурс: https://bb.kai.ru:8443		интернет ресурс
16.	Маликов А.И. Методы современной теории управления. Гарантированное оценивание / А.И.Маликов. – Казань, Изд-во Казанского государственного технического университета им.А.Н.Туполева, 2008., 93 с. Интернет ресурс: https://bb.kai.ru:8443		интернет ресурс

Периодические издания: список включает перечень необходимых отраслевых периодических изданий по профилю дисциплины, имеющихся в НТБ КНИТУ-КАИ:

- Журналы Автоматика и телемеханика, Известия РАН, Теория и системы управления.
- Газеты: Поиск.

7.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет»

Профессиональные базы данных (в том числе международные реферативные базы данных научных изданий) и информационные справочные системы.

В НТБ КНИТУ-КАИ представлены базы данных:

Русскоязычные

- POLPRED.COM - лучшие статьи информагентств и деловой прессы
- [ВИНИТИ](http://VINITI)
- [КонсультантПлюс \(правовые документы\) - доступ с ПК в Медиацентре \(ауд. 42\)](#)
- [РОСПАТЕНТ](http://ROSPATENT)
- Кодекс (официальные документы, ГОСТы и др.)
- [eLIBRARY.RU \(НЭБ - Научная электронная библиотека\)](http://eLIBRARY.RU)

Зарубежные

- [ScienceDirect \(Elsevier\)](http://ScienceDirect) - *естественные науки, техника, медицина и общественные науки.*
- Scopus - *база данных рефератов и цитирования*
- SpringerLink - *химия и материаловедение, компьютерные науки, биологические науки, бизнес и экономика, экология, инженерия, гуманитарные и социологические науки, математика и статистика, медицина, физика и астрономия, архитектура и дизайн.*
- [The American Physical Society](http://TheAmericanPhysicalSociety) – *ведущие физические журналы мира.*
- OUP - *архив журналов по гуманитарным наукам, праву, естественным наукам, медицине, общественным наукам. Глубина архива - с 1 выпуска по 1995 год*
- AnnualReviews - *архив журналов по биохимии, физическим, общественным и гуманитарным наукам. Глубина архива - с 1936 года по 2006 год.*

7.3. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

1. чтение лекций с использованием слайд-презентаций
2. использование специализированных (Пакет Matlab) и офисных (MS Office) программ для демонстрации
3. организация взаимодействия с обучающимися посредством электронной почты

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

1. Лекционные занятия:
 - комплект электронных презентаций/слайдов,
 - аудитория №416 учебное здание 3, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер),
2. Прочее ВЦ, учебное здание 3:
 - рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет,
 - рабочие места аспирантов, оснащенные компьютерами с доступом в Интернет, предназначенные для работы в электронной образовательной среде

9. Кадровое обеспечение дисциплины

Реализация дисциплины обеспечивается руководящими и научно-педагогическими работниками университета, а также лицами, привлекаемыми к реализации программы аспирантуры на условиях гражданско-правового договора.

Доля научно-педагогических работников (в приведенных к целочисленным значениям ставок), имеющих ученую степень (в том числе ученую степень, присвоенную за рубежом и признаваемую в Российской Федерации) и (или) ученое звание (в том числе ученое звание, полученное за рубежом и признаваемое в Российской Федерации), в общем числе научно-педагогических работников, реализующих программу аспирантуры, должна составлять не менее 60 процентов.

Квалификация руководящих и научно-педагогических работников организации должна соответствовать квалификационным характеристикам, установленным в Едином

квалификационном справочнике должностей руководителей, специалистов и служащих, раздел "Квалификационные характеристики должностей руководителей и специалистов высшего профессионального и дополнительного профессионального образования", утвержденном приказом Министерства здравоохранения и социального развития Российской Федерации от 11 января 2011 г. N 1н (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 23 марта 2011 г., регистрационный N 20237), и профессиональным стандартам (при наличии).

Доля штатных научно-педагогических работников (в приведенных к целочисленным значениям ставок) должна составлять не менее 60 процентов от общего количества научно-педагогических работников организации.

Среднегодовое число публикаций научно-педагогических работников организации в расчете на 100 научно-педагогических работников (в приведенных к целочисленным значениям ставок) должно составлять не менее 2 в журналах, индексируемых в базах данных Web of Science или Scopus, или не менее 20 в журналах, индексируемых в Российском индексе научного цитирования, или в научных рецензируемых изданиях, определенных в Перечне рецензируемых изданий согласно пункту 12 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. N 842 "О порядке присуждения ученых степеней" (Собрание законодательства Российской Федерации, 2013, N 40, ст. 5074).


10. Лист регистрации изменений, вносимых в рабочую программу учебной дисциплины

В рабочую программу дисциплины «Методы управления в условиях неопределенности» внесены следующие изменения:

№ п/п	№ страницы внесения изменений	Дата внесения изменений	Содержание изменений	«Согласовано» заведующий кафедрой АиУ (ведущая, выпускающая кафедра)	«Согласовано» директор института АиЭП
1	Титульный лист	26.01.2016	В соответствии с Уставом федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ» (новая редакция) исключить слово «профессионального» из полного названия КНИТУ-КАИ	 Г.Л. Дегтярев  В.М. Солдаткин	 А.В. Ференц
				_____	_____
				_____	_____
				_____	_____
				_____	_____

11. Лист утверждения рабочей программы дисциплины на учебный год

Рабочая программа дисциплины «Методы управления в условиях неопределенности» утверждена для ведения учебного процесса в учебном году:

№ п/п	Учебный год	“Согласовано” заведующий кафедрой (ведущая, выпускающая кафедра)	“Согласовано” директор института <u>АиЭП</u>
1.	2015/2016	 Г.Л. Дегтярев  В.М. Солдаткин	 А.В. Ференец
2	2016/2017	 Г.Л. Дегтярев  В.М. Солдаткин	 А.В. Ференец
3	2017/2018	 Г.Л. Дегтярев  В.М. Солдаткин	 А.В. Ференец
4	2018/2019	 	
		_____	_____

Аннотация рабочей программы

Дисциплина «Методы управления в условиях неопределенности» является частью Б1.В.ДВ.2 блока дисциплин подготовки аспирантов по направлению подготовки 12.06.01. Дисциплина реализуется в Институте автоматике и электронного приборостроения кафедрой Автоматики и управления.

Требования к уровню освоения содержания дисциплины.

Дисциплина нацелена на формирование общепрофессиональных ОПК-1, ОПК-3, ОПК-6, профессиональных ПК-1, ПК-2 и универсальной УК-1 компетенций выпускника.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с изучением фундаментальных проблем и математических методов анализа и синтеза нелинейных систем автоматического управления в условиях неопределенности параметров объекта управления, внешних воздействий, и неполном измерении вектора состояния.

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лекции, самостоятельная работа аспиранта, консультации, подготовка доклада и презентации.

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля: текущий контроль успеваемости в форме опроса и итоговый контроль в форме выступления с докладом и зачета.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 3 зачетных единиц, 108 часов. Программой дисциплины предусмотрены лекционные 54 часа и 54 часа самостоятельной работы аспиранта.

Методические указания для самостоятельной работы обучающихся

Для успешного осуществления самостоятельной работы необходимы:

1. Комплексный подход организации самостоятельной работы по всем формам аудиторной работы;
2. Сочетание нескольких видов самостоятельной работы;
3. Обеспечение контроля за качеством усвоения.

Виды самостоятельной работы:

- для овладения знаниями: чтение текста (учебника, дополнительной литературы, научных публикаций); составление плана текста; графическое изображение структуры текста; конспектирование текста; работа со словарями и справочниками; работа с нормативными документами; учебно-исследовательская работа; использование аудио- и видеозаписей; компьютерной техники, Интернет и др.;
- для закрепления и систематизации знаний: работа с конспектом лекции (обработка текста); аналитическая работа с фактическим материалом (учебника, дополнительной литературы, научных публикаций, аудио- и видеозаписей); составление плана и тезисов ответа; составление таблиц и схем для систематизации фактического материала; изучение нормативных материалов; ответы на контрольные вопросы; аналитическая обработка текста (аннотирование, рецензирование, реферирование и др.); подготовка сообщений к выступлению на семинаре, конференции; подготовка рефератов, докладов; составление библиографии; тестирование и др.;
- для формирования умений: решение задач и упражнений по образцу; решение вариативных задач и упражнений; выполнение чертежей, схем; выполнение расчетно-графических работ; решение ситуационных производственных (профессиональных) задач; подготовка к деловым играм; проектирование и моделирование разных видов и компонентов профессиональной деятельности; подготовка курсовых и дипломных работ (проектов); экспериментально-конструкторская работа; исследовательская и проектная работа.

Отдельно следует выделить подготовку к зачету, защитам как особый вид самостоятельной работы. Основное его отличие от других видов самостоятельной работы состоит в том, что обучающиеся решают задачу актуализации и систематизации учебного материала, применения приобретенных знаний и умений в качестве структурных элементов компетенций, формирование которых выступает целью и результатом освоения образовательной программы.

В образовательном процессе КНИТУ-КАИ применяются два вида самостоятельной работы – аудиторная под руководством преподавателя и по его заданию и внеаудиторная - по заданию преподавателя, но без его непосредственного участия.

Основными видами самостоятельной работы обучающихся с участием преподавателей являются:

- текущие консультации;
- опрос как форма контроля освоения теоретического содержания дисциплин;
- прием и разбор домашних заданий, презентаций;
- заслушивание докладов с их обсуждением.

Основными видами самостоятельной работы обучающихся без участия преподавателей являются:

- формирование и усвоение содержания конспекта лекций на базе рекомендованной лектором учебной литературы, включая информационные образовательные ресурсы (электронные учебники, электронные библиотеки и др.);
- выполнение заданий в виде решения отдельных задач, проведения типовых расчетов, расчетно-компьютерных и индивидуальных работ по отдельным разделам содержания дисциплин и т.д.;
- выполнение микроисследований;
- подготовка доклада и составление презентаций на заданные темы.

Самостоятельная работа способствует:

- углублению и расширению знаний;
- формированию интереса к самостоятельной научно-исследовательской деятельности;
- овладению приемами процесса познания;
- развитию познавательных способностей.

Самостоятельная работа аспирантов имеет основную цель – обеспечить качество подготовки выпускаемых специалистов в соответствии с требованиями к основной образовательной программе послевузовского профессионального образования по направлению 12.06.01.

Темы заданий для самостоятельной работы аспиранта, подготовки доклада и презентации

- Синтез управления робота манипулятора с одним звеном.
- Синтез управления робота манипулятора с двумя звеньями, соединенных упругим шарниром.
- Синтез системы стабилизации перевернутого маятника.
- Синтез системы стабилизации мостового крана.
- Синтез управления маятника с маховиком
- Синтез системы стабилизации перевернутого маятника на тележке.
- Синтез управления привода с двигателями постоянного тока, с асинхронным двигателем и с шаговым двигателем
- Синтез управления вертолета в различных режимах.
- Синтез управления беспилотного летательного аппарата в различных режимах.

Темы докладов не ограничиваются указанным перечнем. При выборе темы следует учитывать пожелания аспирантов и ее связь с темой выпускной или диссертационной работы.

Во время доклада на итоговом занятии могут быть заданы дополнительные вопросы.

Рекомендации к подготовке доклада и презентации

Самостоятельная работа должна свидетельствовать о готовности аспиранта к разработке и применению современных методов теории устойчивости и информационных технологий в процессе научного исследования.

Доклад представляется устно а презентация представляется в электронном виде.

Доклад должен быть рассчитан на 10-12 мин. В содержании доклада должны быть отражены такие вопросы по теме как: исследуемый объект, математическая модель объекта, постановка задачи анализа динамики, устойчивости, качества функционирования, методы, применяемые для анализа состояния проблемы, пути ее решения, выбора оптимального решения, оценка его перспективности; заключение; использованные источники.

Чтобы подготовить доклад, надо подобрать материал из разных источников, достаточно глубоко изучить проработать его, поскольку свободно рассказывать можно только о том, о чем знаешь в несколько раз больше, чем озвучиваешь.

Презентация не заменяет, а дополняет доклад. Не надо приводить на слайдах то, что Вы собираетесь сказать словами. Обратное тоже верно: при докладе никогда не зачитывайте текст со слайда! Возможное исключение – если презентация по-английски, и Вы не уверены в Вашем устном английском, имеет смысл сделать слайды самодостаточными, вынеся на них весь (слегка сокращенный) текст доклада.

Не все равно, каким программным продуктом пользоваться для подготовки презентации. Наиболее распространен сегодня MS PowerPoint. Но, например, если презентация подготовлена не в TeX, то слушатели-математики могут не воспринять доклад всерьез.

Презентация начинается с аннотации, где на одном-двух слайдах дается представление, о чем пойдет речь. Первый слайд должен содержать название доклада, ФИО и координаты (организация/подразделение, адрес электронной почты) выступающего. Правила хорошего тона предполагают еще указание на первом (да и на каждом) слайде названия мероприятия. Каждый слайд должен иметь заголовок и быть пронумерованным в формате 1/12.

Оптимальная скорость переключения один слайд - за 1–2 минуты, на лекциях - до 5 минут.

Для кратких выступлений допустимо два слайда в минуту, но не быстрее. Слушатели должны успеть воспринять информацию и со слайда, и на слух. «Универсальная» оценка – число слайдов равно продолжительности выступления в минутах.

Размер шрифта основного текста на слайдах – не менее 16pt, заголовки ≥ 20 pt. Наиболее читабельным является шрифт Arial. Оформляйте все слайды в едином стиле (в TeX многое из упомянутого делается «автоматически»).

Не перегружайте слайд информацией. Не делайте много мелкого текста. При подготовке презентации рекомендуется в максимальной степени использовать графики, схемы, диаграммы и модели с их кратким описанием. Фотографии и рисунки делают представляемую информацию более интересной и помогают удерживать внимание аудитории, давая возможность ясно понять суть предмета. Длинные перечисления или большие таблицы с числами бессмысленны – лучше постройте графики.

Готовую презентацию надо просмотреть внимательно несколько раз «свежим» взглядом; каждый раз будете находить по несколько опечаток, ошибок или «некрасивостей».

Если Вы чувствуете себя хоть немного неуверенно перед аудиторией, или выступление очень ответственное, то напишите и выучите свою речь наизусть. Озвучивание одной страницы (формат A4, шрифт 14pt, полуторный интервал) занимает 2 минуты. Потренируйтесь выступать с вашей презентацией.

Следите за временем!

Речь и слайды не должны совпадать. Речь должна быть более популярна и образна. Слайды могут содержать больше «технических» подробностей: формулы, схемы, таблицы, графики. Всегда подписывайте оси (какая переменная и ее размерность).

Нельзя читать формулы и обозначения («икс», «зет и джитое с тильдой» и т.п.) – рассказывайте на качественном уровне! Возможное исключение – рассказ на рабочем семинаре перед коллегами «технических» результатов.

В серьезных научных презентациях не следует использовать эффекты анимации и излишнее «украшательство».

Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Вид учебных занятий	Организация деятельности аспиранта
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; пометить важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначить вопросы, термины, материал, который вызывает трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, на практическом занятии. Уделить внимание следующим понятиям (робастная устойчивость, оценивание состояния и возмущений, подавление возмущений, принцип локализации, агрегированные переменные, адаптация).
Индивидуальные задания для самостоятельной работы, подготовки доклада и презентации	Знакомство с основной и дополнительной литературой, включая справочные издания, зарубежные источники, конспект основных положений, терминов, сведений, требующих для запоминания и являющихся основополагающими в этой теме. Описание объекта исследования. Обоснование и выбор математической модели объекта с учетом неопределенностей. Постановка задачи синтеза робастного управления. Выбор и обоснование метода для решения задачи. Разработка алгоритмов и программная реализация в пакете Matlab. Компьютерное исследование и моделирование. Получение результатов и их визуализация. Оформление презентации. Подготовка к докладу и выступление.
Подготовка к зачету	При подготовке к зачету необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу и др.

Фонд оценочных средств, перечень заданий для проведения контроля освоения, а также методические указания для проведения контроля освоения

Перечень вопросов на зачет:

1. Виды неопределенностей и способы их описания.
2. Критерии робастной устойчивости полиномов и матриц.
3. Понятие робастной устойчивости при неопределенных передаточных функциях.
4. Постановка задачи μ - анализа системы управления.
5. Способы синтеза наблюдателя для оценки состояния и регулярных внешних воздействий.
6. Способы синтеза наблюдателя для оценки состояния и нерегулярных внешних воздействий.
7. Использование метода матричных систем сравнения для анализа динамики и оценивания состояния систем с неопределенностями.
8. Способ гарантированного оценивания состояния непрерывных регулируемых систем с неопределенностями.
9. Способ оценивания состояния линейной дискретной системы с неопределенностями.
10. Робастная стабилизация с помощью регуляторов низкого порядка
11. Робастная квадратичная стабилизация.
12. Робастный линейно-квадратичный регулятор.
13. Робастная стабилизация с помощью H_∞ - оптимизации.
14. Постановка задачи μ - синтеза закона управления.
15. Робастное подавление внешних возмущений.
16. Особенность синергетического подхода к проблемам управления.
17. Сущность метода аналитического конструирования агрегированных регуляторов.
18. Аналитическое конструирование агрегированных нелинейных регуляторов при ограничениях на координаты и управление
19. Аналитическое конструирование нелинейных систем с наблюдателями состояния.
20. Принцип локализации в задаче синтеза робастного управления для нелинейных динамических объектов.
21. Способ синтеза управления для каскадных нелинейных систем с неопределенностями.
22. Математические постановки задач адаптивного управления неопределенными динамическими объектами.
23. Подходы к задаче синтеза адаптивных систем управления нелинейными динамическими объектами.
24. Способ синтеза прямого адаптивного управления нелинейными динамическими объектами.
25. Адаптивное управление объектами с параметрической неопределенностью.
26. Адаптивное управление объектами с сигнальными возмущениями.
27. Управление по выходу неопределенными линейными объектами при внешних возмущениях.

На зачете аспирант получает 2 вопроса из приведенного списка. При ответах на вопросы следует четко сформулировать решаемую задачу, показать знание существующих методов для ее решения, умение грамотно излагать свои мысли, аргументировать выбор подходящих подходов и методов, показать умение применять методы для решения задач.