Министерство науки и высшего образования Российской Федерации Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

«Амурский государственный университет»

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе

А.В.Лейфа

<u>08</u>» <u>шоше</u> 202<u>О</u> г.

# РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УПРАВЛЕНИЕ СЛОЖНЫМИ СИСТЕМАМИ

Направление подготовки <u>09.03.01 «Информатика и вычислительная техника»</u>
Направленность (профиль) образовательной программы <u>«Информатика и вычислительная</u> техника»

Квалификация выпускника

бакалавр

Год набора <u>2020</u>

Форма обучения очная

Курс  $\underline{3}$  Семестр  $\underline{6}$ 

Экзамен 6 семестр

Общая трудоемкость дисциплины 144 (акад. час.), 4 (з.е.)

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

Факультет

математики и информатики

Кафедра

Информационные и управляющие системы

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 Информационные и управляющие системы

### 1 ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

**Цель дисциплины (модуля):** активно закрепить, обобщить, углубить и расширить знания, полученные при изучении дисциплины "Управление сложными системами "; 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 (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 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)	Код и наименование уни-	Код и наименование индикатора достижения универ-
универсальных компе-	версальной компетенции	сальной компетенции
тенций		
Системное и критиче-	УК-1. Способен осу-	ИД-1 ук. Знать: методики сбора и обработки инфор-
ское мышление	ществлять поиск, крити-	мации; актуальные российские и зарубежные источ-
	ческий анализ и синтез	ники информации в сфере профессиональной дея-
	информации, применять	тельности; метод системного анализа
	системный подход для	ИД-2 ук1Уметь: применять методики поиска, сбора и
	решения поставленных	обработки информации; осуществлять критический
	задач	анализ и синтез информации, полученной из разных
		источников
		ИД-3 ук1Владеть: методами поиска, сбора и обработ-
		ки, критического анализа и синтеза информации; ме-
		тодикой системного подхода для решения поставлен-
		ных задач.

3.2. Общепрофессиональные компетенции и индикаторы их достижения

э.2. оощепрофессии	STRESTOTION ROTHING TOTAL FIRM	пдимитеры ил дестименны
Категория (группа) обще-	Код и наименование обще-	Код и наименование индикатора достижения
профессиональных компе-	профессиональной компе-	общепрофессиональной компетенции
тенций	тенции	
1	2	3
Естественно-научные и	ОПК-1 Способен приме-	ИД-1 <sub>ОПК-1</sub> Знать: основы математики, физики,
общеинженерные знания	нять естественно-научные и	вычислительной техники и программирования
	общеинженерные знания,	ИД-10ПК-1 Уметь применять естественно-
	методы математического	научные и общеинженерные знания, методы
	анализа и моделирования,	математического анализа и моделирования,
	теоретического и экспери-	теоретического и экспериментального иссле-
	ментального исследования	дования в профессиональной деятельности
	в профессиональной дея-	ИД-3 ОПК-1 Владеть: навыками теоретического
	тельности	и экспериментального исследования объектов
		профессиональной деятельности

Решение практических за-	ОПК-9 Способен осваивать	ИД-10ПК-9 Знать: классификацию программных
дач программными сред-	методики использования	средств и возможности их применения для ре-
ствами	программных средств для	шения практических задач
	решения практических за-	ИД-2 опк-1Уметь: находить и анализировать
	дач	техническую документацию по использованию
		программного средства, выбирать и исполь-
		зовать необходимые функции программных
		средств для решения конкретной задачи
		ИД-3 опк-1Владеть: способами описания мето-
		дики использования программного средства
		для решения конкретной задачи в виде до-
		кумента, презентации или видеоролика

## 4 СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы. <u>144</u> академических часа.

№ п/п	Тема (раздел) дисциплины, курсовая работа (проект), промежуточная аттестация	Семестр	и тр	удоемк	ктной р ость (в а их часах ПР	акаде-	Контроль (в акаде- мических часах)	Самостоя- тельная ра- бота (в ака- демических часах)	Формы текущего контроля успеваемости
1	Методы и системы оптимального управления	6	4	4	4			4	опрос,
2	Управление в условиях априорной неопределенности. Адаптивные и робастные системы управления.		8	8	8			6	опрос
3	Периодические системы управления.		5	5	5			10	тест
8	Экзамен	6				0,3	35,7		
	ИТОГО		17	17	17	0,3	35,7	55	

Л – лекция, ЛР – лабораторная работа, ПР – практическая работа, КЭ – контроль на экзамене.

# 5 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

## 5.1 Лекции

	o, i dicitaliii	
№ п/п	Наименование темы (раз- дела)	Содержание темы (раздела)
1	Методы и системы опти-	Тема 1. Вариационные методы оптимального управления. Решение
	мального управления.	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	Тема 4. Прямой метод Ляпунова в адаптивном управлении. Синтез
	априорной неопределен-	адаптивного управления с неявной эталонной моделью.
	ности. Адаптивные и ро-	Тема 5. Разработка адаптивных систем управления с неявной эталон-
	бастные системы управ-	ной моделью для объектов с запаздыванием по состоянию.
	ления.	Тема 6. Синтез адаптивных систем с явной эталонной моделью на ос-
		нове критерия гиперустойчивости.
		Тема 7. Робастные системы управления
3	Периодические системы	Тема 8. Комбинированная структура регулятора периодических систем
	управления.	управления.
		Тема 9. Комбинированные робастные алгоритмы периодических си-
		стем управления
		Тема 10. Алгоритмы систем управления циклического действия с не-
		полным измерением вектора состояния объекта.

#### 5.2 Практические занятия

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. Контрольная работа (коллоквиум).

Практическое занятие 6. Адаптивные системы управления

Практическое занятие 7. Робастные системы управления

Практическое занятие 8. Периодические системы управления

Практическое занятие 9. Контрольная работа (коллоквиум).

## 5.3 Лабораторные работы

Лабораторная работа № 1. Метод пространства состояний.

Лабораторная работа № 2. Система управления оптимальные по быстродействию.

Лабораторная работа № 3. Адаптивное управление с наблюдателями полного порядка (4 часа).

Лабораторная работа № 4. Адаптивные системы управления с идентификатором.

Лабораторная работа № 5. Адаптивные системы управления объектами с запаздыванием по состоянию и запаздыванием нейтрального типа.

## 5.4. Курсовая работа: "Разработка, моделирование и анализ адаптивных систем".

- Тема 1. Адаптивная система управления линейным объектом.
- Тема 2. Адаптивная идентификация линейного объекта.
- Тема 3. Система адаптивного управления линейным объектом с наблюдателем.
- Тема 4. Система адаптивной идентификации линейного объекта с наблюдателем.
- Тема 5. Адаптивная система управления объектом с фильтр-корректором.
- Тема 6. Адаптивная идентификация объекта с фильтр-корректором.

## 6 САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

	<b>№</b> п/п	Наименование темы (раздела)	Форма (вид) самостоятельной работы	Трудоемкость в академиче- ских часах
	1	Методы и системы оптимального управления.	Подготовка к выполнению и защите лабораторных работ, выполнение первой части курсовой работы	15
	2	Управление в условиях априорной неопределенности. Адаптивные и робастные системы управления.	Подготовка к выполнению и защите лабораторных работ, выполнение второй части курсовой работы	25
	3	Периодические системы управления.	Подготовка к выполнению и защите лабораторных работ, защита курсовой работы	15
Итого:				55

#### 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, лекцияконсультация, 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 поученные результаты и высказать свое мнение по применению возможных приемов для улучшения показателей либо результатов работы.

## 8 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

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 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.

## 9 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### а) литература:

- 1 *Еремин Е. Л.* Управление сложными системами (алгоритмизация и моделирование): учеб. пособие / Е.Л.Еремин. Благовещенск: Изд-во Амур. гос. ун-та, 2017. Режим доступа: <a href="http://irbis.amursu.ru/DigitalLibrary/AmurSU">http://irbis.amursu.ru/DigitalLibrary/AmurSU</a> Edition/7687.pdf
- 2 Ким, Д. П. Теория автоматического управления. Линейные системы: учебник и практикум для вузов / Д. П. Ким. 3-е изд., испр. и доп. Москва: Издательство Юрайт, 2020. 311 с. (Высшее образование). ISBN 978-5-534-00799-2. Текст: электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. URL: <a href="http://www.biblio-online.ru/bcode/452242">http://www.biblio-online.ru/bcode/452242</a>
- 3~Kum, Д. П. Теория автоматического управления. Многомерные, нелинейные, оптимальные и адаптивные системы: учебник и практикум для вузов / Д. П. Ким. 3-е изд., испр. и доп. Москва: Издательство Юрайт, 2020. 441 с. (Высшее образование). ISBN 978-5-534-00975-0. Текст: электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. URL: <a href="http://www.biblio-online.ru/bcode/452300">http://www.biblio-online.ru/bcode/452300</a>
- 4 Еремин Е.Л., Еремин И.Е. Системы автоматического управления: Лабораторный практикум (MatLab-Simulink). Благовещенск: Амурский гос. ун-т, 2017. Режим доступа http://irbis.amursu.ru/DigitalLibrary/AmurSU Edition/7688.pdf
- 5 Еремин Е.Л., Еремин И.Е., Шеленок Е.А. Алгоритмы систем адаптивного и робастного управления. Хабаровск: Изд-во ТОГУ. 2013. 204 с
- 6 Еремин Е.Л., Кван Н.В., Семичевская Н.П. Теличенко Д.А. Нелинейное робастное управление сложными динамическими объектами. Благовещенск: Изд-во Амурского гос. ун-та, 2011. 204 с. Режим доступа: http://irbis.amursu.ru/DigitalLibrary/AmurSU Edition/6296.pdf

б) программное обеспечение и Интернет-ресурсы

$\mathcal{N}_{2}$	Наименование ресурса	Краткая характеристика		
1	www.e.lanbook.com	Электронная библиотечная система «Издательства Лань», тематиче-		
		ские пакеты: математика, физика, инженерно-технические науки,		
		кимих		
2	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.		
3	www.intuit.ru/	Интернет университет информационных технологи, содержит		
		бесплатные учебные курсы, учебники и методические пособия по		
		всем направлениям подготовки		
4		Электронная библиотечная система «Юрайт». Фонд электронной		
		библиотеки составляет более 4000 наименований и постоянно попол-		
	<u>//www.biblio-online.ru/</u>	няется новинками, в большинстве своем это учебники и учебные по-		
		собия для всех уровней профессионального образования от ведущих		
		научных школ с соблюдением требований новых ФГОСов.		
5	/indows 7 Pro	Операционная система MS Windows 7 Pro - DreamSpark Premium		
		Electronic Software Delivery (3 years) Renewal по договору - Субли-		
		цензионный договор № Tr000074357/KHB 17 от 01 марта 2016 года		
6	Office	Бесплатное распространение по лицензии GNU GPL-2.0		
		https://ru.libreoffice.org/about-us/license/		

в) профессиональные базы данных и информационные справочные системы

№	Наименование ресурса	Краткая характеристика
1.	http://www.ict.edu.ru/about	Портал "Информационно-коммуникационные технологии в образо-
		<u>вании"</u> 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.

N₂	Наименование ресурса	Краткая характеристика
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.	www.nature.com archive.neicon.ru	Один из самых старых и авторитетных <u>общенаучных журналов</u> . Публикует исследования, посвящённые широкому кругу вопросов, в основном <u>естественно-научной</u> 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.

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.