

**Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Ингушский государственный университет»**



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

Наименование дисциплины:

«Линейные управляемые системы»

Программа послевузовского профессионального образования (аспирантура)
по специальности 05.13.18 – Математическое моделирование, численные
методы и комплексы программ.

Магас 2018 г.

Программа составлена в соответствии с Федеральными государственными требованиями к структуре основной профессиональной образовательной программы послевузовского профессионального образования (аспирантура) (утверждены приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 16 марта 2011 г. N 1365), Трудовым кодексом Российской Федерации, Законом Министерства образования и науки Российской Федерации «Об обеспечении единства образовательного пространства Российской Федерации в системе послевузовского профессионального образования» от 05.08.2005 г. № 189, и учебным планом послевузовского профессионального образования по специальности: 05.13.18 Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ.

Составители: к.т.н. доцент Агиева М.Т.



Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры математики и ИВТ (протокол № ___ от «12» апр. 2018г.)

Зав. каф. к.ф.м.н. доцент Мальсагов М.Х.



Одобрено УМС физико-математического факультета

«30» апреля 2018г.

Председатель: профессор Танкиев И.А.



Согласовано с управлением послевузовского профессионального образования

Начальник отдела аспирантуры, интернатуры и ординатуры Х.С. Оздоева.



1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью изучения дисциплины – формирование у аспирантов углубленных профессиональных знаний в области теории линейных управляемых систем.

Задачи дисциплины:

- знакомство с современным состоянием теории линейных управляемых систем с быстрыми и медленными переменными, основными понятиями и теоремами;
- выработка навыков применения полученных теоретических знаний к решению практических задач из различных областей науки и техники с использованием методов компьютерной алгебры.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОП ППО

Дисциплина «Линейные управляемые системы» относится к циклу ОД.А.04.1 – дисциплины по выбору аспиранта.

Дисциплина готовит к решению следующих задач профессиональной научно-педагогической деятельности:

В области педагогической деятельности:

- возможность преподавания физико-математических дисциплин и информатики в средних специальных и высших учебных заведениях на основе полученного фундаментального образования и научного мировоззрения;
- умение извлекать актуальную научно-техническую информацию из электронных библиотек, реферативных журналов;
- умение находить, анализировать и конкретно обрабатывать информацию, в том числе относящуюся к новым областям знаний, непосредственно не связанным со сферой профессиональной деятельности.

В области научно-исследовательской деятельности:

- владение методами математического моделирования при анализе глобальных проблем на основе глубоких знаний фундаментальных математических дисциплин и компьютерных наук;
- владение методами математического и алгоритмического моделирования при анализе проблем естествознания;

- способность к интенсивной научно-исследовательской и научно-исследовательской деятельности;
- самостоятельный анализ физических аспектов в классических постановках математических задач;
- умение публично представить собственные новые научные результаты;
- самостоятельное построение целостной картины дисциплины.

В области методической, производственно-технологической деятельности:

- умение ориентироваться в современных алгоритмах компьютерной математики, совершенствовать, углублять и развивать математическую теорию, лежащую в их основе;
- собственное ведение прикладного аспекта в строгих математических формулировках;
- способность к творческому применению, развитию и реализации математических сложных алгоритмов в современных программных комплексах.

Для освоения дисциплины «Линейные управляемые системы» аспиранты используют знания, умения, способы деятельности и установки, сформированные в ходе изучения «Дифференциальные и интегральные уравнения», «Методы математического моделирования и динамического моделирования», «Динамические системы».

3. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

Общекультурные компетенции:

- способность работать в междисциплинарной команде;
- способность общаться со специалистами из других областей;
- активная социальная мобильность, способность работать в международной сфере;
- углубленные знания правовых и этических норм при оценке последствий своей профессиональной деятельности, при разработке и осуществлении социально значимых проектов;
- способность порождать новые идеи;
- способность работать самостоятельно, забота о качестве, стремление к успеху.

Компетенции в области педагогической деятельности:

- преподавание физико-математических дисциплин и информатики в общеобразовательных и средних специальных образовательных учреждениях при специализированной переподготовке;

- участие в разработке различных методов тестирования для оценки успеваемости учащихся.

Компетенции в области научно-исследовательской деятельности:

- анализ и обобщение результатов научно-исследовательских работ в области математики с использованием современных достижений науки и техники, передового отечественного и зарубежного опыта;

- подготовка и редактирование научных публикаций.

Компетенции в области управленческой деятельности:

- организация работы научно-исследовательских групп;

- применение научных достижений для прогнозирования результатов деятельности, количественной и качественной оценки последствий применяемых решений.

В результате изучения дисциплины аспирант должен:

Иметь представление

- о современном состоянии, основных методах теории оптимального быстродействия для линейных сингулярно возмущенных управляемых систем.

Знать

- основные понятия и теоремы теории линейных управляемых систем и особенности их применения для систем с быстрыми и медленными переменными;
- основные направления в теории оптимальных быстродействий: метод динамического программирования, принцип максимума;
- основные подходы к решению задачи синтеза для линейных сингулярно возмущенных систем.

Уметь

- проводить доказательства основных теорем теории линейных управляемых систем;
- решать задачи оптимального быстродействия для линейных управляемых систем с сингулярными возмущениями;
- решать задачи стабилизации для линейных управляемых систем с быстрыми и медленными переменными;
- применять полученные теоретические знания при исследовании конкретных управляемых систем дифференциальных уравнений;

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Форма обучения

(виды отчетности) 2 год аспирантуры;

вид отчетности - зачет

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение часов по годам обучения			
		1 год	2 год	3 год	4 год
Аудиторные занятия (всего)	16		16		
В том числе:					
Лекции (Л)	8		8		
Практические занятия (ПЗ)	8		8		
Консультации (К)					
Самостоятельная работа (СР, всего)	128		128		
<i>Контрольная работа</i>					
<i>Тест</i>					
<i>Задание поисково-исследовательского характера</i>					
<i>Научный реферат</i>					
<i>Подготовка к семинарским и практическим занятиям</i>					
<i>Другие виды самостоятельной работы</i>					
Вид промежуточной аттестации: (зачет, экзамен)	зачет		зачет		
Общая трудоемкость: часы	144		144		
зачетные единицы	4		4		

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Наименование тем, их содержание, объем в часах лекционных занятий

№ п/п	Название раздела дисциплины	Объем часов / зачетных единиц			
		лекции	семинары	практические занятия	Самост. работа
1	Основные понятия и принципы теории линейных управляемых систем	1		1	14
2	Основные направления в теории оптимальных быстродействий	1		1	14
3	Задача синтеза	1		1	14
4	Линейная задача оптимального быстродействия	1		1	14
5	Задачи оптимального быстродействия для линейных сингулярно возмущенных систем	0,5		1	14
6	Управляемость линейных сингулярно возмущенных систем	0,5		1	14
7	Задачи стабилизации	1		1	14
8	Задачи стабилизации для сингулярно возмущенных систем	1		0,5	16
9	Решение задач прикладного характера	1		0,5	14
	<i>Итого:</i>	8		8	128

5.2. Тематический план дисциплины.

Тема 1. Основные понятия и принципы теории линейных управляемых систем. Основные понятия и определения теории линейных управляемых систем. Понятие об управляемых объектах. Задача управления. Уравнения движения объекта. Допустимые управления. Современное состояние и перспективы развития теории. _____ 1

Тема 2. Основные направления в теории оптимальных быстродействий. Метод динамического программирования. Функция Беллмана. _____ 1

Тема 3. Задача синтеза. Проблема синтеза оптимальных управлений. Основная теорема принципа максимума Понтрягина. Оптимальное управление при ограничениях фазовых координат. Условия оптимальности в

случае граничных поверхностей произвольного порядка. Синтез систем управления, оптимальных по квадратичному критерию. _____ 1

Тема 4. Линейная задача оптимального быстродействия. Принцип максимума для оптимальности по быстродействию. Сферы достижимости. Оптимальное по быстродействию управление линейными объектами. Основные теоремы о линейных быстродействиях. Теоремы о числе переключений. Теорема единственности. Теорема существования. Системы, не удовлетворяющие условию общности положения. Задача синтеза для управляемых систем второго порядка. _____ 1

Тема 5. Задачи оптимального быстродействия для линейных сингулярно возмущенных систем. Асимптотические разложения. Регулярные и сингулярные возмущения. Интегральные многообразия и построение упрощенных моделей. Декомпозиция линейных систем с быстрыми и медленными переменными. Асимптотика точек переключения. _____ 0,5

Тема 6. Управляемость линейных сингулярно возмущенных систем. Управляемость линейных нестационарных сингулярно возмущенных систем. _____ 0,5

Тема 7. Задачи стабилизации. Постановка задачи стабилизации. Непрерывная стабилизация линейных дифференциальных уравнений. Управляемость, декомпозиция и стабилизируемость линейных систем. Модальное управление. Стабилизируемость вполне управляемых систем. Условия существования стабилизирующего управления не вполне управляемой системы. Стабилизация по части переменных и стабилизация инвариантных множеств. Стабилизация линейных систем при неполной информации. Стабилизация линейных систем при помощи асимптотического наблюдателя. Непрямое регулирование. Релейная стабилизация. Оптимальная стабилизация линейных непрерывных систем. Оптимальная стабилизация при наличии точной информации об отклонениях. Наблюдаемость линейных систем и их декомпозиция с точки зрения наблюдаемости. Несмещенные алгоритмы оценивания и стабилизация по оценке. Оптимальное оценивание отклонений при отсутствии точной информации, фильтр Калмана. Применение метода интегральных многообразий для синтеза стабилизирующих управлений для динамических систем с быстрыми и медленными переменными. _____ 1

Тема 12. Решение задач прикладного характера. Применение метода геометрической декомпозиции для понижения размерности задач управления линейными объектами различной природы с быстрыми и медленными переменными. Решение задачи оптимального быстродействия для магнитоэлектрического силового привода. _____ 1

Выявление информационных ресурсов в научных библиотеках и сети Internet по следующим направлениям:

- библиография по актуальным проблемам теории линейных управляемых систем;
- публикации (в том числе электронные) источников по методам решения задач оптимального быстродействия и задач стабилизации для сингулярно возмущенных систем.

Организация текущего и промежуточного контроля знаний

Контрольные работы – не предусмотрены.

Список вопросов для промежуточного тестирования:

1. Задача управления. Допустимые управления.
2. Метод динамического программирования.
3. Принцип максимума Понтрягина.
4. Проблема синтеза оптимальных управлений.
5. Синтез систем управления, оптимальных по квадратичному критерию.
6. Оптимальное по быстродействию управление линейными объектами.
7. Основные теоремы о линейных быстродействиях.
8. Задача синтеза для управляемых систем второго порядка.
9. Регулярные и сингулярные возмущения.
10. Интегральные многообразия и построение упрощенных моделей.
11. Декомпозиция линейных систем с быстрыми и медленными переменными.
12. Асимптотика точек переключения.
13. Управляемость линейных нестационарных сингулярно возмущенных систем.
14. Алгебраические критерии управляемости линейных сингулярно возмущенных стационарных систем.
15. Управляемость, декомпозиция и стабилизируемость линейных систем. Модальное управление.
16. Стабилизируемость вполне управляемых систем.
17. Условия существования стабилизирующего управления не вполне управляемой системы.
18. Стабилизация по части переменных и стабилизация инвариантных множеств.
19. Стабилизация линейных систем при неполной информации.
20. Оптимальная стабилизация линейных непрерывных систем.
21. Несмещенные алгоритмы оценивания и стабилизация по оценке.
22. Синтез стабилизирующих управлений для динамических систем с быстрыми и медленными.
23. Понижение размерности задач управления линейными объектами различной природы с быстрыми и медленными переменными.

5.2. Самостоятельная работа аспирантов

Изучение учебного материала, перенесенного с аудиторных занятий на самостоятельную проработку

Тема 1. Основные понятия и принципы теории линейных управляемых систем. Основные понятия и определения теории линейных управляемых систем. Понятие об управляемых объектах. Задача управления. Уравнения движения объекта. Допустимые управления. Современное состояние и перспективы развития теории. _____ 14

Тема 2. Основные направления в теории оптимальных быстрых действий. Метод динамического программирования. Функция Беллмана. Принцип максимума Понтрягина. Связь между принципом максимума, вариационным исчислением и динамическим программированием. _____ 14

Тема 3. Задача синтеза. Проблема синтеза оптимальных управлений. Основная теорема принципа максимума Понтрягина. Оптимальное управление при ограничениях фазовых координат. Условия оптимальности в случае граничных поверхностей произвольного порядка. Синтез систем управления, оптимальных по квадратичному критерию. _____ 14

Тема 4. Линейная задача оптимального быстрого действия. Принцип максимума для оптимальности по быстрому действию. Сферы достижимости. Оптимальное по быстрому действию управление линейными объектами. Основные теоремы о линейных быстрых действиях. Теоремы о числе переключений. Теорема единственности. Теорема существования. Системы, не удовлетворяющие условию общности положения. Задача синтеза для управляемых систем второго порядка. _____ 14

Тема 5. Задачи оптимального быстрого действия для линейных сингулярно возмущенных систем. Асимптотические разложения. Регулярные и сингулярные возмущения. Интегральные многообразия и построение упрощенных моделей. Декомпозиция линейных систем с быстрыми и медленными переменными. Асимптотика точек переключения. _____ 14

Тема 6. Управляемость линейных сингулярно возмущенных систем. Управляемость линейных нестационарных сингулярно возмущенных систем. Понижение размерности задачи. Область достижимости. Критерии управляемости. Алгебраические критерии управляемости линейных сингулярно возмущенных стационарных систем. _____ 14

Тема 7. Задачи стабилизации. Постановка задачи стабилизации. Непрерывная стабилизация линейных дифференциальных уравнений. Управляемость, декомпозиция и стабилизируемость линейных систем. Модальное управление. Стабилизируемость вполне управляемых систем. Условия существования стабилизирующего управления не вполне управляемой системы. Стабилизация по части переменных и стабилизация

инвариантных множеств. Стабилизация линейных систем при неполной информации. Стабилизация линейных систем при помощи асимптотического наблюдателя. Непрямое регулирование. Релейная стабилизация. Оптимальная стабилизация линейных непрерывных систем. Оптимальная стабилизация при наличии точной информации об отклонениях. Наблюдаемость линейных систем и их декомпозиция с точки зрения наблюдаемости. Несмещенные алгоритмы оценивания и стабилизация по оценке. Оптимальное оценивание отклонений при отсутствии точной информации, фильтр Калмана. _____ 16

Тема 8. Задачи стабилизации для сингулярно возмущенных систем.

Применение метода интегральных многообразий для синтеза стабилизирующих управлений для динамических систем с быстрыми и медленными переменными. _____ 14

Тема 9. Решение задач прикладного характера. Применение метода геометрической декомпозиции для понижения размерности задач управления линейными объектами различной природы с быстрыми и медленными переменными. Решение задачи оптимального быстродействия для магнитоэлектрического силового привода. _____ 14

Выявление информационных ресурсов в научных библиотеках и сети Internet по следующим направлениям:

- библиография по актуальным проблемам теории линейных управляемых систем;
- публикации (в том числе электронные) источников по методам решения задач оптимального быстродействия и задач стабилизации для сингулярно возмущенных систем.

Тематика рефератов - не предусмотрены.

Итоговый контроль проводится в виде зачета.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Литература:

№	Название	Автор	Вид издания (монография, диссертация, учебник, учебное Пособие и др.)	Место издания, издательство, год издания, кол-во страниц
а) Основная литература				
1.	Введение в математическое моделирование:	П.В. Трусова. М.: Логос.	Учебное пособие / Под редакцией	2008. 440 с.
2.	Основы информационной безопасности	В.А.Галатенко	М.: Физматлит,	2012
3.	Геометрическая декомпозиция сингулярно возмущенных систем.	Воропаева Н.В., Соболев В.А.	М.: Физматлит,	2009 .— 255 с.
4.	Оптимальное быстродействие для линейных систем дифференциальных уравнений : метод. указания / О.В. Видилина	Видилина О.В.	Самарский государственный университет, Механико-математический факультет, Кафедра дифференциальных уравнений и теории управления.	Самара: Универс групп, 2010. - 24 с.
5	Математическое моделирование и вычислительный эксперимент. Современные методы математического моделирования.	Самарский А.А.	Сборн. лекций междуна. конф. «Математическое моделирование». Самара,	2010. С. 4 - 12.
б) Дополнительная литература				
1	Математическое моделирование.	Самарский А.А. Михайлов А.П.	Физмат - гит	1997. 428 с.
2	Основы теории систем и системного анализа.	Волкова В.Н., Денисов А.А.	СПб: СПбГТУ	2001, 512 с.

3	Моделирование систем. М.:	Советов Б.Я., Яковлев С.А.	Высшая школа	1998, 319с.
4	Теория подобия и размерностей. Моделирование. — М.	Алабужем П.М., Геронимус В.Б.,	Высш. шк.,	1968. — 320 с.
5	Моделирование как метод научного исследования. - М.:	Глинский Б.А.. Грязное Б.С.	Наука	1965, 245 с.
6	Курс статистического моделирования. М.:	Ермаков С.М., Михашов Г.А.	Наука	1976, 320 с.
7	Математическое моделирование	Дж. ЭнОрюса и Р. Маклоуна. М.	Мир	1979, 250 с.
8	Прикладная математика: предмет, логика, особенности подхода	Блехман И.И., Мышкинс А.Д., Пановка А.Г.	Наук, думка,	1976. — 270 с.
9	Теория вероятностей и математическая статистика. — М.:	Венецкий И.Г., Кильдишев Г.С.	Статистика	1975. — 264 с.
10	Теория вероятностей.	Вентцель Е.С.	Наука	1969. — 432 с.
11	Вероятностно-статистические методы на автотранспорте. — К.:	Гнеденко Б.В.	Высш. шк.,	1976. — 232 с.
12	Курс теории вероятностей. — М.:	Галушко В.Г.	Наука	1969. — 400с.
13	Психологические основы работы над книгой. — М.:	Доблаев Л.П.	Книга	1970. — 72 с.

6.1. Поддержка самостоятельной работы:

№ п/п	Ссылка на информационный ресурс	Наименование разработки в электронной форме	Доступность
1.	Электронная библиотека East View http://www.dlib.eastview.com		Доступ возможен с любого компьютера, включённого в университетскую сеть ИнГГУ
2.	Справочно-правовая система «Консультант-плюс» http://www.consultant.ru		Доступ возможен с любого компьютера, включённого в университетскую сеть ИнГГУ
3.	База данных «Полпред» http://www.polpred.com		Доступ возможен с любого компьютера, включённого в университетскую сеть ИнГГУ
4.	Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» http://www.window.edu.ru		Свободный доступ по сети Интернет.
5.	Информационная система «Экономика. Социология. Менеджмент» http://www.ecsosman.ru		Свободный доступ по сети Интернет.
6.	Сайт Высшей аттестационной комиссии http://www.vak.ed.gov.ru		Свободный доступ по сети Интернет.
7.	В помощь аспирантам http://www.dis.finansy.ru		Свободный доступ по сети Интернет.
8.	Elsevier http://www.sciencedirect.com ; http://www.scopus.com		Доступ возможен с любого компьютера, включённого в университетскую сеть ИнГГУ
9	Консультант студента http://www.studmedlib.ru		Доступ по индивидуальным скретч-картам.

Дополнения и изменения в рабочей программе на ____/____ учебный год

В рабочую программу внесены следующие изменения :

Рабочая программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры

« ____ » _____ г. протокол № _____

Заведующий кафедрой _____ (_____)
Внесенные изменения утверждаю

Декан _____ (_____)

« ____ » _____ г.

Дополнения и изменения в рабочей программе на ____/____ учебный год

В рабочую программу внесены следующие изменения :

Рабочая программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры

« ____ » _____ г. протокол № _____

Заведующий кафедрой _____ (_____)
Внесенные изменения утверждаю

Декан _____ (_____)

« ____ » _____ г.