

Правительство Российской Федерации

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

Московский институт электроники и математики
Департамент прикладной математики

**Рабочая программа дисциплины
«Адаптивные системы управления»**

для образовательной программы «Прикладная математика»
направления подготовки 01.03.04 «Прикладная математика»
уровень «бакалавра»

Разработчики программы

Афанасьев В.Н. д. т., профессор, avn@hse.ru

Андрианова О.Г., к.ф.-м.н., oandrianova@hse.ru

Одобрена на заседании департамента прикладной математики «__»_____ 2017 г.

Руководитель департамента А.В. Белов _____

Рекомендована Академическим советом образовательной программы

«__»_____ 2017 г., № протокола _____

Утверждена «__»_____ 2017 г.

Академический руководитель образовательной программы

Е.А.Буровский _____ [подпись]

Москва, 2017

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 подготовки бакалавра, изучающих дисциплину.

Программа разработана в соответствии с:

- ФГОС ВО по направлению подготовки 01.03.04 Прикладная математика (уровень бакалавриата);
- Рабочим учебным планом университета по направлению подготовки 01.03.04 Прикладная математика.

2 Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины являются:

- математическое описание различных физических объектов. Математическое моделирование с использованием прикладных программных средств (MatLab);
- освоение методов решения обыкновенных дифференциальных уравнений с использованием программных средств математического моделирования;
- математическое моделирование адаптивных систем управления.

3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

В результате изучения дисциплины студенты должны:

Знать

- принципы взаимодействия системы управления с объектом управления;
- различные способы описания динамических объектов;
- основные свойства и характеристики объекта управления;
- структурные возможности реализации координатно-параметрического управления;

уметь:

- формировать математические модели различных физических объектов;
- конструировать алгоритмы адаптивного управления;
- оценивать эффективность предлагаемого решения задачи адаптивного управления;
- реализовывать полученное решение путем математического моделирования;

иметь навыки:

- работы с пакетами Derive, Mathcad, Visio, Simulink, Mathematica.

В результате освоения дисциплины студент осваивает следующие компетенции:

А) универсальные

- УК-1 Способен учиться, приобретать новые знания, умения, в том числе в области, отличной от профессиональной.

- УК-5 Способен работать с информацией: находить, оценивать и использовать информацию из различных источников, необходимую для решения научных и профессиональных задач.

- УК-6 Способен вести исследовательскую деятельность, включая анализ проблем, постановку целей и задач, выделение объекта и предмета исследования, выбор способа и методов исследования, а также оценку его качества.

Б) профессиональные

- ПК-10 Способен применять знание фундаментальной математики и естественно-научных дисциплин при разработке математических моделей и методов для объектов, процессов и систем в инженерной практике.

- ПК-12 Способен обоснованно выбирать, дорабатывать и применять для решения исследовательской задачи математические методы и модели, осуществлять проверку адекватности моделей, анализ и интерпретацию результатов, а также оценивать надежность и качество функционирования систем.

4 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Настоящая дисциплина является дисциплиной Базовой части профессионального цикла. Изучение данной дисциплины базируется на следующих дисциплинах:

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

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.

5 Тематический план учебной дисциплины

Название раздела	Всего часов	Аудиторные часы		Самостоятельная работа
		Лекции	Семинары	
Раздел 1. Метод функций Ляпунова.	24	8	8	8
Раздел 2. Основы адаптивного управления.	18	6	6	6
Раздел 3. Адаптивное управление с эталонной моделью.	24	8	8	8
Раздел 4. Адаптивное управление с идентификатором.	24	8	8	8
Всего	90	30	30	30

6 Формы контроля знаний студентов

Тип контроля	Форма контроля	4 курс, 3 модуль	Параметры
Текущий контроль	Опрос на семинарах	+	Опрос проводится по пройденному материалу (определения, формулировки основных результатов)
	Проверочные аудиторские работы	+	Проверочные аудиторские работы могут включать в себя вопросы из домашних заданий
	Проверочные домашние работы	+	За модуль каждый студент выполняет 2-3 домашние проверочные работы
Итоговый	Экзамен	+	Экзамен с решением задач

7 Критерии оценки знаний, навыков

В течение 3 модуля студенты получают регулярно задания, выполнение которых учитывается в накопленной оценке студента. Кроме того, на занятиях проводятся устные опросы, цель которых - контроль усвоения пройденного материала.

Домашние проверочные работы состоят как из задач, требующих аналитического решения, так и расчетных задач, предполагающих использование пакетов Mathematica, MatLab.

На экзамене проверяется умение студента: а) грамотно излагать содержание вопросов, формулировать и доказывать теоремы курса (демонстрируя при этом знание соответствующих определений); б) решать стандартные задачи курса.

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

8 Содержание дисциплины

Раздел 1. Метод функций Ляпунова.
Тема 1. Знакопостоянные и знакоопределенные функции. Положительно определенная квадратичная форма.
Тема 2. Устойчивость автономных и неавтономных систем. Теоремы об устойчивости.
Тема 3. Устойчивость нелинейных систем по линейному приближению.
Тема 4. Методы построения функций Ляпунова.
Раздел 2. Основы адаптивного управления.
Тема 5. Структура и типы адаптивных систем управления.
Тема 6. Общая постановка задач адаптивного управления.
Тема 7. Общая характеристика методов синтеза адаптивных систем управления.

Раздел 3. Адаптивное управление с эталонной моделью.
Тема 8. Алгоритм адаптивного управления линейным объектом 1-го порядка. Тема 9. Адаптивное управление линейным объектом (по состоянию и выходу). Тема 10. Адаптивное управление по состоянию нелинейным объектом. Тема 11. Адаптивное управление и робастность.
Раздел 4. Адаптивное управление с идентификатором.
Тема 12. Идентификация и модель для получения оценки. Тема 13. Градиентный идентификатор. Тема 14. МНК-идентификатор. Тема 15. МНК-идентификатор с экспоненциальной потерей памяти.

9 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.

Выдача домашних заданий и проверка работ могут быть проведены дистанционно.

10 Оценочные средства для текущего контроля и аттестации студента

10.1 Тематика заданий текущего контроля

- исследование линейных стационарных динамических систем на устойчивость методами функций Ляпунова;
- исследование устойчивости по первому приближению методами функций Ляпунова;
- построение функций Ляпунова для линейных систем;
- построение адаптивных алгоритмов управления для динамических систем в специальных видах.

11 Порядок формирования оценок по дисциплине

$$O_{\text{накопленная за 3 модуль}} = 0,3 \cdot O_{\text{проверочные дом. работы}} + 0,4 \cdot O_{\text{провер. аудит. работы}} + 0,3 \cdot O_{\text{аудит}},$$

где $O_{\text{аудит}}$ - оценка за активность на семинарах (присутствие, ответы на вопросы, самостоятельное решение задач у доски и пр.).

Если накопленная оценка $O_{\text{накопленная за 3 модуль}}$ выше 7 баллов, преподаватель вправе освободить от сдачи экзамена с выставлением им в экзаменационную ведомость соответствующего числа баллов (8, 9, 10 баллов). Студент может отказаться и сдавать экзамен.

Итоговая оценка по курсу выставляется по следующей формуле:

$$O_{\text{итоговая}} = 0,5 O_{\text{накопленная за 3 модуль}} + 0,5 O_{\text{экзамен}}.$$

Способ округления: менее 3,7 – 3 балла; [3,7;4,5) – 4 балла; далее способ округления - арифметический.

12 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

12.1. Основная литература

- 1 Методы классической и современной теории автоматического управления: Учебник в 5-и тт.; 2-е изд., перераб. и доп. Т.5: Методы современной теории автоматического управления / Под ред. К.А. Пупкова, Н.Д. Егупова. — М.: Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2004. — 784 с. (Глава 4)
- 2 Ким Д. П. Теория автоматического управления. Т. 2. Многомерные, нелинейные, оптимальные и адаптивные системы: Учеб. пособие. - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2004. - 464 с. - ISBN 5-9221-0534-5 (Глава 11)
- 3 Управление в технических системах: учебник / Н. П. Деменков, Е. А. Микрин. — Москва: Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2017. — 452 с. (глава 14)
- 4 Фрадков А.Л. Адаптивное управление в сложных системах:беспоисковые методы. — М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1990. -296 с.-ISBN 5-02-014105-4.
- 5 A. Astolfi, D. Karagiannis, R. Ortega. Nonlinear and adaptive control with applications. — Springer Science & Business Media, 2007. ISBN 978-1-84800-065-0.
- 6 Goodwin G.C., Sin K.S. Adaptive Filtering Prediction and Control. — Dover Publications, 1984. — 558.

12.2. Дополнительная литература

- 7 Чаки Ф. Современная теория управления. Нелинейные, оптимальные и адаптивные системы / пер. с англ.; под ред. Н.С. Райбмана. – М.: Мир, 1975. (Часть 4).
- 8 Александров А.Г. Оптимальные и адаптивные системы. – Москва, 2003 (электронная книга, часть 2).
- 9 E. Lavretsky, K. A. Wise. Robust and Adaptive Control with Aerospace Applications. – Springer-Verlag London, 2013. ISBN 978-1-4471-4395-6.
- 10 Ioan Doré Landau, Rogelio Lozano, Mohammed M'Saad, Alireza Karimi. Adaptive Control:Algorithms, Analysis and Applications. Second Edition. – Springer-Verlag London Limited, 2011. ISBN 978-0-85729-663-4.