

**Программа учебной дисциплины  
«Адаптивные системы управления»**

Утверждена

Академическим советом ООП

Протокол №3 от «29» мая 2018 г.

Автор	Афанасьев В.Н., Андрианова О.Г.
Число кредитов	5
Контактная работа (час.)	72
Самостоятельная работа (час.)	118
Курс	4
Формат изучения дисциплины	очная

**I. ЦЕЛЬ, РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И ПРЕРЕКВИЗИТЫ**

**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.

**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.

**II. СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

<b>Раздел 1. Метод функций Ляпунова.</b>
--

Тема 1. Знакопостоянные и знакоопределенные функции. Положительно определен-
--

<p>ная квадратичная форма.</p> <p>Тема 2. Устойчивость автономных и неавтономных систем. Теоремы об устойчивости.</p> <p>Тема 3. Устойчивость нелинейных систем по линейному приближению.</p> <p>Тема 4. Методы построения функций Ляпунова.</p>
<b>Раздел 2. Основы адаптивного управления.</b>
<p>Тема 5. Структура и типы адаптивных систем управления.</p> <p>Тема 6. Общая постановка задач адаптивного управления.</p> <p>Тема 7. Общая характеристика методов синтеза адаптивных систем управления.</p>
<b>Раздел 3. Адаптивное управление с эталонной моделью.</b>
<p>Тема 8. Алгоритм адаптивного управления линейным объектом 1-го порядка.</p> <p>Тема 9. Адаптивное управление линейным объектом (по состоянию и выходу).</p> <p>Тема 10. Адаптивное управление по состоянию нелинейным объектом.</p> <p>Тема 11. Адаптивное управление и робастность.</p>
<b>Раздел 4. Адаптивное управление с идентификатором.</b>
<p>Тема 12. Идентификация и модель для получения оценки.</p> <p>Тема 13. Градиентный идентификатор.</p> <p>Тема 14. МНК-идентификатор.</p> <p>Тема 15. МНК-идентификатор с экспоненциальной потерей памяти.</p>

### III. ОЦЕНИВАНИЕ

#### Критерии оценки знаний, навыков

В течение 2 и 3 модулей студенты регулярно на семинарах выполняют проверочные работы, учитываемые в накопленной оценке студента. Кроме того, на занятиях проводятся устные опросы, цель которых - контроль усвоения пройденного материала.

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.

#### Формы контроля знаний студентов

Тип контроля	Форма контроля	4 курс, 2,3 модули	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 и задачи, аналогичные решенным на семинарах
Итоговый	Экзамен	+	Экзамен с решением задач

### Порядок формирования оценок по дисциплине

$$O_{\text{накопленная за 2 модуль}} = 0,7 \cdot O_{\text{провер. аудит. работы}} + 0,3 \cdot O_{\text{аудит}},$$

$$O_{\text{накопленная за 3 модуль}} = 0,7 \cdot O_{\text{провер. аудит. работы}} + 0,3 \cdot O_{\text{аудит}},$$

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

$$O_{\text{накопленная}} = 0,5 O_{\text{накопленная за 2 модуль}} + 0,5 O_{\text{накопленная за 3 модуль}}.$$

Если накопленная оценка  $O_{\text{накопленная}}$  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:

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

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

## IV. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

### Оценочные средства для текущего контроля студента

- 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.

## V. РЕСУРСЫ

### Основная литература

1. A. Astolfi, D. Karagiannis, R. Ortega. Nonlinear and adaptive control with applications. — Springer Science & Business Media, 2007. ISBN 978-1-84800-065-0.

### Дополнительная литература

1. Goodwin G.C., Sin K.S. Adaptive Filtering Prediction and Control. — Dover Publications, 1984. — 558.
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. Чаки Ф. Современная теория управления. Нелинейные, оптимальные и адаптивные системы / пер. с англ.; под ред. Н.С. Райбмана. – М.: Мир, 1975. (Часть 4).
6. Александров А.Г. Оптимальные и адаптивные системы. – Москва, 2003 (электронная книга, часть 2).
7. E. Lavretsky, K. A. Wise. Robust and Adaptive Control with Aerospace Applications. – Springer-Verlag London, 2013. ISBN 978-1-4471-4395-6.
8. 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.