

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего  
профессионального образования «Уральский федеральный университет имени первого  
Президента России Б.Н.Ельцина»

Институт математики и компьютерных наук  
Кафедра Вычислительной математики

УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по науке

\_\_\_\_\_ В.В. Кружаев

« \_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2015 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ  
**ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫЕ УРАВНЕНИЯ, ДИНАМИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ И ОПТИМАЛЬНОЕ  
УПРАВЛЕНИЕ**

Рекомендована Учебно-методическим советом Методическим Советом Института математики и  
компьютерных наук  
для направлений подготовки и специальностей:

<b>Направление</b>	<b>Направленность</b>	<b>Квалификация</b>
Математика и механика	Теоретическая механика	Исследователь. Преподаватель- исследователь

Екатеринбург, 2015

**СОГЛАСОВАНО**  
УПРАВЛЕНИЕ ПОДГОТОВКИ  
КАДРОВ ВЫСШЕЙ  
КВАЛИФИКАЦИИ

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с Федеральными государственными образовательными стандартами высшего профессионального образования

Код направления	Название направления	Реквизиты приказа Министерства образования и науки Российской Федерации об утверждении и вводе в действие ФГОС ВПО	
		Дата	Номер приказа
01.06.01	Математика и механика	30.07.14	866

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№	ФИО	Ученая степень, ученое звание	Должность	Кафедра	Подпись
1	Ушаков Владимир Николаевич	Д.ф.-м.н., профессор, чл.кор. РАН	Профессор	Прикладной математики	
2	Пацко Валерий Семенович	К.ф.-м.н., доцент	Доцент	Прикладной математики	
1	Пименов Владимир Германович	Д.ф.-м.н., профессор	Зав.кафедрой	Вычислительной математики	

Рабочая программа дисциплины одобрена на заседании кафедр:

№	Наименование кафедры (УМС)	Дата заседания	Номер протокола	ФИО зав. кафедрой (предс. УМС)	Подпись
1	Читающая кафедра – Прикладной математики			М.И. Логинов	
2	Выпускающая кафедра – Механики и математического моделирования			М.Г. Близоруков	

Согласовано:

Председатель учебно-методического совета  
Института математики и компьютерных наук

А.Ю. Коврижных

Протокол № 7 от 20.07.2015 г.

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДИСЦИПЛИНЫ Дифференциальные уравнения, динамические системы и оптимальное управление

1. Пререквизиты	История науки Методология научных исследований
2. Кореквизиты	-
3. Постреквизиты	Итоговая государственная аттестация
4. Трудоемкость дисциплины-модуля, з.е.	3

### 1.1. Цели дисциплины

Целями освоения дисциплины являются:

- знакомство аспирантов с типичными постановками задач управления, а также с доказательствами утверждений, характеризующих оптимальные решения в классе программных управлений и управлений по принципу обратной связи;
- используя весь комплекс фундаментальных знаний, имеющихся у аспирантов, дать на современном уровне обзор достижений в области оптимального управления, ввести аспирантов в проблематику очень важного раздела современной математики с тем, чтобы они могли изучить основные задачи, возникающие в основаниях теории и приложениях.

Изучение дисциплины направлено на формирование студентами компетенций:

- способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях (УК-1);
- способностью проектировать и осуществлять комплексные исследования, в том числе междисциплинарные, на основе целостного системного научного мировоззрения с использованием знаний в области истории и философии науки (УК-2);
- готовность участвовать в работе российских и международных исследовательских коллективов по решению научных и научно-образовательных задач (УК-3);
- готовностью использовать современные методы и технологии научной коммуникации на государственном и иностранном языках (УК-4);
- способностью планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития (УК-5);
- способностью самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий (ОПК- 1);
- готовностью к преподавательской деятельности по основным образовательным программам высшего образования (ОПК-2).
- пониманием роли и места теоретической механики в механике и математике в целом, их связи с другими разделами механики, с математикой и другими областями науки (ПК-1);
- способностью применять и строить самостоятельно эффективные алгоритмы для решения механических задач (ПК-2);
- способностью оценивать вычислительную сложность алгоритмов, задач (ПК-3);
- способностью строить математические модели механических систем, используя аппарат алгебры, математического анализа и дифференциальных уравнений (ПК-4).
- способностью применять качественные методы теории дифференциальных уравнений при анализе поведения движений механических систем (ПК-5).
- способностью ставить компьютерный эксперимент с целью выдвижения, подтверждения или опровержения научных гипотез (ПК-6).

## 1.2. Требования к результатам освоения дисциплины

В результате освоения дисциплины студент должен:

Знать:

- современное состояние и тенденции развития теории оптимального управления;
- возможности использования теории оптимального управления для математического моделирования и дальнейшего использования методов теории оптимального управления в своей профессиональной деятельности;
- основные научные достижения в области оптимального управления, как фундаментальные, так и прикладной направленности.

Уметь:

- оперировать современным аппаратом теории оптимального управления;
- проводить научные исследования, используя как классические, так и современные разделы теории оптимального управления.

Владеть:

- основными теоретическими положениями оптимального управления, которые входят в программы кандидатского минимума;
- методами теории оптимального управления, использующими современный аппарат фундаментальных дисциплин, особенно математического анализа и дифференциальных уравнений.

## 1.3. Краткое описание дисциплины

В курсе рассматриваются типичные постановки задач управления. Приводятся доказательства утверждений, характеризующих оптимальные решения в классе программных управлений и управлений по принципу обратной связи. Существенное внимание уделяется идейной стороне вычислительных алгоритмов. Рассматриваются прикладные задачи.

Курс опирается на общеизвестные факты математического анализа и на стандартные сведения из теории обыкновенных дифференциальных уравнений. Изложение курса дает основу для изучения и понимания более специальных вопросов математической теории управления.

## 1.4.

### Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах:

Удельный вес занятий, проводимых в интерактивной форме, составляет 100% объема аудиторной нагрузки по дисциплине.

## 1.5. Трудоемкость освоения дисциплины

Очная форма обучения

Виды учебной работы, формы контроля	Всего, час.	Номер учебного семестра
		5
Аудиторные занятия, час.	4	4
Лекции, час.	4	4
Практические занятия, час.		
Лабораторные работы, час.		
Самостоятельная работа студентов, час.	104	104
Вид промежуточной аттестации (зачет, экзамен)	3	3
Общая трудоемкость по учебному плану, час.	108	108
Общая трудоемкость по учебному плану, з.е.	3	3

## 2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Код разделов и тем	Раздел, тема дисциплины	Содержание
P1	Линейные управляемые системы	Принцип максимума Понтрягина для управлений, ведущих на границу множества достижимости. Принцип максимума для задач быстродействия. Синтез оптимального управления
P2	Управляемые системы общего вида	Принцип динамического программирования для задач оптимального управления. Уравнение Беллмана. Нелинейные уравнения в частных производных первого порядка. Конкретизация для задач оптимального управления.
P3	Примеры прикладных задач с демонстрацией результатов применения методов теории управления	Задача о посадке самолета в условиях ветрового возмущения, задача об обходе препятствий, задача о преодолении самолетом препятствия по высоте, задача о восстановлении траектории самолета в условиях неточных замеров его положения. Задачи с интегральным показателем качества. Структура множеств достижимости для автомобиля Дубинса.

## 3. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТРУДОЕМКОСТИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ ПО РАЗДЕЛАМ И КОНТРОЛЬНЫМ МЕРОПРИЯТИЯМ

## (ПО ОЧНОЙ ФОРМЕ ОБУЧЕНИЯ)

Семестр обучения: 6

Объем дисциплины (зач.ед.): 3

Раздел дисциплины			Аудиторная нагрузка (час.)				Виды, количество и объемы мероприятий																			
Код раздела, темы	Наименование раздела, темы	Всего по разделу, теме (час.)	Всего	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Подготовка к аудиторным занятиям (час.)					Всего (час.)	Выполнение самостоятельных внеаудиторных работ (колич.)							Всего (час.)	Подготовка к контрольным и аттестационным мероприятиям (колич.)					
							Всего	Лекция	Практ., семинар. Занятия	Лабораторное занятие или семинар, семинар-конференция,	Домашняя работа*		Графическая работа*	Реферат, эссе, творч. работа*	Инд. или групповой проект*	Перевод инояз. литературы*	разработка программного	Расчетно-графическая работа*	Курсовая работа*		Курсовой проект*	Контрольная работа*	Коллоквиум*	Зачет* (при наличии зачета)	(дифференцированный или при отсутствии)	Экзамен*
P1	Линейные управляемые системы	24	2	2			4	4			18	3									0					
P2	Управляемые системы общего вида	18	0				0				18	3									0					
P3	Примеры прикладных задач с демонстрацией результатов применения методов теории управления	30	2	2			4	4			24	4									0					
Всего (час):		72,0	4	4	0	0	8	8	0	0	60	60	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		36
Всего по дисциплине (час.):		108																								

\* Суммарный объем в часах на мероприятие указывается в строке "Всего (час.):»

## 4. ОРГАНИЗАЦИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ, САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ И АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

### 4.1 Лабораторный практикум

Не предусмотрен.

### 4.2 Практические занятия

Не предусмотрены

### 4.3 Самостоятельная работа студентов и мероприятия текущего контроля

#### 4.3.1. *Примерный перечень тем рефератов*

Не предусмотрены

#### 4.3.2. *Примерный перечень тем домашних работ*

В качестве домашней работы может выступать подготовка доклада аспиранта с предшествующей исследовательской работой по следующим темам:

1. Применение принципа максимума Понтрягина к задачам оптимального быстродействия для материальной точки на прямой и для линейного осциллятора
2. Модельные задачи теории управления
3. Множества достижимости и интегральные воронки управляемых систем и дифференциальных включений. Алгоритмы приближённого вычисления множеств достижимости.
4. Алгоритмы приближённого вычисления множеств достижимости нелинейных управляемых систем с интегральными (квадратичными) ограничениями на управления.
5. Фундаментальная матрица Коши, ее свойства, применение для описания множества достижимости линейной управляемой системы.
6. Принцип максимума Понтрягина — необходимое и достаточное условие для управлений, ведущих на границу множества достижимости линейной системы.
7. Структура управлений, ведущих на границу множества достижимости линейной системы, для типичных примеров: управляемая материальная точка на прямой, управляемый осциллятор.
8. Линейная задача управления с фиксированным моментом окончания и выпуклой терминальной функцией платы. Необходимое и достаточное условие оптимальности в виде принципа максимума Понтрягина. Конкретизация для случая, когда терминальная функция платы есть расстояние от заданной точки.
9. Задача быстродействия для линейной управляемой системы с выпуклым целевым множеством. Формула для оптимального результата. Принцип максимума Понтрягина.
10. Конструирование управления обратной связи на основе решения программных задач.
11. Принцип максимума Понтрягина для управлений, ведущих на границу множества достижимости нелинейной системы. Роль теоремы о дифференцируемости решения дифференциального уравнения по начальному состоянию при выводе принципа максимума.
12. Задача оптимального управления нелинейной системой с непрерывно-дифференцируемой функцией платы. Задача с интегро-терминальной функцией платы. Задача быстродействия. Принцип максимума Понтрягина — необходимое условие оптимальности в этих задачах.
13. Множество управляемости. Связь этого понятия с понятием множества

достижимости. Задача синтеза управления. Нахождение оптимального синтеза на основе анализа множеств управляемости. Оптимальный синтез для управляемой материальной точки.

14. Связь классического вариационного исчисления и принципа максимума Понтрягина на примере задачи с интегро-терминальным показателем. Вывод уравнения Эйлера из соотношений принципа максимума.

#### **4.3.3. Примерный перечень тем контрольных работ**

Не предусмотрены

#### **4.3.4. Примерный перечень тем расчетных работ**

Не предусмотрены

#### **4.3.5. Примерный перечень тем расчетно-графических работ**

Не предусмотрены

#### **4.3.6. Примерная тематика коллоквиумов**

Не предусмотрены

#### **4.3.2. Примерная тематика курсового проекта (работы)**

5. Не предусмотрены

#### **5.3. Примерный перечень контрольных вопросов для подготовки к аттестации по дисциплине**

1. Фундаментальная матрица Коши, ее свойства, применение для описания множества достижимости линейной управляемой системы. (УК-1, УК-2, УК-3, УК-4, УК-5, ОПК-1, ОПК-2, ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-4, ПК-5, ПК-6)
2. Принцип максимума Понтрягина — необходимое и достаточное условие для управлений, ведущих на границу множества достижимости линейной системы. (УК-1, УК-2, УК-3, УК-4, УК-5, ОПК-1, ОПК-2, ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-4, ПК-5, ПК-6)
3. Структура управлений, ведущих на границу множества достижимости линейной системы, для типичных примеров: управляемая материальная точка на прямой, управляемый осциллятор. (УК-1, УК-2, УК-3, УК-4, УК-5, ОПК-1, ОПК-2, ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-4, ПК-5, ПК-6)
4. Линейная задача управления с фиксированным моментом окончания и выпуклой терминальной функцией платы. Необходимое и достаточное условие оптимальности в виде принципа максимума Понтрягина. Конкретизация для случая, когда терминальная функция платы есть расстояние от заданной точки. (УК-1, УК-2, УК-3, УК-4, УК-5, ОПК-1, ОПК-2, ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-4, ПК-5, ПК-6)
5. Задача быстродействия для линейной управляемой системы с выпуклым целевым множеством. Формула для оптимального результата. Принцип максимума Понтрягина. (УК-1, УК-2, УК-3, УК-4, УК-5, ОПК-1, ОПК-2, ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-4, ПК-5, ПК-6)
6. Конструирование управления обратной связи на основе решения программных задач. (УК-1, УК-2, УК-3, УК-4, УК-5, ОПК-1, ОПК-2, ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-4, ПК-5, ПК-6)



7. Принцип максимума Понтрягина для управлений, ведущих на границу множества достижимости нелинейной системы. Роль теоремы о дифференцируемости решения дифференциального уравнения по начальному состоянию при выводе принципа максимума. (УК-1, УК-2, УК-3, УК-4, УК-5, ОПК-1, ОПК-2, ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-4, ПК-5, ПК-6)
8. Задача оптимального управления нелинейной системой с непрерывно-дифференцируемой функцией платы. Задача с интегро-терминальной функцией платы. Задача быстрогодействия. Принцип максимума Понтрягина — необходимое условие оптимальности в этих задачах. (УК-1, УК-2, УК-3, УК-4, УК-5, ОПК-1, ОПК-2, ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-4, ПК-5, ПК-6)
9. Множество управляемости. Связь этого понятия с понятием множества достижимости. Задача синтеза управления. Нахождение оптимального синтеза на основе анализа множеств управляемости. Оптимальный синтез для управляемой материальной точки. (УК-1, УК-2, УК-3, УК-4, УК-5, ОПК-1, ОПК-2, ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-4, ПК-5, ПК-6)
10. Связь классического вариационного исчисления и принципа максимума Понтрягина на примере задачи с интегро-терминальным показателем. Вывод уравнения Эйлера из соотношений принципа максимума. (УК-1, УК-2, УК-3, УК-4, УК-5, ОПК-1, ОПК-2, ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-4, ПК-5, ПК-6)

В качестве аттестации за каждый семестр учебно-научного семинара может засчитываться реферат или доклад аспиранта с предшествующей исследовательской работой. (УК-1, УК-2, УК-3, УК-4, УК-5, ОПК-1, ОПК-2, ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-4, ПК-5, ПК-6)

## **5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ**

### **5.1. Рекомендуемая литература**

#### **5.1.1. Основная литература**

##### **Основная литература**

- 1) Кузнецов И.Н. Методика научного исследования : Учебно-методическое пособие для магистрантов и аспирантов — Минск : БГУ, 2012. — 246 с.
- 2) Волков Ю.Г. Диссертация: подготовка, защита, оформление : практическое — Москва : Альфа-М : ИНФРА-М, 2012. — 158 с.
- 3) Лукоянов Н.Ю. Функциональные уравнения Гамильтона-Якоби и задачи управления с наследственной информацией. Екатеринбург, УрФУ, 2011.
- 4) Vasin V.V., Eremin I.I. Operators and Iterative Processes of Fejer Type. Theory and Applications. Berlin-New-York: Wolter de Gruyter, 2009.
- 5) Соловьева О.Э., Мархасин В.С., Кацнельсон Л.Б., Сульман Т.Б., Васильева А.Д., Курсанов А.Г. Математическое моделирование живых систем. Екатеринбург Издательство Уральского университета, 2013.
- 6) Пименов В.Г. Разностные методы решения уравнений в частных производных с наследственностью. Екатеринбург. Издательство Уральского университета. 2014.

#### **5.1.2. Дополнительная литература**

- 1) Пацко В.С., Турова В.Л. Игра шофер-убийца: история и современные исследования. Екатеринбург: УрО РАН, 2009.

- 2) Варга Дж. Оптимальное управление дифференциальными и функциональными уравнениями. М.: Наука, 1977.
- 3) Обен Ж.–П., Экланд И. Прикладной нелинейный анализ. М.: Мир, 1988.
- 4) Понтрягин Л.С., Болтянский В.Г., Гамкрелидзе Р.В., Мищенко Е.Ф. Математическая теория оптимальных процессов. Физматгиз, 1961.
- 5) Красовский Н.Н. Теория управления движением. М.: Наука, 1968.
- 6) Болтянский В.Г. Математические методы оптимального управления. М.: Наука, 1969.
- 7) Ли Э.Б., Маркус Л. Основы теории оптимального управления. М.: Наука, 1972.
- 8) Благодатских В.И. Введение в оптимальное управление. М.: Высшая школа, 2001.
- 9) Куржанский А.Б. Управление и наблюдение в условиях неопределенности. М.: Наука, 1977.

### **5.1.3. Методические разработки**

Не используется

## **5.2. Электронные образовательные ресурсы**

Все аспиранты имеют полный доступ к перечисленным ресурсам, в т.ч. через авторизованный доступ из сети интернет:

- 1) Elsevier B.V. БД Reaxys Договор № 1-3839832505 от 20.02.2013;
- 2) ООО «Первое Независимое Рейтинговое Агентство» ИПС FIRAPRO Договор № 43-12/370-2013 от 23.05.2013;
- 3) EBSCO Industries, Inc БД Business Source Complete Договор № 624 от 02.07.2013;
- 4) EBSCO Industries, Inc БД EBSCO Discovery Service Договор № 625 от 02.07.2013;
- 5) Elsevier B.V. БД Freedom Collection Договор № 1-4412061361 от 26.04.2013;
- 6) НП «НЭИКОН», БД компании Thomson Reuters, Web of Science в составе: БД Citation Index Expanded, БД Social Sciences Index, БД Art&Humanities Citation Index, Journal Citation Reports, Conference Proceedings Citation Index Договор № 43-12/456-2013 от 12.07.2013;
- 7) ЗАО «КОНЭК», БД компании ProQuest, БД диссертаций ProQuest Digital Dissertations and Theses;
- 8) БД библиотеки компании ProQuest, БД Emerald Journals 95, Emerald eBooks Series, Emerald Engineering Договор № 43-12/761-2013 от 12.09.2013;
- 9) EBSCO Industries, Inc, БД Inspec, БД Applied Science & Tech Source (upgrade CASC) Договор № 43-12/762-2013 от 30.08.2013;
- 10) ООО «Научная электронная библиотека» Система SCIENCEINDEX Договор № 43-12/615-2013 от 01.08.2013;
- 11) ООО «Издательство Лань» ЭБС Лань Договор № 43-12/808-2013 от 13.09.2013;
- 12) ООО «Директ-Медиа», ЭБС «Университетская библиотека онлайн» Договор № 167-07/13 от 13.09.2013;
- 13) НП «НЭИКОН» ЭР EBSCO Publishing Договор № 43-12/1176-2013 от 02.12.2013;
- 14) НО БФ «Фонд содействия развитию УГТУ-УПИ» ООО Компания «Кодекс-Люкс» Договор № 68/1354 от 25.11.2013;
- 15) НП «НЭИКОН» БД Questel ORBIT Договор № 43-12/1099-2013 от 06.11.2013;
- 16) НП «НЭИКОН» AIP Nature Journals Договор № 43-12/1354-2013 от 16.12.2013;
- 17) НП «НЭИКОН», ACS, Cambridge University Press Договор № 43-12/1474-2013 от 15.11.2013

- 18) Elsevier B.V. БД Scopus Договор № 1-5608083155 от 11.11.2013;
- 19) НП «НЭИКОН», БД JSTOR, БД ACM Договор № 43-12/1585-2013 от 25.12.2013;
- 20) НП «НЭИКОН», БД OXFORD REFERENCE ONLINE Договор № 43-12/1586-2013 от 26.12.2013;
- 21) ООО «НЭИКОН», ООО «Ивис», ООО «Твинком», ООО «Интегрум Медиа» Договор № 43-12/1226-2013 от 01.11.2013.

### **5.3. Программное обеспечение**

- 1) Microsoft Windows 7
- 2) Microsoft Office 2010
- 3) Microsoft VISIO

### **5.4. Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы**

- 1) Официальный интернет-портал правовой информации. – Режим доступа : <http://pravo.gov.ru/>, свободный. – Загл. с экрана.
- 2) Портал информационно-образовательных ресурсов УрФУ. – Режим доступа: <http://study.urfu.ru/info/>, свободный. – Загл. с экрана.
- 3) Электронная база нормативных документов ГОСТЭКСПЕРТ. – Режим доступа : <http://gostexpert.ru/>, свободный. – Загл. с экрана.
- 4) Поисковые системы: [www.yandex.ru](http://www.yandex.ru), [google.ru](http://google.ru) [www.rambler.ru](http://www.rambler.ru),

### **5.5. Фонд оценочных средств (средства контроля учебных достижений студентов и аттестационно-педагогические измерительные материалы)**

Не используется

## **6. УЧЕБНО-МАТЕРИАЛЬНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Аспиранты кафедры вычислительной математики и кафедры прикладной математики обеспечены специальными помещениями для проведения занятий:

- лекционного типа с наборами демонстрационного оборудования и учебно-наглядных пособий, обеспечивающих тематические иллюстрации, соответствующие примерным программам дисциплин (модулей), рабочим учебным программам дисциплин (модулей) (общеинститутские лекционные аудитории, кафедральные ауд. 613, 615);

- занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы, оснащенных компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации (общеинститутские аудитории и вычислительные центры, кафедральные ауд. 613, 615, 525);

- лабораторных и научно-исследовательских работ – ауд. 613, 615, 525.

## **7. ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ В РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ**

<b>Номер листа изменений</b>	<b>Номер протокола заседания кафедры</b>	<b>Дата заседания кафедры</b>	<b>Всего листов в документе</b>	<b>Подпись ответственного за внесение изменений</b>

## Оглавление

1	ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДИСЦИПЛИНЫ Дифференциальные уравнения, динамические системы и оптимальное управление.....	3
1.1.	Цели дисциплины .....	3
1.2.	Требования к результатам освоения дисциплины.....	4
1.3.	Краткое описание дисциплины .....	4
1.4.	Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах:.....	4
1.5.	Трудоемкость освоения дисциплины.....	4
2.	СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	5
3.	РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТРУДОЕМКОСТИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ ПО РАЗДЕЛАМ И КОНТРОЛЬНЫМ МЕРОПРИЯТИЯМ.....	5
	(по очной форме обучения).....	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b>
4.	ОРГАНИЗАЦИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ, САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ И АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ.....	7
4.1	Лабораторный практикум .....	7
4.2	Практические занятия .....	7
4.3	Самостоятельная работа студентов и мероприятия текущего контроля.....	7
4.3.1.	<i>Примерный перечень тем рефератов .....</i>	<i>7</i>
4.3.2.	<i>Примерный перечень тем домашних работ.....</i>	<i>7</i>
4.3.3.	<i>Примерный перечень тем контрольных работ .....</i>	<i>8</i>
4.3.4.	<i>Примерный перечень тем расчетных работ .....</i>	<i>8</i>
4.3.5.	<i>Примерный перечень тем расчетно-графических работ .....</i>	<i>8</i>
4.3.6.	<i>Примерная тематика коллоквиумов .....</i>	<i>8</i>
4.3.2.	<i>Примерная тематика курсового проекта (работы) .....</i>	<i>8</i>
5.3.	Примерный перечень контрольных вопросов для подготовки к аттестации по дисциплине.....	8
5.	УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ.....	9
5.1.	Рекомендуемая литература .....	9
5.1.1.	<i>Основная литература .....</i>	<i>9</i>
	Основная литература.....	9
5.1.2.	<i>Дополнительная литература.....</i>	<i>9</i>
5.1.3.	<i>Методические разработки .....</i>	<i>10</i>
5.2.	Электронные образовательные ресурсы.....	10
5.3.	Программное обеспечение .....	11
5.4.	Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы .....	11
5.5.	Фонд оценочных средств (средства контроля учебных достижений студентов и аттестационно-педагогические измерительные материалы) .....	11

6. УЧЕБНО-МАТЕРИАЛЬНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....	11
7. ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ В РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ .....	11