

**Правительство Российской Федерации**

**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
"Национальный исследовательский университет  
"Высшая школа экономики"**

Московский институт электроники и математики  
Департамент прикладной математики

**Рабочая программа дисциплины  
"Теория управления"**

для образовательной программы «Системы управления и обработки информации в ин-  
женерии»  
направления подготовки 01.04.04 «Прикладная математика»  
уровень «магистра»

Разработчик программы  
Зотов М. Г., д.т.н., профессор, mzotov@hse.ru

Одобрена на заседании департамента прикладной математики «\_\_»\_\_\_\_\_ 2016 г.  
Руководитель департамента А.В. Белов \_\_\_\_\_

Рекомендована Академическим советом образовательной программы  
«\_\_»\_\_\_\_\_ 2016 г., № протокола \_\_\_\_\_

Утверждена «\_\_»\_\_\_\_\_ 2016 г.  
Академический руководитель образовательной программы  
С.А. Слестников \_\_\_\_\_ [подпись]

Москва, 2016

*Настоящая программа не может быть использована другими подразделениями университета  
и другими вузами без разрешения подразделения-разработчика программы.*



## 1 Область применения и нормативные ссылки

Настоящая программа учебной дисциплины устанавливает минимальные требования к знаниям и умениям студента и определяет содержание и виды учебных занятий и отчетности.

Программа предназначена для преподавателей, ведущих данную дисциплину, учебных ассистентов и студентов специальности "Прикладная математика" подготовки магистра, изучающих дисциплину "Теория управления".

Программа разработана в соответствии с:

- Образовательным стандартом по направлению подготовки 01.04.04 Прикладная математика (квалификация магистр).
- Образовательной программой «Прикладная математика».
- Рабочим учебным планом университета по направлению подготовки 01.04.04 Прикладная математика.

## 2 Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины "Теории управления" являются:

- на примерах выявление взаимодействия системы управления с объектом управления;
- освоение методов решения линейных дифференциальных уравнений с использованием преобразования Лапласа;
- выявление основных показателей, характеризующих свойства системы управления (передаточная функция, переходной процесс, импульсная переходная функция, частотные характеристики, устойчивость)
- алгебра передаточных функций, свойства линейных систем (гамогенности, суперпозиции, наложения);
- критерии устойчивости системы (алгебраические, частотные)
- составления математических моделей для оценок качества функционирования систем;
- составления функционалов по оценке качества системы управления;
- составления математических моделей ограничений;
- решения вариационных задач;
- расчета и моделирования систем управления.

## 3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

В результате изучения дисциплины студенты должны:

### Знать

- принципы взаимодействия системы управления с объектом управления;
- принципы конструирования из функциональных элементов моделей реальных систем управления;
- операционный метод решения дифференциальных уравнений;
- различные способы описания динамических объектов;
- основные свойства и характеристики объекта и системы управления;
- основные ограничения на математические модели системы управления;
- основные показатели качества системы управления.

### уметь:

- по техническому заданию и исходным данным составить функционал по оценке качества системы управления;



- оптимизировать функционал;
- найти передаточные функции оптимального управляющего устройства.
- оценить сконструированную оптимальную систему по основному и вспомогательным критериям;
- провести моделирование сконструированной системы управления;  
иметь навыки:
- работы с пакетами Derive, Mathcad, Visio, Simulink, Mathematica, Mathcad.

**В результате освоения дисциплины студент осваивает следующие компетенции:**

#### **А) общекультурные**

Способен к абстрактному мышлению, анализу, синтезу (ОК-1).

Готов к саморазвитию, самореализации, использованию творческого потенциала (ОК-3).

#### **Б) общепрофессиональные**

Способен разрабатывать эффективные математические методы решения задач естествознания, техники, экономики и управления (ОПК-2).

#### **В) Профессиональные**

Способен анализировать сложные технические системы управления (ПК-1);

Способен синтезировать сложные технические системы управления (ПК-2);

Способен разрабатывать научно-техническую документацию, оформлять научно-технические отчеты, обзоры, публикации по результатам выполненных исследований (ПК-3);

Способен к профессиональной эксплуатации современного оборудования и приборов (в соответствии с целями ООП магистратуры (ПК-4);

Готов к принятию ответственности за свои решения в рамках профессиональной компетенции, способностью принимать нестандартные решения, разрешать проблемные ситуации (ПК-6);

Способен разрабатывать и исследовать математические модели объектов, систем, процессов и технологий, предназначенных для проведения расчетов, анализа, подготовки решений (ПК-7);

Способен и готовностью проводить научные эксперименты, оценивать результаты исследований (ПК-9).

## **4 Место дисциплины в структуре образовательной программы**

Настоящая дисциплина относится к циклу Обще профессиональных дисциплин (федеральный компонент).

Изучение данной дисциплины базируется на следующих дисциплинах:

- математический анализ, линейная алгебра, дифференциальные уравнения, теория функций комплексного переменного, функциональный анализ.

Для освоения учебной дисциплины, студенты должны владеть следующими знаниями и компетенциями:



- знать основы линейной алгебры;
- уметь решать системы линейных уравнений;
- знать основные разделы дифференциального и интегрального исчисления ;
- знать основные разделы из теории функций комплексного переменного
- иметь базовые навыки работы на компьютере.

Основные положения дисциплины могут быть использованы в дальнейшем при изучении следующих дисциплин:

- Математическая теория оптимального управления;
- математическое моделирование.

## 5 Тематический план учебной дисциплины

Название раздела	Всего часов	Аудиторные часы		Самостоятельная работа
		Лекции	Практические занятия	
Раздел 1. Общие сведения о конструировании математических моделей систем управления	13	2	3	8
Раздел 2. Критерии устойчивости системы	13	2	3	8
Раздел 3. Интегральные критерии оценки качества	21	4	5	12
Раздел 4. Функционал для решения задачи конструирования математической модели управляющего устройства	21	4	5	12
Раздел 5. Решение оптимизационной задачи. Алгоритм решения уравнения Винера-Хопфа	22	4	6	12
Раздел 6. Математические модели ограничений	19	4	7	8
Раздел 7. Вспомогательные оценки качества системы	17	3	6	8
Раздел 8 Робастные системы	26	7	7	12
Всего	152	30	42	80

## 6 Формы контроля знаний студентов

Тип контроля	Форма контроля	1 курс				Параметры
		1 модуль	2 модуль	3 модуль	4 модуль	
Текущий (неделя)	Домашнее задание	1	1	1	1	
Итоговый	Экзамен	В конце 1-го и 4-го модуля*				Устный экзамен с решением задач

### 6.1 Критерии оценки знаний, навыков

Оценки по всем формам текущего контроля выставляются по 10-ти балльной шкале.

Таблица соответствия оценок по десятибалльной и пятибалльной системе

По десятибалльной шкале	По пятибалльной системе
1 – неудовлетворительно	неудовлетворительно – 2



2 – очень плохо	
3 – плохо	
4 – удовлетворительно	удовлетворительно – 3
5 – весьма удовлетворительно	
6 – хорошо	хорошо – 4
7 – очень хорошо	
8 – почти отлично	отлично – 5
9 – отлично	
10 – блестяще	

Выдача задания и проверка работ могут быть проведены дистанционно.

## 7 Содержание дисциплины

<b>Раздел 1. Общие сведения о конструировании математических моделей систем управления</b>
Тема 1. Примеры построения из функциональных элементов систем управления. Примеры решения линейных дифференциальных уравнений операторным методом. Анализ полученных решений.
Тема 2. Передаточная функция. Переходный процесс и его виды. Коэффициент усиления. Импульсная переходная функция. Алгебра передаточных функций. Основные свойства линейных систем: принцип гомогенности, суперпозиции, наложения. Возможные структуры управляющего устройства.
<b>Раздел 2. Критерии оценки качества системы</b>
Тема 3. Критерии устойчивости системы. Алгебраические критерии устойчивости. Критерий Гурвица. Критерий Ляпуна-Шипара. Степень устойчивости. Частотные критерии устойчивости. Частотные характеристики. Свойства частотных характеристик. Принцип аргумента. Критерий Михайлова. Критерий Найквиста. Запас устойчивости по фазе и амплитуде.
<b>Раздел 3. Интегральные квадратичные оценки качества системы</b>
Тема 4. Формирование желаемых передаточных функций системы. Оценка близости передаточных функций системы к желаемым. Фильтр Баттерворта. Математическая модель ограничения на реализуемость управляющего устройства на элементной базе. Математическая модель ограничения на астатизм. Коэффициенты ошибок.
<b>4. Функционал для решения задачи конструирования математической модели управляющего устройства</b>
Тема 5. . Порядок решения оптимизационной задачи. Решение вариационной задачи
<b>Раздел 5. Решение оптимизационной задачи. Алгоритм решения уравнения Винера-Хопфа</b>
Тема 6. Уравнение Винера-Хопфа, Алгоритм решения уравнения Винера Хопфа. Примеры конструирования математических моделей управляющих устройств.
<b>Раздел 6. Математические модели ограничений</b>
Тема 7 Ограничение на астатизм и компенсацию.
<b>Раздел 7. Вспомогательные оценки качества системы</b>
Тема 8. Функции чувствительности. Формулы для численного расчета квадратичных оценок. Формула Орландо. Оценка сложности управляющего устройства, реализованного на микропроцессоре. Промышленные регуляторы и их свойства.
<b>Раздел 8. Робастные системы</b>
Тема 9. Вводные замечания. Виды неопределенности. Частотные критерии робастной устойчивости. Полиномы Харитонова. Алгоритмы корректировки математических моделей управляющих устройств с целью придания системе робастных свойств. Объект управления однорежимный. Объект управления многорежимный.



## 8 Образовательные технологии

Занятия по курсу проходят в форме лекций и практических занятий. На практических занятиях преподаватель демонстрирует методы решения задач, а так же разбирает некоторые примеры из домашних заданий. Для достижения хороших результатов при изучении дисциплины студентам необходимо самостоятельно дома решать задания, выданные преподавателем, а также разбирать материалы лекций или соответствующие темы в рекомендованных учебниках

## 9 Оценочные средства для текущего контроля и аттестации студента

### 9.1 Тематика заданий текущего контроля

Тематика заданий текущего контроля приведена в документе «Методические указания по семинарам, домашним заданиям и контрольной работе по дисциплине «Теория управления»

## 10 Порядок формирования оценок по дисциплине

Самостоятельное выполнение студентами текущих домашних заданий к семинарам учитывается в рабочей ведомости и составляет оценку  $O_{сам}$ . Эта оценка, а также оценки по текущему контролю ( $O_{i-ая\ контрольная}$ ,  $O_{i-ое\ дом. задание}$ , где  $i=1, 2$ ,  $O_{курсовая}$ ) учитываются при выставлении накопленной оценки за первые два модуля и накопленной оценки за следующие два модуля:

$$O_{накопленная\ за\ 1,2\ модули} = 0,25 \cdot (O_{1-ая\ контрольная} + O_{1-ое\ дом. задание} + O_{2-ая\ контрольная} + O_{сам.}),$$

$$O_{накопленная\ за\ 3,4\ модули} = 0,3 \cdot (O_{2-ая\ контрольная} + O_{сам.}) + 0,4 \cdot O_{курсовая}.$$

**Итоговая оценка по курсу** выставляется по следующей формуле:

$$O_{итоговая} = 0,25 \cdot (O_{накопленная\ за\ 1,2\ модули} + O_{накопленная\ за\ 3,4\ модули} + O_{экзамен\ за\ 1,2\ модули} + O_{экзамен\ за\ 3,4\ модули}).$$

Способ округления - в пользу студента.

**ВНИМАНИЕ:** оценка за итоговый контроль **блокирующая**, при неудовлетворительной итоговой оценке она равна результирующей.

## 11 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 11.1 Базовый учебник

1. *Зотов М.Г.* Многокритериальное конструирование систем автоматического управления. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2004.

### 11.2 Основная литература

1. *Деч Г.* Руководство к практическому применению преобразования Лапласа. - М.: Физматлит, 2011.

2. *Бесекерский В.А., Попов Е.П.* Теория систем автоматического управления. — М: Профессия, 2003

3. *Дэрби Дж., Хартман Т.* Simulink 4 (секреты мастерства). М.: БИНОМ. Лаб. знаний, 2003.

4. *Черных И.В.* Simulink среда создания инженерных приложений. М.: Диалог МИФИ, 2004.



5. Дьяконов В.П. DERIVE Справочник по системе символьной математики. – М.: СК пресс, 1998.
6. Воробьев Е.М. Введение в систему «Математика» . – М: Финансы и статистика, 1998.
7. Поляк Б.Т., Щербаков П.С. Робастная устойчивость и управление. – М.: Наука, 2002.

### **11.3 Программные средства**

Для успешного освоения дисциплины, студент использует следующие программные средства:

- Simulink
- Derive
- Visio
- Mathcad
- Mathematica

## **12 Материально-техническое обеспечение дисциплины**

- Класс ПЭВМ на базе процессора Intel, с установленным программным пакетом MatLab + Simulink, Derive, Visio, Mathcad, Mathematica