

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



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по УиНР

А.В. Лейфа

«08» июня 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
ТЕОРИЯ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ

Направление подготовки 09.03.01 «Информатика и вычислительная техника»

Направленность (профиль) образовательной программы «Информатика и вычислительная техника»

Квалификация выпускника бакалавр

Год набора 2020

Форма обучения очная

Курс 3 Семестр 5

Экзамен 5 семестр

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

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

Факультет математики и информатики

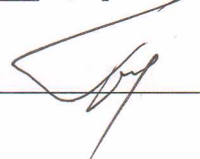
Кафедра Информационные и управляющие системы

2020 г.

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

«29» 04 2020 г., протокол № 9

Заведующий кафедрой  А.В.Бушманов

СОГЛАСОВАНО

Учебно-методическое
управление

 Н.А.Чалкина
«10» 07 2020 г.

СОГЛАСОВАНО

Научная библиотека


«07» 07 2020 г.

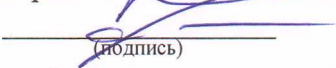
СОГЛАСОВАНО

Заведующий выпускающей кафедры

 А.В. Бушманов
«29» 05 2020 г.

СОГЛАСОВАНО

Центр информационных и
образовательных технологий


(подпись)
«07» 07 2020 г.

1 ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Цель дисциплины (модуля): активно закрепить, обобщить, углубить и расширить знания, полученные при изучении базовых дисциплин; овладеть современными методами анализа и синтеза систем автоматического управления динамическими объектами; приобрести новые знания и сформировать умения и навыки, необходимые для изучения специальных дисциплин; 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 "Теория автоматического управления" относится к блоку обязательных дисциплин вариативной части ОП Б1.В.ОД.9 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 базовой части Государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования, по направлению подготовки 09.03.01 «Информатика и вычислительная техника»: Математический анализ; Информатика; Физика; Исследование операций; Дискретная математика; Базы данных; Электротехника, электроника и схемотехника; Информационные технологии, Теория принятия решений.

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-1} Знать: методики сбора и обработки информации; актуальные российские и зарубежные источники информации в сфере профессиональной деятельности; метод системного анализа ИД-2 _{УК-1} Уметь: применять методики поиска, сбора и обработки информации; осуществлять критический анализ и синтез информации, полученной из разных источников ИД-3 _{УК-1} Владеть: 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

Категория (группа) общепрофессиональных компетенций	Код и наименование общепрофессиональной компетенции	Код и наименование индикатора достижения общепрофессиональной компетенции
1	2	3
Естественно-научные и общинженерные знания	ОПК-1 Способен применять естественно-научные и общинженерные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности	ИД-1 _{ОПК-1} Знать: основы математики, физики, вычислительной техники и программирования ИД-1 _{ОПК-1} Уметь применять естественно-научные и общинженерные 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
Решение практических задач программными средствами	ОПК-9 Способен осваивать методики использования программных средств для решения практических задач	ИД-1 _{ОПК-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 зачетные единицы, 144 академических часа.

№ п/п	Тема (раздел) дисциплины, курсовая работа (проект), промежуточная аттестация	Семестр	Виды контактной работы и трудоемкость (в академических часах)				Контроль (в академических часах)	Самостоятельная работа (в академических часах)	Формы текущего контроля успеваемости
			Л	ЛР	ПР	КЭ			
1	Основные понятия и принципы управления	5	4	2	2			10	опрос,
2	Математическое описание систем управления		4	4	4			10	опрос
3	Устойчивость систем управления.		2	4	4			10	опрос
4	Качество систем управления		4	2	2			10	опрос
5	Улучшение качества процесса управления		2	2	2			10	опрос
6	Нелинейные системы управления		2	2	2			8	опрос
8	Экзамен	5				0,3	35,7		
	ИТОГО		18	16	16	0,3	35,7	58	

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

5 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

5.1 Лекции

№ п/п	Наименование темы (раздела)	Содержание темы (раздела)
1	Основные понятия и принципы управления	1.1. Основные понятия 1.2. Принципы управления 1.2.1. Принцип программного управления. 1.2.2. Принцип компенсации. 1.2.3. Принцип обратной связи. 1.2.4. Принцип комбинированного управления 1.3. Структура системы управления 1.4. Классификация систем управления
2	Математическое описание систем управления	2.1. Уравнения динамики и статики 2.2. Линеаризация. Формы записи дифференциальных уравнений 2.3. Преобразование Лапласа 2.4. Передаточные и временные функции 2.4.1. Передаточные функции. 2.4.2. Временные функции. 2.4.3. Связь между передаточной функцией и временными функциями. 2.5. Частотные функции и характеристики. 2.5. Модели в пространстве состояний 2.5.1. Состояние динамической системы. 2.5.2. Описание динамической системы в нормальной форме. 2.5.3. Прямое программирование в переменных состояния. 2.6. Элементарные звенья их классификация и характеристики 2.6.1. Классификация звеньев. 2.6.2. Группа позиционных звеньев. 2.6.3. Группа интегрирующих звеньев. 2.6.4. Группа дифференцирующих звеньев. 2.6.5. Звено с чистым запаздыванием. 2.7. Типовые соединения, структурные преобразования и передаточные функции систем управления 2.7.1. Типовые соединения элементов систем управления. 2.7.2. Структурные преобразования фрагментов систем управления. 2.7.3. Передаточные функции одноканальных систем управления.
3	Устойчивость систем управления.	3.1. Определение и условия устойчивости 3.1.1. Определение устойчивости. 3.1.2. Необходимое и достаточное условие устойчивости. 3.1.3. Необходимое условие устойчивости. 3.1.4. Границы устойчивости. 3.1.5. Теоремы Ляпунова об устойчивости по линейному приближению. 3.2. Критерии устойчивости 3.2.1. Алгебраический критерий Рауса-Гурвица. 3.2.2. Частотный критерий Михайлова. 3.2.3. Частотный критерий Найквиста. 3.2.4. Робастная устойчивость.
4	Качество систем управления. Улучшение качества процесса управления	4.1. Прямые показатели качества 4.2. Косвенные методы оценки качества 4.2.1. Оценка точности в типовых режимах. 4.2.2. Корневой метод оценки качества. 4.2.3. Интегральный метод оценки качества. 4.2.4. Частотный метод оценки качества. 4.2.5. Инвариантность и принцип двухканальности. 4.2.6. Исследование типовых законов управления 4.2.7. Исследование корректирующих звеньев.
5	Дискретные системы управления	5.1 Математическое описание дискретных систем 5.2 Устойчивость дискретных систем 5.3 Оценка качества дискретных систем
6	Нелинейные системы управления	6.1. Нелинейные системы. Метод фазовой плоскости 6.2. Метод функций Ляпунова 6.3 Абсолютная устойчивость и гиперустойчивость 6.4 Линеаризация обратной связью

5.2 Практические занятия

5.2.1 Передаточные и временные функции.

5.2.2 Частотные функции и характеристики.

- 5.2.3 Модели в пространстве состояний
- 5.2.4 Алгебраический критерий Рауса-Гурвица.
- 5.2.5 Частотный критерий Михайлова
- 5.2.6 Частотный критерий Найквиста.
- 5.2.7 Робастная устойчивость.
- 5.2.8 Прямые показатели качества.
- 5.2.9 Косвенные методы оценки качества.

5.3 Лабораторные работы

Наименование темы	Содержание темы
Исследование временных и частотных характеристик динамических систем 1-го порядка	Получить навыки в построении математических моделей динамических систем и освоить приемы имитационного моделирования временных и частотных характеристик систем 1-го порядка на примере апериодического, идеального интегрирующего, реального дифференцирующего и упругих звеньев
Исследование временных и частотных характеристик динамических систем 2-го порядка	Имитационное моделирование и анализ временных и частотных характеристик звеньев второго порядка и систем управления, построенных с помощью типовых соединений
Исследование устойчивости систем управления с обратной связью	Анализ устойчивости замкнутых линейных систем управления и оценка влияния значений коэффициентов их характеристических уравнений на динамические процессы
Исследование статических и скоростных ошибок замкнутых систем	Моделирование и анализ установившихся ошибок в статических и астатических системах управления.
Исследование нелинейных систем 1-го типа	Моделирование и анализ динамических процессов в нелинейных системах управления 1-го типа

6 САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

№ п/п	Наименование темы (раздела)	Форма (вид) самостоятельной работы	Трудоемкость в академических часах
1	Управление и информатика. Общие принципы системной организации.	оформление отчета	6
2	Математические модели объектов и систем управления. Устойчивость и качество систем управления	оформление отчета	24
3	Дискретные и нелинейные системы управления	оформление отчета	24
Итого:			54

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 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 «Теория автоматического управления» включает:

Вопросы для подготовки к экзамену.

- 8.1.1. Основные понятия теории управления. Принципы управления в системах автоматического управления. Примеры.
- 8.1.2. Линеаризация систем автоматического управления. Первая форма записи.
- 8.1.3. Интегральные преобразования Лапласа. Вторая форма записи.
- 8.1.4. Модели систем автоматического управления в пространстве состояний.
- 8.1.5. Частотная передаточная функция систем автоматического управления и ее характеристики
- 8.1.6. Типовые соединения и передаточные функции систем автоматического управления. Структурные преобразования линейных систем автоматического управления.
- 8.1.7. Классификация динамических звеньев систем автоматического управления. Типовые временные характеристики.
- 8.1.8. Инерционное звено 1-ого порядка.
- 8.1.9. Инерционное звено 2-ого порядка.
- 8.1.10. Идеальное интегрирующее звено.
- 8.1.11. Реальное дифференцирующее звено.
- 8.1.12. Звено с чистым запаздыванием. Устойчивость систем автоматического управления. Необходимые и достаточные условия устойчивости.
- 8.1.13. Граница устойчивости и ее типы.

- 8.1.14. Критерий устойчивости Рауса-Гурвица.
- 8.1.15. Критерий устойчивости Михайлова.
- 8.1.16. Критерий устойчивости Найквиста.
- 8.1.17. Робастная устойчивость.
- 8.1.18. Прямые показатели качества.
- 8.1.19. Косвенные методы оценки качества
- 8.1.20. Оценка точности в типовых режимах.
- 8.1.21. Корневой метод оценки качества.
- 8.1.22. Интегральный метод оценки качества.
- 8.1.23. Частотный метод оценки качества.
- 8.1.24. Инвариантность и принцип двухканальности.
- 8.1.25. Исследование типовых законов управления.
- 8.1.26. Исследование корректирующих звеньев.
- 8.1.27. Особенности нелинейных систем управления.
- 8.1.28. Математическое описание дискретных систем.
- 8.1.29. Устойчивость дискретных систем.
- 8.1.30. Оценка качества дискретных систем.
- 8.1.31. Нелинейные системы. Метод фазовой плоскости.
- 8.1.32. Метод функций Ляпунова.
- 8.1.33. Абсолютная устойчивость и гиперустойчивость
- 8.1.34. Линеаризация обратной связью.

9 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

а) литература

- 1 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: <http://www.biblio-online.ru/bcode/452242>
- 2 Ким, 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: <http://www.biblio-online.ru/bcode/452300>
- 3 Еремин Е.Л., Еремин И.Е. Системы автоматического управления: Лабораторный практикум (MatLab-Simulink). Благовещенск: Амурский гос. ун-т, 2017. http://irbis.amursu.ru/DigitalLibrary/AmurSU_Edition/7688.pdf
- 4 Первозванский, А.А. Курс теории автоматического управления. [Электронный ресурс] : учеб.пособие — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2015. — 624 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/68460>
- 5 Теория автоматического управления : учеб. : доп. Мин. обр. РФ / под ред. В. Б. Яковлева. - 3-е изд., стер. - М. :Выш. шк., 2009. - 568 с.
- 6 Юревич Е. И. Теория автоматического управления : учеб.: рек. Мин. обр. РФ / Е.И. Юревич. - 3-е изд. - СПб. : БХВ-Петербург, 2007. - 540 с.
- 7 Еремин, Е. Л., Еремин И.Е., Шеленок Е.А. Алгоритмы систем адаптивного и робастного управления. - Хабаровск: Изд-во ТОГУ. - 2013. - 204 с.
- 8 Еремин, Е. Л., Кван Н.В., Семичевская Н.П. Теличенко Д.А. Нелинейное робастное управление сложными динамическими объектами. - Благовещенск: Изд-во Амур.гос. ун-та, 2011. - 204 с. http://irbis.amursu.ru/DigitalLibrary/AmurSU_Edition/6296.pdf
- 9 Еремин, Е. Л. Основы теории управления: практикум на ПЭВМ : учеб.пособие / Е. Л. Еремин, И. Е. Еремин, Л. В. Ильина ; АмГУ, ФМиИ. - Благовещенск : Изд-во Амур.гос. ун-та, 2002. - 92 с.

б) программное обеспечение и Интернет-ресурсы

№	Наименование ресурса	Краткая характеристика
1	http://www.e.lanbook.com	Электронная библиотечная система «Издательства Лань», тематические пакеты: математика, физика, инженерно-технические науки, химия
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 технологии и учебную лицензионную литературу.
3	http://www.intuit.ru/	Интернет университет информационных технологии, содержит бесплатные учебные курсы, учебники и методические пособия по всем направлениям подготовки
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.
5	MS Windows 7 Pro	Операционная система MS Windows 7 Pro - DreamSpark Premium Electronic Software Delivery (3 years) Renewal по договору - Сублицензионный договор № Tr000074357/КНВ 17 от 01 марта 2016 года
6	LibreOffice	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 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.	www.nature.com 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 инди-

видуальных 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.