

**Министерство образования и науки Российской Федерации  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования «Казанский национальный исследовательский тех-  
нический университет им. А.Н. Туполева-КАИ»**

**Институт Автоматики и электронного приборостроения  
Кафедра Автоматики и управления**

Регистрационный номер МУТС-7

**АННОТАЦИЯ  
к рабочей программе**

**дисциплины «МЕТОДЫ ТЕОРИИ ОПТИМАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ»**

Индекс по учебному плану: **Б1.В.02**

Направление подготовки: **27.04.04 «Управление в технических системах»**

Квалификация: **магистр**

Магистерские программы **«Управление и информатика в технических  
системах»;**  
**«Управление подвижными объектами»**

Вид профессиональной деятельности: **научно-исследовательская**

Разработчик д.т.н., профессор кафедры АиУ      Г.Л. Дегтярев

Казань 2017 г.

## Раздел 1. Исходные данные и конечный результат освоения дисциплины

### 1.1. Цель изучения дисциплины

Целью дисциплины «Методы теории оптимального управления» является обучение студентов современным методам оптимизации и оптимального управления динамическими системами.

### 1.2. Задачи изучения дисциплины:

- изучение вариационного исчисления, принципа максимума Понтрягина и метода динамического программирования как теоретической основы построения оптимальных систем;
- изучение методов синтеза оптимального управления динамических систем в условиях неопределенности;
- освоение численных методов оптимизации динамических систем.

### 1.3. Место дисциплины в структуре ОПВО

Дисциплина закладывает знания, необходимые для освоения последующих дисциплин, связанных с проблемами проектирования и функционирования систем автоматизации и управления. Дисциплина относится к базовой части учебного плана подготовки магистра.

### 1.4. Объем учебной дисциплины

Таблица № 1. Объем дисциплины и виды учебной работы

Виды учебной работы	Всего		Семестры	
	в час	В ЗЕ	2	
			в час	В ЗЕ
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>108</b>	<b>3</b>	<b>108</b>	<b>3</b>
<b>Аудиторные занятия</b>	<b>24</b>	<b>0,67</b>	<b>24</b>	<b>0,67</b>
Лекции	12	0,33	12	0,33
Практические занятия (ПЗ)	Нет	-	0	0
Семинары (С)	Нет	-	0	00
Лабораторные работы (ЛР)	12	0,33	12	0,33
<b>Базовая самостоятельная работа студентов</b>	<b>48</b>	<b>1,33</b>	<b>48</b>	<b>1,33</b>
Проработка учебного материала	48	1,33	48	1,33
Курсовой проект	Нет	-	0	0
Курсовая работа	Нет	-	0	0
Расчетно-графические работы	Нет	-	0	0
Реферат	Нет	-	0	0
<b>Экзамен</b>	<b>36</b>	<b>1</b>	<b>36</b>	<b>1</b>
<b>Вид итогового контроля ( экзамен)</b>	Экзамен			
<b>Итого:</b>	3 кредита			

### 1.5. Планируемые результаты обучения.

Изучение данной дисциплины направлено на формирование следующих компетенций:

ПК-1 – способность формулировать цели, задачи научных исследований в области автоматического управления, выбирать методы и средства решения задач.

Студент должен знать:

- основные методы оптимизации динамических систем.

Студент должен уметь:

- использовать эти методы для построения конкретных оптимальных систем, выбора их структуры и параметров.

Приобрести навыки:

оптимизации динамических систем, основанные на современных методах оптимального управления, численных методах оптимизации, реализуемых на базе современных программно-технических комплексах.

Формулируемые компетенции и уровни их освоения представлены в таблице 2.

Таблица 2

Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины	Уровни освоения составляющих компетенций		
	Пороговый	Продвинутый	Превосходный
<i>ПК-1 способностью формулировать цели, задачи научных исследований в области автоматического управления, выбирать методы и средства решения задач</i>			
Знание основных методов оптимизации динамических систем (ПК-1з)	Иметь представление о методах оптимизации динамических систем	Знать методы оптимизации динамических систем	Знать методы оптимизации и алгоритмы решения прикладных задач
Умение формулировать задачи оптимизации и выбирать методы их решения (ПК-1у)	Иметь понимание методов оптимизации динамических систем	Уметь применять методы оптимизации для решения типовых задач управления	Уметь и применять на практике навыки оптимизации динамических систем
Владение методами и средствами решения задач оптимизации динамических систем (ПК-1в)	Иметь понимание об использовании методов оптимизации динамических систем на примере типовых задач	Знать и уметь использовать методы и средства решения задач оптимизации динамических систем	Знать и уметь применять на практике методы и средства решения задач оптимизации динамических систем с использованием программно-технических средств

## Раздел 2. Содержание дисциплины и технология ее освоения

### 2.1. Структура дисциплины и ее трудоемкость

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы или 108 часов.

Распределение фонда времени, объем часов по видам занятий и самостоятельной работы представлен в таблице 3.

Таблица 3. Распределение фонда времени по семестрам, неделям видам занятий.

№ п/п	Наименование раздела и темы	Семестр	Неделя семестра	Всего часов	Виды учебной деятельности, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость в часах					Коды составляющих компетенций	Форма текущего контроля (аттестация - модульный рейтинг)
					Лекции	Лаб. занятия	Практ. занятия	Сем. занятия	Сам. ра-		
1	<b>Модуль 1. Основы вариационного исчисления</b>										ФОСТК 1 (6 неделя)
2	Тема 1.1.	1		1,5	0,5	0,5			0	ПК-1з,ПК-1у,ПК-1в	
3	Тема 1.2.	1		1,5	0,5	0,5			1	ПК-1з,ПК-1у,ПК-1в	
4	Тема 1.3.	1		1,5	0,5	0,5			2	ПК-1з,ПК-1у,ПК-1в	
5	Тема 1.4.	1		1,5	0,5	0,5			2	ПК-1з,ПК-1у,ПК-1в	
6	Всего по модулю			4,0	2	2			5		
7	<b>Модуль 2. Принципы Максимуа Понтрягина</b>										ФОСТК 1 (6 неделя)
8	Тема 2.1.			1	1				1	ПК-1з,ПК-1у,ПК-1в	
9	Тема 2.2.	1		2,5	0,5	0,5			2	ПК-1з,ПК-1у,ПК-1в	
10	Тема 2.3.	1		2,5	2,5	1,5			2	ПК-1з,ПК-1у,ПК-1в	
11	Всего по модулю			4	2	2			5		
12	<b>Модуль 3. Метод динамического программирования</b>										ФОСТК 2 (12 неделя)
13	Тема 3.1.	1		1	1				3	ПК-1з,ПК-1у,ПК-1в	
14	Тема 3.2.	1		2,5	0,5	1			3	ПК-1з,ПК-1у,ПК-1в	
15	Тема 3.3.	1		2,5	0,5	1			4	ПК-1з,ПК-1у,ПК-1в	
16	Всего по модулю			6	2	2			10	ПК-1з,ПК-1у,ПК-1в	
17	<b>Модуль 4. Оптимальное управление в условиях неопределенности</b>										Текущий контроль
18	Тема 4.1.	1		0,5	0,5				1	ПК-1з,ПК-1у,ПК-1в	
19	Тема 4.2.	1		0,5	0,5				1	ПК-1з,ПК-1у,ПК-1в	
20	Тема 4.3.	1		2,5	1,5	3			4	ПК-1з,ПК-1у,ПК-1в	

21	Тема 4.4.	1		0,5	0,5			4	ПК-1з,ПК-1у,ПК-1в	
22	Всего по модулю			6	3	3		10	ПК-1з,ПК-1у,ПК-1в	
23	<b>Модуль 5. Численные методы оптимизации</b>									ФОСТК 3 (18 недель)  Текущий контроль.
24	Тема 5.1.	1		3	1			6	ПК-1з,ПК-1у,ПК-1в	
25	Тема 5.2.	1		5	1			6	ПК-1з,ПК-1у,ПК-1в	
26	Тема 5.3.	1		2				6	ПК-1з,ПК-1у,ПК-1в	
27	Всего по модулю			6	3	3		18	ПК-1з,ПК-1у,ПК-1в	
28	<b>Итого за семестр</b>			<b>24</b>	<b>12</b>	<b>12</b>		<b>48</b>		
29	Экзамен			36						

**2.2. Содержание модулей и тем учебной дисциплины приведено в таблице № 4 с указанием компетенций и результатов их освоения**

Таблица 4

№ п/п	Код тем	Код формируемых компетенций	Результаты освоения	Образовательные технологии (ОТ)
Модуль 1. Основы вариационного исчисления				
1	ТЕМА 1.1. Функции сравнения, меры близости, понятие функционала. Постановка задачи оптимального управления	ПК-1	Знание учебного материала. Умение формулировать задачи оптимизации	Лекция-беседа, лабораторные работы и срс. Оценка уровня освоения студентом учебного материала по Модулю 1
2	ТЕМА 1.2. Необходимые и достаточные условия относительного экстремума	ПК-1	Знание учебного материала. Умение решать вариационные задачи	
3	ТЕМА 1.3. Вариационные задачи с нефиксированными границами, условие трансверсальности.	ПК-1	Знание учебного материала. Уметь использовать условие трансверсальности	
4	ТЕМА 1.4. Вариационные задачи на условный экстремум. Разрывные задачи вариационного исчисления.	ПК-1	Знание учебного материала. Уметь использовать принцип Лагранжа	

	Модуль 2. Принцип Максимума Понтрягина			
5	ТЕМА 2.1. Формулировка принципа максимума Понтрягина.	ПК-1	Знание учебного материала. Уметь формулировать принцип Максимума Понтрягина	Лекция-беседа, лабораторные работы и срс. Оценка уровня освоения студентом учебного материала по Модулю 2
6	ТЕМА 2.2. Принцип максимума для задачи с закрепленными граничными условиями.	ПК-1	Знание учебного материала. Уметь решать оптимизационные задачи с использованием принципа Максимума Понтрягина	
7	ТЕМА 2.3. Задача на максимальное быстродействие.	ПК-1	Знание учебного материала. Уметь решать оптимизационные задачи с использованием принципа Максимума Понтрягина	
	Модуль 3. Метод динамического программирования			
8	ТЕМА 3.1. Принцип оптимальности Беллмана.	ПК-1	Знание учебного материала. Уметь использовать метод динамического программирования	Лекция-беседа, лабораторные работы и срс. Оценка уровня освоения студентом учебного материала по Модулю 3
9	ТЕМА 3.2. Основное уравнение метода динамического программирования.	ПК-1	Знание учебного материала. Уметь использовать метод динамического программирования	
10	ТЕМА 3.3. Задача аналитического конструирования оптимальных регуляторов.	ПК-1	Знание учебного материала. Уметь решать задачу АКОР	
	Модуль 4. Оптимальное управление в условиях неопределенности			
11	ТЕМА 4.1. Характеристики случайных процессов.	ПК-1	Знание учебного материала. Уметь определять интегральные характеристики случайных процессов	Лекция-беседа, лабораторные работы и срс. Оценка уровня освоения студентом учебного материала по Модулю 4
12	ТЕМА 4.2. Задача оптимального структурного синтеза. Уравнение Винера-Хопфа.	ПК-1	Знание учебного материала. Уметь формулировать задачи оптимального синтеза	
13	ТЕМА 4.3. Фильтр Калмана-Бьюси.	ПК-1	Знание учебного материала. Уметь ставить и решать задачи оценивания	
14	4.4. Задача идентификации и методы её решения.	ПК-1	Знание учебного материала. Уметь ставить и решать задачи идентификации	

Модуль 5. Численные методы оптимизации			
15	ТЕМА.5.1. Задача минимизации функций многих переменных.	ПК-1	Знание учебного материала. Уметь ставить и решать задачи оценивания. Уметь пользоваться численными методами оптимизации
16	ТЕМА 5.2. Численные методы нахождения экстремума функций многих переменных при ограничениях.	ПК-1	Знание учебного материала. Уметь ставить и решать задачи оценивания. Уметь пользоваться численными методами оптимизации
17	ТЕМА 5.3 Методы оптимизации с использованием системы MATCAD.	ПК-1	Знание учебного материала. Уметь пользоваться программными комплексами

### Перечень основной и дополнительной учебной литературы

Таблица 5.

#### Основная литература

№ п/п	Учебник, учебное пособие, монография (приводится библиографическое описание учебника, учебного пособия, монографии)	Ресурс НТБ КНИТУ-КАИ	Кол-во экз.
1.	<i>Оптимизация технических систем: учебное пособие /Островский Г.М., Зиятдинов Н.Н., Лаптева Т.В. – М.:КНОРУС, 2012, 422 с.</i>	Печ.	Эл. ресурс
2.	<i>Благодатских В.И. Введение в оптимальное управление. Учебное пособие. – М.: Высшая школа, 2001.</i>	Печ	<b>3</b>
3.	<i>Востриков А.С., Французова Г.А. Теория автоматического регулирования. Учебное пособие – М.: Высшая школа, 2006.</i>	Печ	<b>5</b>
4.	<i>Методы классической и современной теории автоматического управления. Синтез регуляторов и теория оптимизации систем автоматического управления. / Под ред. Н.Д. Егунова – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э.Баумана, 2000.</i>	Печ	<b>1</b>
5.	<i>Дегтярев Г.Л. Оптимальное управление. – Учебное пособие (рукопись) 2014.</i>	НЭБ	Эл. ресурс
6.	<i>Schiittler H.,Ledzewicz U. Geometric Optimal Control: theory, methods and examples// Berlin – Verlag, 2012. – 650 p.</i>	НЭБ	Эл. ресурс

7.	<i>Keesman K.J. System identification: an introduction//London Springer. 2011. – 323 p.</i>		
----	---	--	--

### Дополнительная литература

№ п/п	Учебник, учебное пособие, монография, справочная литература (приводится библиографическое описание )	Ресурс НТБ КНИТУ-КАИ	Кол-во экз.
1.	<i>Егоров А.И. Основы теории управления. – М.: Физматгиз. 2004.</i>	печ	2
2.	<i>Дегтярев Г.Л., Ризаев И.С. Синтез локально-оптимальных алгоритмов управления ЛА. – М.: Машиностроение, 1991.</i>		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.

#### 4.2. 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*

*- КонсультантПлюс (правовые документы) - доступ с ПК в Медиацентре (ауд. 42)*

*- РОСПАТЕНТ*

*- Кодекс (официальные документы, ГОСТы и др.)*

*- eLIBRARY.RU (НЭБ - Научная электронная библиотека)*

*Зарубежные*

*- ScienceDirect (Elsevier) - 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 – ведущие физические журналы мира.*



### Лист регистрации изменений и дополнений

№ изменения	Дата внесения изменения, проведения ревизии	Номера листов	Документ, на основании которого внесено изменение	Краткое содержание изменения	Ф.И.О. подпись
1	2	3	4	5	6

**Лист ознакомления**

№ п/п	Фамилия, Имя, Отчество	Должность	Дата ознакомления	Подпись