

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО НАУЧНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ
ИНСТИТУТ ПРИКЛАДНЫХ МАТЕМАТИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ
КАРЕЛЬСКОГО НАУЧНОГО ЦЕНТРА
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК
(ИПМИ КарНЦ РАН)**



УТВЕРЖДАЮ

Врио директора ИПМИ КарНЦ РАН

д.ф.-м.н., проф.

В.В. Мазалов

23 августа 2015 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

**ДИСЦИПЛИНЫ
ТЕОРИЯ УПРАВЛЕНИЯ**

Направление подготовки: 09.06.01 Информатика и вычислительная техника

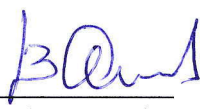
Профиль: Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ

Квалификация: Исследователь. Преподаватель-исследователь

Петрозаводск
2015

Составитель рабочей программы:

Зав. лаб., профессор, д.ф.-м.н.
(должность, ученое звание, ученая степень)


(подпись)

Ю.В. Заика
(Ф.И.О.)

Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО (уровень подготовки кадров высшей квалификации) и утверждена на заседании Ученого совета ИПМИ КарНЦ РАН

«28» августа 2015 г., протокол № 7

Председатель Ученого совета
Д.ф.-м.н., проф.



В.В. Мазалов

1. Цели и задачи дисциплины

1.1. *Целью дисциплины является:* изучение базовых понятий и методов математической теории управления динамическими системами; приобретение навыков решения практических задач; ознакомление с методологией современной теории управления эволюционными процессами; формирование навыков использования методов теории управления в научно-исследовательской и педагогической деятельности; формирование навыков разработки программного обеспечения для научно-исследовательской деятельности; повышение квалификации в области научных основ и применении методов теории управления для решения научных и прикладных научно-технических проблем.

1.2. *Виды профессиональной деятельности:*

- научно-исследовательская деятельность;
- проектная деятельность.

Выпускник, освоивший программу аспирантуры в соответствии с данными видами профессиональной деятельности, готов решать следующие профессиональные задачи:

- подготовка научных и научно-технических публикаций;
- разработка алгоритмов и программных средств для решения практических задач управления динамическими системами;
- планирование процессов и ресурсов для решения задач в области прикладной математики и информатики;
- использование математических методов теории управления в научно-исследовательской, педагогической и производственно-технологической деятельности.

2. Место дисциплины в структуре ООП аспиранта

Дисциплина «Теория управления» является вариативной согласно учебному плану ООП по направлению подготовки 09.06.01 «Информатика и вычислительная техника», профиль – математическое моделирование, численные методы и комплексы программ. Дисциплина изучается во 2-м семестре и направлена на формирование компетенций УКЗ, ПК2, ПКЗ.

3. Требования к уровню подготовки аспиранта, завершившего изучение дисциплины

В результате освоения дисциплины аспирант приобретает следующие компетенции:

Компетенция	Код по ФГОС ВО (уровень подготовки кадров)	Структура компетенции	Дескрипторы (уровни) - основные признаки освоения (показатели достижения результата)		Формы и методы обучения, способствующие формированию и развитию компетенции
Готовность участвовать в работе российских и международных исследовательских коллективов по решению научных и научно-образовательных задач	УКЗ	Знать: общее состояние современных научных достижений в области методов оптимизации и алгоритмов управления динамическими системами	Высокий (превосходный) уровень	Знать: основные понятия, методы и алгоритмы, изложенные в курсе «Теория управления»	Посещение лекций, семинаров, участие в научно-исследовательской деятельности, применение полученных знаний для решения практических задач
			Повышенный (продвинутый) уровень	основные методы оптимизации и управления динамическими системами	
			Пороговый (базовый) уровень	основные понятия и принципы разработки систем управления	
		Уметь: вести научно-исследовательскую деятельность	Высокий (превосходный) уровень	Уметь: применять теоретические знания для решения новых практических задач	Посещение лекций, семинаров, участие в научно-исследовательской деятельности, применение знаний для решения практических задач
			Повышенный (продвинутый) уровень	эффективно использовать методы математической теории управления в научных исследованиях	
			Пороговый (базовый) уровень	решать практические задачи управления техническими системами стандартными методами	
		Владеть: организационными, коммуникативными навыками,	Высокий (превосходный) уровень	Владеть: основными методами научных исследований	Посещение лекций, семинаров, участие в научно-исследовательской деятельности, применение
			Повышенный	навыками анализа задач	

		позволяющими осуществлять работу в исследовательских коллективах	(продвинутый) уровень	управления и алгоритмизации их решения	полученных знаний для решения практических задач
			Пороговый (базовый)	методикой решения практических задач	
Способность к развитию аналитических и численных методов исследования математических моделей	ПК2	Знать: современные научные достижения в области математического моделирования систем управления, численных методов оптимизации	Высокий (превосходный) уровень	Знать: основное содержание курса «Теория управления»	Посещение лекций, семинаров, участие в научно-исследовательской деятельности, применение знаний для решения практических задач
			Повышенный (продвинутый) уровень	основные методы моделирования систем управления	
			Пороговый (базовый) уровень	типовые задачи управления техническими системами и их решение численными методами	
		Уметь: разрабатывать математические модели систем управления и численные методы их реализации с использованием программных сред	Высокий (превосходный) уровень	Уметь: применять полученные теоретические знания для решения новых практических задач	Посещение лекций, семинаров, участие в научно-исследовательской деятельности, применение полученных знаний для решения практических задач
			Повышенный (продвинутый) уровень	эффективно использовать методы математической теории управления в научных исследованиях	
			Пороговый (базовый) уровень	решать конкретные практические задачи	
		Владеть: навыками аналитического и численного анализа данных при математическом моделировании систем управления динамическими системами	Высокий (превосходный) уровень	Владеть: основными методами математического анализа задач управления	Посещение лекций, семинаров, участие в научно-исследовательской деятельности, применение полученных знаний для решения практических задач
			Повышенный (продвинутый) уровень	навыками алгоритмизации и численного моделирования систем управления	
			Пороговый (базовый) уровень	основными аналитическими методами проектирования систем управления	
Способность к		Знать: современные	Высокий	Знать: основное	Посещение лекций,

разработке эффективных вычислительных алгоритмов с применением современных компьютерных технологий	ПКЗ	научные достижения в области математического моделирования систем управления и их алгоритмической реализации	(превосходный) уровень	содержание курса «Теория управления»	семинаров, участие в научно-исследовательской деятельности, применение знаний для решения практических задач
			Повышенный (продвинутый) уровень	основные методы алгоритмизации и программирования для решения задач управления	
			Пороговый (базовый) уровень	типовые задачи управления техническими системами, их алгоритмическое сопровождение	
		Уметь: разрабатывать математические модели систем управления и алгоритмы их реализации с использованием программных сред	Высокий (превосходный) уровень	Уметь: применять полученные теоретические знания для решения новых практических задач	Посещение лекций, семинаров, участие в научно-исследовательской деятельности, применение полученных знаний для решения практических задач
			Повышенный (продвинутый) уровень	эффективно использовать методы и алгоритмы теории управления в научных исследованиях	
			Пороговый (базовый) уровень	решать конкретные практические задачи	
		Владеть: навыками математической обработки информации и анализа данных при алгоритмизации и программной реализации систем управления динамическими системами	Высокий (превосходный) уровень	Владеть: основными методами математической теории управления динамическими системами	Посещение лекций, семинаров, участие в научно-исследовательской деятельности, применение полученных знаний для решения практических задач
			Повышенный (продвинутый) уровень	навыками алгоритмизации и программирования для решения задач управления техническими объектами	
			Пороговый (базовый) уровень	основными методами обработки данных в задачах управления с помощью программных комплексов	

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

4.1. Объем дисциплины:

общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных единицы, 72 часа.

Вид учебной работы	Объем часов / зачетных единиц
Обязательная аудиторная учебная нагрузка (всего)	22
в том числе:	
лекции	10
семинары	-
практические занятия	12
Самостоятельная работа аспиранта (всего)	50
Вид контроля по дисциплине	зачет

4.2. Лекционные занятия:

№ те мы	Название раздела/темы дисциплины	Технология проведения	Формиру- емые компетен- ции (код)	Форма оценочных средств	Трудоемкость (час.)
1	Вариационные методы в теории оптимального управления. Принцип максимума Понтрягина	Чтение лекций, презентации, использование учебной литера- туры и УМК	УК 3	коллоквиум	2
2	Управляемость. Импульсные и релейно- импульсные управления. Стабилизация программных движений. Дискретные регуляторы.	Чтение лекций, презентации, использование учебной литера- туры и УМК	ПК 2	собеседование	2

3	Наблюдаемость динамических систем с неполной обратной связью. Интегральные операторы наблюдения. Асимптотические наблюдатели и стабилизация.	Чтение лекций, презентации с использованием мультимедийного оборудования, использование учебной литературы и УМК	ПК 2	коллоквиум	2
4	Метод динамического программирования. Линейно-квадратичная задача. Оптимальное демпфирование переходных процессов.	Чтение лекций, презентации, использование учебной литературы и УМК	УК 3	собеседование	2
5	Задачи робастного и адаптивного управления. Численные методы оптимального управления динамическими системами	Чтение лекций, презентации, использование учебной литературы и УМК	ПК 3	коллоквиум	2
Итого:					10

4.3. Практические (семинарские) занятия:

№ те мы	Тематика занятий	Технология проведения	Формируемые компетенции	Форма оценочных средств	Трудоемкость (час.)
1	Аэродинамическая задача Ньютона. Стабилизация спутника по направлению. Задача о мягкой посадке КА	Лабораторный практикум, консультация по решению задач	УК 3	Лабораторная работа	3
2	Синтез оптимального регулятора колебаний. Управление движением с регулируемым трением	Лабораторный практикум, консультация по решению задач	ПК 2	Лабораторная работа	2
3	Задачи оптимального	Лабораторный			

	быстродействия	практикум, консультация	ПК 3	Лабораторная работа	2
4	Управление в модели электродвигателя. Снижение мощности ядерного реактора	Лабораторный практикум, консультация по решению задач	ПК 2	Лабораторная работа	2
5	Задачи управления тепловыми и диффузионными процессами	Лабораторный практикум, консультация по решению задач	УК 3	Лабораторная работа	3
	Итого:				12

5. Содержание дисциплины

Тема №1. Вариационные методы в теории управления. Принцип максимума

Классические задачи вариационного исчисления, историческая справка. Вариация интегрального функционала. Необходимые условия экстремума, уравнения Эйлера. Изопериметрические, многомерные задачи. Достаточные условия экстремума. Прямые методы вариационного исчисления. Задачи оптимального управления, принцип максимума Понтрягина.

Тема №2. Управляемость. Стабилизация программных движений

Управляемость линейных систем, критерий полной управляемости. Стационарные системы, критерий Калмана. Импульсные и релейно-импульсные управления. Область достижимости. Теоремы Ляпунова об устойчивости движения, метод функций Ляпунова. Стабилизация линейной обратной связью. Дискретные регуляторы.

Тема №3. Наблюдаемость динамических систем. Асимптотические наблюдатели

Интегральные операторы наблюдения динамических систем. Критерий полной наблюдаемости. Наблюдение в условиях неопределенности. Локальная наблюдаемость нелинейных систем. Асимптотические наблюдатели. Стабилизация с неполной обратной связью.

Тема №4. Динамическое программирование. Линейно-квадратичная задача. Оптимальное демпфирование переходных процессов

Метод динамического программирования Беллмана. Дискретные задачи оптимального управления и задачи оптимизации с непрерывным временем. Связь с принципом максимума Понтрягина. Линейно-квадратичная задача оптимального управления, аналитическое конструирование регуляторов. Оптимальное демпфирование переходных процессов, связь с методом динамического программирования.

Тема №5. Робастное и адаптивное управление. Численные методы оптимизации

Робастное и адаптивное управление, основные понятия и методология. Методы условной оптимизации в функциональных пространствах. Применение градиентных алгоритмов в задачах оптимального управления динамическими системами.

6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы аспирантов

Формы проведения самостоятельной работы

№	Тема дисциплины	Форма самостоятельной работы	Трудоемкость (час.)
1	Вариационные методы в теории оптимального управления. Принцип максимума Понтрягина	Проработка конспектов лекций и вопросов, вынесенных на самостоятельное изучение по основной и дополнительной литературе	15
3	Наблюдаемость динамических систем. Асимптотические наблюдатели и стабилизация	Проработка конспектов лекций и вопросов, вынесенных на самостоятельное изучение по основной и дополнительной литературе	15
4	Задачи робастного и адаптивного управления. Численные методы оптимизации	Выполнение домашних и контрольных работ с привлечением специальной научно-технической литературы и программных средств. Участие в НИР аспирантов	20
	Итого:		50

7. Контроль знаний аспирантов

7.1. *Формы текущего контроля:* 1) коллоквиум; 2) собеседование; 3) лабораторные работы.

7.2. *Промежуточная аттестация по дисциплине:* проводится в форме зачета.

7.3. Вопросы к зачету по дисциплине «Теория управления»

1. Вариационные методы в теории управления.
2. Принцип максимума Понтрягина.
3. Управляемость линейных систем.
4. Импульсные и релейно-импульсные управления.
5. Транспортировка пучков траекторий.
6. Стабилизация программных движений.
7. Дискретные регуляторы.
8. Наблюдаемость динамических систем с неполной обратной связью.
9. Асимптотические наблюдатели и стабилизация.
10. Метод динамического программирования.
11. Линейно-квадратичная задача управления.
12. Оптимальное демпфирование переходных процессов.
13. Задачи робастного и адаптивного управления.
14. Задачи управления и оценивания при случайных возмущениях.
15. Задачи управления тепловыми и диффузионными процессами.
16. Численные методы решения задач оптимального управления.

7.4. Критерии оценки промежуточной аттестации по дисциплине «Теория управления»

Критерии оценки зачета	
«зачтено»	Ставится, если аспирант демонстрирует достаточно глубокое знание теоретических вопросов. Уверенно отвечает на дополнительные вопросы, свободно ориентируется в материале курса и успешно

6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы аспирантов

Формы проведения самостоятельной работы

№	Тема дисциплины	Форма самостоятельной работы	Трудоемкость (час.)
1	Вариационные методы в теории оптимального управления. Принцип максимума Понтрягина	Проработка конспектов лекций и вопросов, вынесенных на самостоятельное изучение по основной и дополнительной литературе	15
3	Наблюдаемость динамических систем. Асимптотические наблюдатели и стабилизация	Проработка конспектов лекций и вопросов, вынесенных на самостоятельное изучение по основной и дополнительной литературе	15
4	Задачи робастного и адаптивного управления. Численные методы оптимизации	Выполнение домашних и контрольных работ с привлечением специальной научно-технической литературы и программных средств. Участие в НИР аспирантов	20
	Итого:		50

7. Контроль знаний аспирантов

7.1. *Формы текущего контроля:* 1) коллоквиум; 2) собеседование; 3) лабораторные работы.

7.2. *Промежуточная аттестация по дисциплине:* проводится в форме зачета.

7.3. Вопросы к зачету по дисциплине «Теория управления»

1. Вариационные методы в теории управления.
2. Принцип максимума Понтрягина.
3. Управляемость линейных систем.
4. Импульсные и релейно-импульсные управления.
5. Транспортировка пучков траекторий.
6. Стабилизация программных движений.
7. Дискретные регуляторы.
8. Наблюдаемость динамических систем с неполной обратной связью.
9. Асимптотические наблюдатели и стабилизация.
10. Метод динамического программирования.
11. Линейно-квадратичная задача управления.
12. Оптимальное демпфирование переходных процессов.
13. Задачи робастного и адаптивного управления.
14. Задачи управления и оценивания при случайных возмущениях.
15. Задачи управления тепловыми и диффузионными процессами.
16. Численные методы решения задач оптимального управления.

7.4. Критерии оценки промежуточной аттестации по дисциплине «Теория управления»

Критерии оценки зачета	
«зачтено»	Ставится, если аспирант демонстрирует достаточно глубокое знание теоретических вопросов. Уверенно отвечает на дополнительные вопросы, свободно ориентируется в материале курса и успешно

	справляется с практическим заданием.
«незачтено»	Ставится, если аспирант не способен правильно раскрыть содержание основных понятий, плохо ориентируется в материале курса. Аспирант не в состоянии выполнить практическое задание.

7.5. Фонд оценочных средств: см. Приложение №1.

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

8.1. Основная литература

1. Математические методы теории управления: проблемы устойчивости, управляемости и наблюдаемости : [монография] / С. В. Емельянов [и др.]. - Москва : Физматлит, 2013. - 197 с. ; 22 см. - (Теория управления). - [Изд. при поддержке РФФИ]. - Библиогр. : с. 193 - 195. - Предм. указ. : с. 196 - 197. - ISBN 978-5-9221-1544-5
2. Математические методы теории управления: проблемы устойчивости, управляемости и наблюдаемости : [монография] / С. В. Емельянов [и др.]. - Москва : Физматлит, 2013. - 197 с. ; 22 см. - (Теория управления). - [Изд. при поддержке РФФИ]. - Библиогр. : с. 193 - 195. - Предм. указ. : с. 196 - 197. - ISBN 978-5-9221-1544-5
3. Savov, S. Solution bounds for algebraic equations in control theory / Svetoslav Savov ; Bulgarian Academy of Sciences, Institute of information and communication technologies. - Sofia : Prof. Marin Drinov Academic Publishing House, 2014. - 205 p. : tabl. ; 21 cm. - Bibliogr. : p. 196 - 205. - ISBN 978-954-322-750-1
4. Зубов, В. И. Лекции по теории управления : учебное пособие / В. И. Зубов. - Изд. 2-е, испр. - Санкт-Петербург [и др.] : Лань, 2009. - 494, [1] с. ; 22,2 см. - (Классическая учебная литература по математике). - Библиогр. в конце кн. - ISBN 978-5-81140985-3

8.2. Дополнительная литература

1. Афанасьев, В.Н. Математическая теория конструирования систем управления : Учеб. для вузов по спец. "Прикл. математика" / Афанасьев В.Н., Колмановский В.Б., Носов В.Р. - М. : Высшая школа, 2003. - 614 с. : ил. ; 21 см. - Библиогр.: с. 599-601. - Предм. указ.: с. 602-606. - ISBN 5-06-004162-X Вып. 2. - 335 с. : ил. ; 25 см. - Библиогр. в конце работ
2. Пантелеев А.В. Теория управления в примерах и задачах.: Учебник/ А.В.Пантелеев, А.С.Бортаковский. - М.:Высшая школа, 2003. - 583с. - (Прикладная математика для ВТУЗОВ). - Библиогр.: с.581-583
3. Заика, Юрий Васильевич. Управление и алгоритмы наблюдения и идентификации : Учеб.пособие [Текст][Электронный ресурс] / Петрозав.гос.ун-т, КарНЦ.Ин-т прикл.матем.исслед. - Петрозаводск, 2001. - 161с. - Библиогр.:с.156-161. - ISBN 5-8021-0141-5
4. Нелинейная динамика и управление : Сб. ст. / МГУ им. М.В. Ломоносова. Фак. ВМиК, РАН. Ин-т систем. анализа ; Емельянов С.В., Коровин С.К. (ред.). - М. : Физматлит (2001. - ISBN 5-9221-0176-5
Вып. 1. - 447 с. : ил. ; 25 см. - Библиогр. в конце работ
5. Нелинейная динамика и управление : Сб. ст. / МГУ им. М.В. Ломоносова. Фак. ВМиК, РАН. Ин-т систем. анализа ; Емельянов С.В., Коровин С.К. (ред.). - М. : Физматлит. - ISBN 5-9221-0332-6
6. Нелинейная динамика и управление : [сборник статей] / Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова, Факультет ВМиК, Российская академия наук, Институт системного анализа ; под ред. С. В. Емельянова, С. К. Коровина. - Москва : Физматлит, 2013. - [Изд. при поддержке РФФИ]. - ISBN 978-5-9221-1564-
Вып. 8. - 335 с. : ил. ; 25 см. - Библиогр. в конце ст.
7. Нелинейная динамика и управление : [сборник статей] / Моск. гос. ун-т им. М. В. Ломоносова, Фак. ВМиК, Рос. акад. наук, Ин-т систем. анализа ; под ред. С. В. Емельянова, С. К. Коровина. - Москва : Физматлит, 2010. - ISBN 978-5-9221-1242-0
Вып. 7. - 398 с. : ил. ; 25 см. - Библиогр. в конце ст.
8. Моделирование, декомпозиция и оптимизация сложных динамических процессов / Учреждение Рос. акад. наук Вычисл. центр им. А. А. Дородницына РАН ; [отв. ред. Ю. Н.

3. Методические рекомендации по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащённости образовательного процесса (утверждены зам. Министра образования и науки РФ А.А.Климовым от 8.4.2014 г. № АК-44/05 вн).

Содержание фонда оценочных средств

Коллоквиум

Вопросы к коллоквиуму по дисциплине
«Теория управления»:

1. Вариационные методы в теории управления.
2. Принцип максимума Понтрягина.
3. Управляемость линейных систем.
4. Импульсные и релейно-импульсные управления.
5. Транспортировка пучков траекторий.
6. Стабилизация программных движений.
7. Дискретные регуляторы.
8. Наблюдаемость динамических систем с неполной обратной связью.
9. Асимптотические наблюдатели и стабилизация.
10. Метод динамического программирования.
11. Линейно-квадратичная задача управления.
12. Оптимальное демпфирование переходных процессов.
13. Задачи робастного и адаптивного управления.
14. Задачи управления и оценивания при случайных возмущениях.
15. Задачи управления тепловыми и диффузионными процессами.
16. Численные методы решения задач оптимального управления.

Критерии оценки коллоквиума

«зачтено»	Ставится, если аспирант строит ответ логично в соответствии с планом, обнаруживает глубокое знание теоретических вопросов. Уверенно отвечает на дополнительные вопросы.
«незачтено»	Ставится, если аспирант оказывается неспособным правильно раскрыть содержание основных понятий. Ответ содержит ряд серьезных неточностей. Аспирант не отвечает на дополнительные вопросы.

Собеседование

Тема №1. Вариационные методы в теории управления. Принцип максимума

Классические задачи вариационного исчисления, историческая справка. Вариация интегрального функционала. Необходимые условия экстремума, уравнения Эйлера. Изопериметрические, многомерные задачи. Достаточные условия экстремума. Прямые методы вариационного исчисления. Задачи оптимального управления, принцип максимума Понтрягина.

Тема №2. Управляемость. Стабилизация программных движений

Управляемость линейных систем, критерий полной управляемости. Стационарные системы, критерий Калмана. Импульсные и релейно-импульсные управления. Область достижимости. Теоремы Ляпунова об устойчивости движения, метод функций Ляпунова. Стабилизация линейной обратной связью. Дискретные регуляторы.

Тема №3. Наблюдаемость динамических систем. Асимптотические наблюдатели

Интегральные операторы наблюдения линейных систем. Критерий полной наблюдаемости. Наблюдение в условиях неопределенности. Локальная наблюдаемость нелинейных систем. Асимптотические наблюдатели. Стабилизация систем с неполной обратной связью.

Тема №4. Динамическое программирование. Линейно-квадратичная задача. Оптимальное демпфирование переходных процессов

Метод динамического программирования Беллмана. Дискретные задачи оптимального управления и задачи оптимизации с непрерывным временем. Связь с принципом максимума Понтрягина. Линейно-квадратичная задача оптимального управления, аналитическое конструирование регуляторов. Оптимальное демпфирование переходных процессов, связь с методом динамического программирования.

Тема №5. Робастное и адаптивное управление. Численные методы оптимизации

Робастное и адаптивное управление, основные понятия и методология. Методы условной оптимизации в функциональных пространствах. Применение градиентных алгоритмов в задачах оптимального управления динамическими системами.

Критерии оценки собеседования

«зачтено»	Ставится, если аспирант строит ответ логично в соответствии с планом, обнаруживает глубокое знание теоретических вопросов. Уверенно отвечает на дополнительные вопросы. При ответе грамотно использует научную лексику, способен привести примеры, демонстрирующие эффективность теории.
«незачтено»	Ставится, если аспирант оказывается неспособным правильно раскрыть содержание основных понятий. Ответ содержит ряд серьезных неточностей. Аспирант не отвечает на дополнительные вопросы и не ориентируется свободно в излагаемом материале.

Лабораторные работы

1. Аэродинамическая задача Ньютона.
2. Стабилизация спутника по направлению.
3. Задача о мягкой посадке космического аппарата (КА).
4. Синтез оптимального регулятора колебаний.
5. Управление движением с регулируемым трением.
6. Задачи оптимального быстрогодействия.
7. Управление в модели электродвигателя.
8. Снижение мощности ядерного реактора.
9. Задачи управления тепловыми и диффузионными процессами.

Критерии оценки лабораторных работ

«зачтено»	Ставится, если аспирант демонстрирует достаточно глубокое понимание теоретического материала и полностью справляется с решением практической задачи. Допустимы лишь не принципиальные погрешности.
«незачтено»	Ставится, если аспирант оказывается неспособным применить теоретический материал к решению конкретной практической задачи.

ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ В РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ

за _____ / _____ учебный год

В рабочую программу _____
(наименование дисциплины)

Для специальности (тей) _____
(номер специальности)

Вносятся следующие дополнения и изменения:

Дополнения и изменения внес _____
(должность, ФИО, подпись)

Рабочая программа пересмотрена и одобрена на заседании Ученого совета ИПМИ КарНЦ
РАН

«___» _____ 20___ г.

Председатель Ученого совета

(подпись)

(ФИО)