

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
"Амурский государственный университет"

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной и научной
работе

Лейфа А.В. Лейфа

10 июня 2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
«УПРАВЛЕНИЕ СЛОЖНЫМИ СИСТЕМАМИ»

Направление подготовки 09.03.01 Информатика и вычислительная техника

Направленность (профиль) образовательной программы – Информатика и вычислительная техника

Квалификация выпускника – Бакалавр

Год набора – 2024

Форма обучения – Очная

Курс 3 Семестр 6

Экзамен 6 сем

Общая трудоемкость дисциплины 144.0 (академ. час), 4.00 (з.е)

Составитель С.А. Смирнова, Аспирант, нет

Институт компьютерных и инженерных наук

Кафедра информационных и управляющих систем

Рабочая программа составлена на основании Федерального государственного образовательного стандарта ВО для направления подготовки 09.03.01 Информатика и вычислительная техника, утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 19.09.17 № 929

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры информационных и управляющих систем

17.04.2024 г. , протокол № 8

Заведующий кафедрой Бушманов А.В. Бушманов

СОГЛАСОВАНО

Учебно-методическое управление

Чалкина Н.А. Чалкина

10 июня 2024 г.

СОГЛАСОВАНО

Научная библиотека

Петрович О.В. Петрович

10 июня 2024 г.

СОГЛАСОВАНО

Выпускающая кафедра

Бушманов А.В. Бушманов

10 июня 2024 г.

СОГЛАСОВАНО

Центр цифровой трансформации и
технического обеспечения

Тодосейчук А.А. Тодосейчук

10 июня 2024 г.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель дисциплины:

Цель дисциплины (модуля): активно закрепить, обобщить, углубить и расширить знания, полученные при изучении дисциплины "Теория автоматического управления"; овладеть современными методами анализа и синтеза систем автоматического управления динамическими объектами; формирование у студентов навыков расчетно-экспериментальной работы с элементами научно-исследовательской, проектно-конструкторской и производственно-технологической деятельности.

Задачи дисциплины:

Задачи дисциплины (модуля):

- развить инженерный подход к выбору и применению математических методов исследования систем автоматического управления;
- сформировать устойчивые навыки в формулировке постановок и решения задач анализа и синтеза систем управления.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина «Управление сложными системами» является дисциплиной, входящей в блок обязательных дисциплин вариативной части (Б1.В.ОД.10) Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 09.03.01 «Информатика и вычислительная техника».

Для успешного освоения данной дисциплины необходимы знания, умения и навыки, приобретенные в результате освоения дисциплин: «Математика», «Физика», «Электротехника, электроника и схемотехника», «Теория автоматического управления».

Знания, умения и навыки, приобретенные в результате освоения данной дисциплины необходимы для освоения дисциплин базовой и вариативной части Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 09.03.01 «Информатика и вычислительная техника».

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И ИНДИКАТОРЫ ИХ ДОСТИЖЕНИЯ

3.1 Профессиональные компетенции и индикаторы их достижения

Код и наименование профессиональной компетенции	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции
ПК-1. Способен выполнять работы и управлять работами по созданию (модификации) и сопровождению ИС, автоматизирующих задачи организационного управления и бизнес-процессы.	ИД-1ПК-1 Знать: нормативную документацию по предметной области ИС, предметную область, устройство и функционирование современных ИС; ИД-2ПК-1 Уметь: выдвигать требования к разрабатываемому программному обеспечению ИС, разрабатывать пользовательскую документацию; осуществлять работы по созданию (модификации) и сопровождению ИС, автоматизирующих задачи организационного управления и бизнес-процессы; ИД-3ПК-1 Владеть: навыками распределения заданий между программистами, навыками осуществления контроля выполнения заданий, разработки частей пользовательской документации.
ПК-2. Способен осуществлять концептуальное, функциональное и логическое	ИД-1ПК-2 Знать: возможности типовой типовой ИС, методы выявления требований и средства концептуального, функционального и логического

проектирование систем среднего и крупного масштаба и сложности.	проектирования систем и их составляющих; ИД-2ПК-2 Уметь: выполнять этапы концептуального, функционального и логического проектирования систем среднего и крупного масштаба и сложности; уметь выполнять презентации; ИД-3ПК-2 Владеть: практическими навыками выявления первоначальных требований заказчика к типовой ИС, навыками изучения устройства бизнес-процессов организации; навыками использования средств проектирования.
---	---

4. СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4.00 зачетных единицы, 144.0 академических часов.

1 – № п/п

2 – Тема (раздел) дисциплины, курсовая работа (проект), промежуточная аттестация

3 – Семестр

4 – Виды контактной работы и трудоемкость (в академических часах)

4.1 – Л (Лекции)

4.2 – Лекции в виде практической подготовки

4.3 – ПЗ (Практические занятия)

4.4 – Практические занятия в виде практической подготовки

4.5 – ЛР (Лабораторные работы)

4.6 – Лабораторные работы в виде практической подготовки

4.7 – ИКР (Иная контактная работа)

4.8 – КТО (Контроль теоретического обучения)

4.9 – КЭ (Контроль на экзамене)

5 – Контроль (в академических часах)

6 – Самостоятельная работа (в академических часах)

7 – Формы текущего контроля успеваемости

1	2	3	4									5	6	7
			4.1	4.2	4.3	4.4	4.5	4.6	4.7	4.8	4.9			
1	Модели систем в пространстве состояний. Управляемость и наблюдаемость	6	2		4		6						10	опрос
2	Методы и системы оптимального управления	6	6		4		4						16	опрос
3	Управление в условиях априорной неопределенности.	6	6		4		6						16	опрос

	Адаптивные системы управления.												
4	Робастные системы управления.	6	4		4							16	опрос
5	Экзамен	6								0.3	35.7		
	Итого			18.0		16.0		16.0	0.0	0.0	0.3	35.7	58.0

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Лекции

№ п/п	Наименование темы (раздела)	Содержание темы (раздела)
1	Модели систем в пространстве состояний. Управляемость и наблюдаемость	Тема 1. Описание динамической системы в нормальной форме. Уравнения линейных систем в пространстве состояний. Способы программирования в переменных состояниях. Тема 2. Управляемость и стабилизируемость. Наблюдаемость и обнаруживаемость. Тема 3. Наблюдатели.
2	Методы и системы оптимального управления	Тема 4. Вариационные методы оптимального управления. Решение задач оптимального управления с использованием метода множителей Лагранжа (задачи с закрепленным и подвижными концами). Тема 5. Принцип максимума Понтрягина, условие нормальности. Тема 6. Динамическое программирование.
3	Управление в условиях априорной неопределенности. Адаптивные системы управления.	Тема 7. Прямой метод Ляпунова в адаптивном управлении. Синтез адаптивного управления с неявной эталонной моделью. Тема 8. Разработка адаптивных систем управления с неявной эталонной моделью для объектов с запаздыванием по состоянию. Тема 9. Синтез адаптивных систем с явной эталонной моделью на основе критерия гиперустойчивости.
4	Робастные системы управления.	Тема 10. Робастные системы управления с явной эталонной моделью для нестационарных объектов. Тема 11. Робастные системы управления с неявной эталонной моделью для нестационарных объектов.

5.2. Практические занятия

Наименование темы	Содержание темы
Практическое занятие 1. Применение метода динамического программирования.	Описание системы в пространстве состояний, используя один из изученных способов программирования. Решение задач. Подготовка к экзамену.
Практическое занятие 2. Управляемость и наблюдаемость.	Исследовать управляемость и наблюдаемость системы управления. Решение задач. Подготовка к экзамену.

Практическое занятие 3. Постановка задачи и классификации систем оптимального управления.	Изучить и исследовать задачу оптимального управления. Решение задач.
Практическое занятие 4. Примеры синтеза системы управления оптимальной по быстродействию.	Провести синтез системы управления оптимальной по быстродействию. Подготовка к экзамену.
Практическое занятие 5. Адаптивные системы управления.	Исследование адаптивных систем управления. Осуществление синтеза адаптивных систем на основе критерия гиперустойчивости Попова В.М. Подготовка к экзамену.
Практическое занятие 6. Контрольная работа (коллоквиум).	Синтез и анализ адаптивных систем управления.
Практическое занятие 7. Робастные системы управления.	Исследование робастных систем управления. Осуществление синтеза робастных систем на основе критерия гиперустойчивости Попова В.М. Подготовка к экзамену.
Практическое занятие 8. Контрольная работа (коллоквиум).	Синтез и анализ робастных систем управления с явной и неявной эталонной моделью.

5.3. Лабораторные занятия

Наименование темы	Содержание темы
Лабораторная работа № 1. Метод пространства состояний.	Изучение понятия пространства состояния и способа прямого программирования.
Лабораторная работа № 2. Система управления оптимальные по быстродействию.	Исследование особенностей реализации оптимальных по быстродействию систем управления на основе их имитационных моделей.
Лабораторная работа № 3. Адаптивное управление с наблюдателями полного порядка (4 часа).	Изучение критериев управляемости и наблюдаемости адаптивных систем управления, имитационное моделирование систем со стационарным наблюдателем.
Лабораторная работа № 4. Адаптивные системы управления с идентификатором.	Изучение возможности применения адаптивного подхода к идентификации неизвестных параметров динамических объектов.
Лабораторная работа № 5. Адаптивные системы управления объектами с запаздыванием по состоянию и запаздыванием нейтрального типа.	Изучение возможности использования адаптивного подхода к управлению объектами с нейтральным запаздыванием и запаздыванием по состоянию.

6. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

№ п/п	Наименование темы (раздела)	Содержание темы (раздела)	Трудоемкость в академических часах

1	Модели систем в пространстве состояний. Управляемость и наблюдаемость	Подготовка к выполнению и защите лабораторных работ.	10
2	Методы и системы оптимального управления	Подготовка к выполнению и защите лабораторных работ.	16
3	Управление в условиях априорной неопределенности. Адаптивные системы управления.	Подготовка к выполнению и защите лабораторных работ.	16
4	Робастные системы управления.	Подготовка к экзамену и защита лабораторных работ.	16

7. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Образовательный процесс по дисциплине строится на основе комбинации следующих образовательных технологий.

Интегральную модель образовательного процесса по дисциплине формируют технологии методологического уровня: модульно-рейтинговое обучение, технология поэтапного формирования умственных действий, технология развивающего обучения, элементы технологии развития критического мышления.

Реализация данной модели предполагает использование следующих технологий стратегического уровня (задающих организационные формы взаимодействия субъектов образовательного процесса), осуществляемых с использованием определенных тактических процедур:

- лекционные (вводная лекция, информационная лекция, обзорная лекция, лекция-консультация, проблемная лекция);
- лабораторные (углубление знаний, полученных на теоретических занятиях, решение задач);
- практические (формирование определенных умений и навыков, формирование алгоритмического мышления);
- активизации познавательной деятельности (приемы технологии развития критического мышления через чтение и письмо, работа с литературой, подготовка презентаций по темам домашних работ);
- самоуправления (самостоятельная работа студентов, самостоятельное изучение материала).

Информационные технологии используются при организации коммуникации со студентами для представления информации, выдачи рекомендаций и консультирования по оперативным вопросам (электронная почта), использование мультимедиа-средств при проведении лекционных и практических занятий.

В качестве образовательных технологий при изучении дисциплины используются, мультимедийные лекции, на лабораторных занятиях используются лабораторные стенды и современные пакеты программных продуктов. С целью текущего контроля знаний студентов на лабораторных работах проводится контроль выполнения работы. Студентам предлагается обсудить полученные результаты и высказать свое мнение по применению возможных приемов для улучшения показателей либо результатов работы.

8. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания, типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков, характеризующих

этапы формирования компетенций, а также методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений и навыков отражены в фонде оценочных средств по дисциплине

Фонд оценочных средств позволяет оценить знания, умения и уровень приобретенных компетенций. Фонд оценочных средств по дисциплине «Управление сложными системами» включает:

8.1 Вопросы для подготовки к экзамену.

Модели динамических систем в пространстве состояний.

Способы программирования в переменных состояниях.

Управляемость и стабилизируемость систем управления.

Наблюдаемость и обнаруживаемость систем управления.

Наблюдатель полного порядка и быстродействующий наблюдатель.

Функции, уровни, состав и структуры автоматизированных системы управления.

Синтез системы управления оптимальной по быстродействию.

Синтез оптимальных систем методом динамического программирования.

Применение метода динамического программирования.

Синтез линейных стационарных систем оптимальных по интегральному квадратичному критерию.

Управление в условиях априорной неопределенности.

Условия структурного согласования объекта управления и эталонной модели.

Этапы синтеза адаптивных систем управления по критерию гиперустойчивости.

Прямой и идентификационный подходы к построению систем адаптации.

Синтез алгоритмов прямого адаптивного управления при $f(t) = 0$.

Работоспособность АСЯЭМ при $f(t) \neq 0$.

Расширение семейства алгоритмов самонастройки АСЯЭМ.

Синтез адаптивных алгоритмов параметрической идентификации.

8.2 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы

8.2.1 Карточки с заданиями и методическими указаниями по выполнению лабораторных работ.

8.2.2. Индивидуальные задания для курсовой работы и методические указания по ее выполнению

8.2.3 СТО СМК 4.2.3.21-2018. Стандарт ФГБОУВПО «АмГУ». Оформление выпускных квалификационных и курсовых работ (проектов).

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

а) литература

Еремин, Е. Л. Управление сложными системами (алгоритмизация и моделирование) [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Е. Л. Еремин ; АмГУ, ФМиИ. - Благовещенск : Изд-во Амур. гос. ун-та, 2017. - 200 с. – Режим доступа : http://irbis.amursu.ru/DigitalLibrary/AmurSU_Edition/7687.pdf

Еремин, Е. Л. Системы автоматического управления [Электронный ресурс] : лаб. практикум (MatLab - Simulink) / Е. Л. Еремин, И. Е. Еремин ; АмГУ, ФМиИ. - Благовещенск : Изд-во Амур. гос. ун-та, 2017. - 99 с. – Режим доступа : http://irbis.amursu.ru/DigitalLibrary/AmurSU_Edition/7688.pdf

Ким, Д. П. Теория автоматического управления : учебник и практикум для вузов / Д. П. Ким. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 276 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-9916-9294-6. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/536474> (дата обращения: 04.04.2024).

Ким, Д. П. Теория автоматического управления. Линейные системы. Задачник : учебное пособие для вузов / Д. П. Ким, Н. Д. Дмитриева. — 2-е изд., испр. и доп. —

Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 169 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-9916-8603-7. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/538012> (дата обращения: 04.04.2024).

Ким, Д. П. Теория автоматического управления. Многомерные, нелинейные, оптимальные и адаптивные системы. Задачник : учебное пособие для вузов / Д. П. Ким. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 331 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-01459-4. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/538014> (дата обращения: 04.04.2024).

Еремин, Е. Л. Алгоритмы систем адаптивного и робастного управления [Текст] : учеб. пособие / Е. Л. Еремин, И. Е. Еремин, Е. А. Шеленок. - Хабаровск : Изд-во Тихоокеан. гос. ун-та, 2013. - 204 с.

Нелинейное робастное управление сложными динамическими объектами [Электронный ресурс] : моногр. / Е. Л. Ерёмин [и др.]. - Благовещенск : Изд-во Амур. гос. ун-та, 2011. - 202 с. - Режим доступа : http://irbis.amursu.ru/DigitalLibrary/AmurSU_Edition/6296.pdf

б) программное обеспечение и Интернет-ресурсы

№	Наименование	Описание
1	MATLAB+SIMULINK	Academic classroom 25 по договору №2013.199430/949 от 20.11.2013.
2	Mathcad Education – University Edition	25 раб. мест по Software Order Fulfillment Confirmation, Service Contract # 4A1934168 от 18.12.2014.
3	LibreOffice	Бесплатное распространение по лицензии GNU LGPL https://ru.libreoffice.org/about-us/license/
4	Автоматизированная информационная библиотечная система «ИРБИС 64»	Лицензия коммерческая по договору №945 от 28 ноября 2011 года.
5	7-Zip	Бесплатное распространение по лицензии GNU LGPL http://www.7-zip.org/license.txt .
6	Операционная система Linux	GNU-лицензия (GNU General Public License)
7	Программная система «Антиплагиат.ВУЗ»	Коммерческая лицензия по подписке по лицензионному договору №200 от 04 мая 2016 года.
8	//www.e.lanbook.com	Электронная библиотечная система «Издательства Лань», тематические пакеты: математика, физика, инженерно-технические науки, химия
9	//www.iprbookshop.ru/	Электронно-библиотечная система IPRbooks – научно-образовательный ресурс для решения задач обучения в России и за рубежом. Уникальная платформа ЭБС IPRbooks объединяет новейшие информационные технологии и учебную лицензионную литературу.
10	//www.intuit.ru/	Интернет университет информационных технологи, содержит бесплатные учебные курсы, учебники и методические пособия по всем направлениям подготовки
11	//www.biblio-online.ru/	Электронная библиотечная система «Юрайт». Фонд электронной библиотеки составляет более 4000 наименований и постоянно пополняется новинками, в большинстве своем это учебники и учебные пособия

		для всех уровней профессионального образования от ведущих научных школ с соблюдением требований новых ФГО-Сов.
--	--	--

в) профессиональные базы данных и информационные справочные системы

№	Наименование	Описание
1	http:// www.ict.edu.ru/about	Портал "Информационно-коммуникационные технологии в образовании" входит в систему федеральных образовательных порталов и нацелен на обеспечение комплексной информационной поддержки образования в области современных информационных и телекоммуникационных технологий, а также деятельности по применению ИКТ в сфере образования.
2	http://www.informika.ru	Сайт ФГАУ ГНИИ ИТТ «Информика». Институт является государственным научным предприятием, созданным для обеспечения всестороннего развития и продвижения новых информационных технологий в сферах образования и науки России.
3	www.elibrary.ru	Крупнейший российский информационный портал в области науки, технологии, медицины и образования.
4	archive.neicon.ru	Один из самых старых и авторитетных общенаучных журналов. Публикует исследования, посвященные широкому кругу вопросов, в основном естественно-научной тематики.
5	Google Scholar	Поисковая система по полным текстам научных публикаций всех форматов и дисциплин.
6	https://www.scopus.com	Международная реферативная база данных научных изданий Scopus.
7	https://login.webofknowledge.com	Международная реферативная база данных научных изданий Web of Science.

10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Занятия по дисциплине проводятся в специальных помещениях, представляющих собой учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Специальные помещения укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории. Все помещения, в которых проводятся занятия, соответствуют действующим противопожарным правилам и нормам. Каждый обучающийся обеспечен индивидуальным неограниченным доступом к электронно-библиотечным системам и к электронной информационно-образовательной среде университета. Самостоятельная работа обучающихся осуществляется в помещениях, оснащенных компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

Для оптимальной организации процесса изучения данной дисциплины (модуля) студенту необходимо придерживаться следующих рекомендаций в организации своей деятельности.

В рамках лекций необходимо вести конспект лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; помечать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка

терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначить вопросы, термины, материал, который вызывает трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, на практическом занятии.

В рамках лабораторных (практических) работ обучающимся необходимо изучить основную литературу, ознакомиться с дополнительной литературой, новыми публикациями в периодических изданиях: журналах, газетах и т.д. При этом учесть рекомендации преподавателя и требования учебной программы. В ходе непосредственного выполнения лабораторных (практических) работ необходимо освоить основные понятия и методики выполнения лабораторной (практической) работы, ответить на контрольные вопросы.

При подготовке к экзамену студент должен выполнить рекомендации по организации своей деятельности в отношении лекций и лабораторных (практических) работ. При ответе на экзамене студент должен показать глубину понимания проблемы, знание фактического материала, первоисточников, умение логично, точно излагать свои мысли, оперировать научными понятиями и технологией.

При изучении дисциплины «Управление сложными системами» используются:

10.1 Лекционная аудитория, оборудованная мультимедийными средствами.

10.2 Компьютерные классы кафедры информационных и управляющих систем АмГУ, оборудованные компьютерами, подключенные к ЛВС университета с возможностью подключения сети Интернет и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

10.3 Программное обеспечение.

Самостоятельная работа обучающихся осуществляется в помещениях, оснащенных компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.