

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

« 1 » сентября 2022 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 – 2022

Форма обучения – Очная

Курс 3 Семестр 6

Экзамен 6 сем Зачет с оценкой 6 сем

Общая трудоемкость дисциплины 144 (академ. час), 4.00 (з.е)

Составитель Е.Л. Ерёмин, профессор, д-р. техн. наук

Факультет математики и информатики

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 19.09.2017 № № 929

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры информационных и управляющих систем

01.09.2022 г. , протокол № № 1

Заведующий кафедрой Бушманов А.В. Бушманов

СОГЛАСОВАНО

Учебно-методическое управление

Чалкина Н.А. Чалкина

« 1 » сентября 2022 г.

СОГЛАСОВАНО

Научная библиотека

Петрович О.В. Петрович

« 1 » сентября 2022 г.

СОГЛАСОВАНО

Выпускающая кафедра

Бушманов А.В. Бушманов

« 1 » сентября 2022 г.

СОГЛАСОВАНО

Центр цифровой трансформации и
технического обеспечения

Тодосейчук А.А. Тодосейчук

« 1 » сентября 2022 г.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель дисциплины:

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:

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 ОП ВО

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. Универсальные компетенции и индикаторы их достижения

Категория (группа) универсальных компетенций	Код и наименование универсальной компетенции	Код и наименование индикатора достижения универсальной компетенции
Системное и критическое мышление	УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	ИД-1 УК-1Знать: методики сбора и обработки информации; актуальные российские и зарубежные источники информации в сфере профессиональной деятельности; метод системного анализа ИД-2 УК-1Уметь: применять методики поиска, сбора и обработки информации; осуществлять критический анализ и синтез информации, полученной из разных источников ИД-3 УК-1Владеть: методами поиска, сбора и обработки, критического анализа и синтеза информации; методикой системного подхода для решения поставленных задач.

3.2 Общепрофессиональные компетенции и индикаторы их достижения

Код и наименование общепрофессиональной компетенции	Код и наименование индикатора достижения общепрофессиональной компетенции
ОПК-1 Способен применять естественно-научные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности	ИД-1ОПК-1 Знать: основы математики, физики, вычислительной техники и программирования ИД-1ОПК-1 Уметь применять естественно-научные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности ИД-3 ОПК-1 Владеть: навыками теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности
ОПК-9 Способен осваивать методики использования программных средств для решения практических задач	ИД-1ОПК-9 Знать: классификацию программных средств и возможности их применения для решения практических задач ИД-2 ОПК-1 Уметь: находить и анализировать техническую документацию по использованию программного средства, выбирать и использовать необходимые функции программных средств для решения конкретной задачи ИД-3 ОПК-1 Владеть: способами описания методики использования программного средства для решения конкретной задачи в виде документа, презентации или видеоролика

4. СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4.00 зачетных единицы, 144 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	Методы и системы оптимального управления	6	4		4		4						16.7	опрос

2	Управление в условиях априорной неопределенности. Адаптивные и робастные системы управления	6	8		8		8						50	опрос
3	Периодические системы управления.	6	6		4		4						25	опрос
4	Зачет с оценкой	6							2		0.3			
	Итого		18.0		16.0		16.0		2.0	0.0	0.3	0.0	91.7	

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Лекции

№ п/п	Наименование темы (раздела)	Содержание темы (раздела)
1	Методы и системы оптимального управления	Тема 1. Вариационные методы оптимального управления. Решение задач оптимального управления с использованием метода множителей Лагранжа (задачи с закрепленным и подвижными концами). Тема 2. Принцип максимума Понтрягина, условие нормальности. Тема 3. Динамическое программирование.
2	Управление в условиях априорной неопределенности. Адаптивные и робастные системы управления	Тема 4. Прямой метод Ляпунова в адаптивном управлении. Синтез адаптивного управления с неявной эталонной моделью. Тема 5. Разработка адаптивных систем управления с неявной эталонной моделью для объектов с запаздыванием по состоянию. Тема 6. Синтез адаптивных систем с явной эталонной моделью на основе критерия гиперустойчивости. Тема 7. Робастные системы управления
3	Периодические системы управления.	Тема 8. Комбинированная структура регулятора периодических систем управления. Тема 9. Комбинированные робастные алгоритмы периодических систем управления Тема 10. Алгоритмы систем управления циклического действия с неполным измерением вектора состояния объекта.

5.2. Практические занятия

Наименование темы	Содержание темы
Практическое занятие 1	Управляемость и наблюдаемость
Практическое занятие 2	Постановка задачи и классификации систем оптимального управления
Практическое занятие 3	Примеры синтеза системы управления оптимальной по быстродействию

Практическое занятие 4	Применение метода динамического программирования
Практическое занятие 5 и 6	Синтез и анализ адаптивных систем управления
Практическое занятие 7 и 8	Синтез и анализ робастных систем управления
Практическое занятие 9	Синтез и анализ периодических систем управления

5.3. Лабораторные занятия

Наименование темы	Содержание темы
Лабораторная работа № 1. (2 часа)	Метод пространства состояний.
Лабораторная работа № 2. (2 часа)	Система управления оптимальные по быстродействию
Лабораторная работа № 3. (4 часа)	Адаптивное управление с наблюдателями полного порядка
Лабораторная работа № 4. (4 часа)	Адаптивные системы управления с идентификатором
Лабораторная работа № 5. (4 часа)	Адаптивные системы управления объектами с запаздыванием по состоянию и запаздыванием нейтрального типа.

6. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

№ п/п	Наименование темы (раздела)	Содержание темы (раздела)	Трудоемкость в академических часах
1	Методы и системы оптимального управления	Подготовка к выполнению и защите лабораторных работ	16.7
2	Управление в условиях априорной неопределенности. Адаптивные и робастные системы управления	Подготовка к выполнению и защите лабораторных работ. Выполнение (согласно варианту) курсовой работы на тему "Синтез и анализ систем адаптивного управления по выходу"	50
3	Периодические системы управления.	Подготовка к выполнению и защите лабораторных работ. Публичная защита курсовой работы	25

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 зачету.

Модели динамических систем в пространстве состояний.

Способы программирования в переменных состояния.

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 4.2.3.05-2011. Стандарт ФГБОУВПО «АмГУ». Оформление выпускных квалификационных и курсовых работ (проектов).

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

а) литература

Управление сложными системами [https:// cabinet.amursu.ru/ uploads/ sveden/ edu_prog/ Rab_prog_Code_Name_Date/64523/ Rab_prog_09.03.01_Upravlenie_slozhnymi_sistemami_05.08.2021.pdf \(.sig\) https:// cabinet.amursu.ru/ uploads/ sveden/ edu_prog/ Rab_prog_Code_Name_Date/64523/ Rab_prog_09.03.01_Upravlenie_slozhnymi_sistemami_05.08.2021.sig](https://cabinet.amursu.ru/uploads/sveden/edu_prog/Rab_prog_Code_Name_Date/64523/Rab_prog_09.03.01_Upravlenie_slozhnymi_sistemami_05.08.2021.pdf(.sig)https://cabinet.amursu.ru/uploads/sveden/edu_prog/Rab_prog_Code_Name_Date/64523/Rab_prog_09.03.01_Upravlenie_slozhnymi_sistemami_05.08.2021.sig) 09.03.01

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](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](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, 2022. — 276 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-9916-9294-6. — Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: [https:// urait.ru/ bcode/489509](https://urait.ru/bcode/489509) (дата обращения: 22.03.2022).

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, 2022. — 169 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-9916-8603-7. — Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/491184> (дата обращения: 22.03.2022).

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, 2022. — 331 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-01459-4. — Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/491186> (дата обращения: 22.03.2022).

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.

б) программное обеспечение и Интернет-ресурсы

№	Наименование	Описание
1	Операционная система MS Windows 7 Pro	DreamSpark Premium Electronic Software Delivery (3 years) Renewal по договору - Сублицензионный договор № Tr000074357/КНВ 17 от 30 июня 2019 года.
2	MATLAB+SIMULINK	Academic classroom 25 по договору №2013.199430/949 от 20.11.2013.
3	7-Zip	Бесплатное распространение по лицензии GNU LGPL http://www.7-zip.org/license.txt .
4	Программная система «Антиплагиат.VY3»	Коммерческая лицензия по подписке по лицензионному договору №200 от 04 мая 2016 года.
5	1 http://www.e.lanbook.com	Электронная библиотечная система «Издательства Лань», тематические пакеты: математика, физика, инженерно-технические науки, химия
6	2 http://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 техно-логии и учебную лицензионную литературу.
7	3 http://www.intuit.ru/	Интернет университет информационных технологи, содержит бесплатные учебные курсы, учебники и методические пособия по всем направлениям подготовки
8	4 https://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	http://ww.elibrary.ru	Крупнейший российский информационный портал в

		области науки, технологии, медицины и образования.
4	https://www.scopus.com	Международная реферативная база данных научных изданий Scopus
5	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; пометить 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 зачету/ экзамену студент должен выполнить рекомендации по организации своей деятельности в отношении лекций и лабораторных (практических) работ. При ответе на зачете/ 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 «Теория автоматического управления» используются:

12.1 Лекционная аудитория, оборудованная мультимедийными средствами.

12.2 Лаборатории, оборудованные рабочими местами пользователей ЭВМ, а также специализированными ППП по дисциплине.

12.3 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.

