

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого»
Институт электронных и информационных систем
Кафедра прикладной математики и информатики

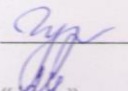
УТВЕРЖДАЮ
Директор ИЭИС

В.А.Шульцев
«24» 05 2023 г.

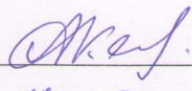
РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
учебной дисциплины
ТЕОРИЯ И МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ

по направлению подготовки (специальности)
01.04.02 Прикладная математика и информатика
Направленность (профиль) Прикладной анализ данных

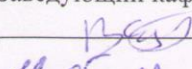
СОГЛАСОВАНО
Начальник отдела обеспечения
деятельности ИЭИС


И.Н.Гуркова
«24» 05 2023 г.

Разработал
Профессор


А.В.Колногоров
«18» 05 2023 г.

Принято на заседании кафедры ПМИ
Протокол № 9 от «18» 05 2023 г.
Заведующий кафедрой


В.А.Едемский
«18» 05 2023 г.

1 Цели и задачи освоения учебной дисциплины

Цель освоения учебной дисциплины «Теория и моделирование систем управления» состоит в формировании в рамках компетентностного подхода системы знаний по теории и моделированию систем управления, умений и навыков решения фундаментальных и прикладных задач методами, используемыми в рассматриваемых разделах прикладной математики.

Задачи:

- а) формирование у студентов системы знаний, позволяющих решать задачи теории систем и системного анализа и осуществлять их компьютерное моделирование;
- б) овладение студентами основными понятиями и теоретическими фактами изучаемого материала;
- в) формирование у обучающихся умений вычислительного характера, на которых базируется решение типовых заданий УМ;
- г) стимулирование студентов к самостоятельной деятельности по освоению УМ и формированию необходимых компетенций;

2 Место учебной дисциплины в структуре ОПОП

Учебная дисциплина относится к обязательной части учебного плана основной профессиональной образовательной программы магистратуры направления подготовки 01.04.02 Прикладная математика и информатика и профилю Прикладной анализ данных (далее – ОПОП). В качестве входных требований выступают сформированные ранее компетенции обучающихся, приобретенные ими в рамках следующих дисциплин (модулей, практик): Математический анализ, Алгебра и геометрия, Дифференциальные уравнения, Теория алгоритмов, Математическое моделирование, относящихся к основной профессиональной образовательной программе бакалавриата направления подготовки 01.03.02 Прикладная математика и информатика. Освоение учебной дисциплины является компетентностным ресурсом для дальнейшего изучения следующих дисциплин (модулей, практик): Теория и моделирование систем массового обслуживания, Практика учебная: практика проектно-технологическая.

3 Требования к результатам освоения учебной дисциплины

Перечень компетенций, которые формируются в процессе освоения учебной дисциплины:

Универсальные компетенции:

УК-1 Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий;

Общепрофессиональные компетенции:

ОПК-1 Способен решать актуальные задачи фундаментальной и прикладной математики;

ОПК-3 Способен разрабатывать математические модели и проводить их анализ при решении задач в области профессиональной деятельности.

Таблица 1 — Результаты освоения учебной дисциплины:

Код и наименование компетенции	Результаты освоения учебной дисциплины (индикаторы достижения компетенций)
--------------------------------	--

УК-1 Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	УК-1.1 Анализирует проблемную ситуацию как систему, выявляя ее составляющие и связи между ними;	УК-1.2 Осуществляет поиск вариантов решения поставленной проблемной ситуации на основе доступных источников информации	УК-1.3 Разрабатывает и содержательно аргументирует стратегию решения проблемной ситуации на основе системного подхода
ОПК-1 Способен решать актуальные задачи фундаментальной и прикладной математики	ОПК-1.1 Знает основы, современные и актуальные проблемы и задачи фундаментальной и прикладной математики;	ОПК-1.2 Умеет решать стандартные профессиональные задачи с применением знаний и методов фундаментальной и прикладной математики, математического и имитационного моделирования, методов машинного обучения;	ОПК-1.3 Владеет навыками теоретического исследования, математического и имитационного моделирования в области прикладного анализа данных
ОПК-3 Способен разрабатывать математические модели и проводить их анализ при решении задач в области профессиональной деятельности	ОПК-3.1 Знает математические и имитационные модели, используемые при решении задач в области профессиональной деятельности;	ОПК-3.2 Умеет разрабатывать и применять математические и имитационные модели при решении задач прикладного анализа данных;	ОПК-3.3 Владеет навыками математического и имитационного моделирования

4 Структура и содержание учебной дисциплины

4.1 Трудоемкость учебной дисциплины

4.1.1 Трудоемкость учебной дисциплины для очной формы обучения:

Таблица 2 — Трудоемкость учебной дисциплины для очной формы обучения

Части учебной дисциплины	Всего	Распределение по семестрам
		1 семестр
1. Трудоемкость учебной дисциплины в зачетных единицах (ЗЕТ)	6	6
2. Контактная аудиторная работа в академических часах (АЧ)	45	45
3. Курсовая работа/курсовой проект (АЧ) (при наличии)	-	-

4. Внеаудиторная СРС в академических часах (АЧ)	135	135
5. Промежуточная аттестация экзамен (АЧ)	36	36

4.2 Содержание учебной дисциплины

Раздел № 1 Устойчивость, управляемость, наблюдаемость.

1.1. Понятие и критерии устойчивости линейных систем и нелинейных систем.

1.2. Понятие и критерии управляемости линейной системы.

1.3. Понятие и критерии наблюдаемости линейной системы. Понятие наблюдателя.

1.4. Проверка устойчивости, управляемости и наблюдаемости линейных систем с использованием Excel

Раздел № 2 Алгоритмы управления и наблюдения.

2.1. Улучшение динамических свойств линейных систем с помощью обратной связи.

2.2. Задача линейного оптимального управления.

2.3. Алгоритмы реализации наблюдателя. Фильтр Калмана-Бьюси.

2.4. Реализация алгоритмов управления и наблюдения с использованием Excel

Раздел № 3. Синтез систем на основе типовых звеньев.

3.1. Типовые динамические звенья не выше второго порядка. Структурная схема и передаточная функция линейной системы

3.2. Синтез систем на основе последовательного и параллельного соединения типовых динамических звеньев

3.3. Использование системы ТРИК для моделирования линейных систем управления.

3.4. Выбор оптимальных параметров ПИД-регулятора.

4.3 Трудоемкость разделов учебной дисциплины и контактной работы

Таблица 3 - Трудоемкость разделов учебной дисциплины

№	Наименование разделов (тем) учебной дисциплины, УЭМ, наличие КР/КР	Контактная работа (в АЧ)					Внеауд. СРС (в АЧ)	Формы текущего контроля
		Аудиторная			В т.ч. СРС	Экз		
		ЛЕ К	ПЗ	ЛР				
1	Устойчивость, управляемость, наблюдаемость	3	12	-	3	-	45	Написание контрольной работы №1, Написание контрольной работы №2
2	Алгоритмы управления и наблюдения	3	12	-	3	-	45	Написание контрольной работы №3, Контрольный опрос
3	Синтез систем на основе типовых звеньев	3	12	-	3	-	45	Выполнение домашнего задания №1, Выполнение домашнего задания №2
	Промежуточная аттестация					36		экзамен
	ИТОГО	9	36	-	9	36	135	

4.4 Лабораторные работы и курсовые работы/курсовые проекты

4.4.1 Перечень тем лабораторных работ: Лабораторные работы не предусмотрены учебным планом.

4.4.2 Примерные темы курсовых работ/курсовых проектов: Курсовые работы /курсовые проекты не предусмотрены учебным планом.

5 Методические рекомендации по организации освоения учебной дисциплины

Таблица 4 - Методические рекомендации по организации лекций

№	Темы лекционных занятий (форма проведения)	Трудоем- кость в АЧ
1.	Алгебраические и графические критерии устойчивости линейных систем с постоянными параметрами (<i>информационная лекция</i>).	1
2.	Робастная устойчивость. Устойчивость нелинейных систем (<i>лекция-презентация</i>).	1
3.	Понятие и критерии управляемости и наблюдаемости линейных системы с постоянными параметрами (<i>лекция-презентация</i>).	1
4.	Улучшение динамических свойств линейных систем с помощью обратной связи. Задача линейного оптимального управления (<i>проблемная лекция</i>)	1
5.	Уравнение Риккати. Установившийся режим (<i>лекция-презентация</i>).	1
6.	Алгоритмы реализации устойчивого наблюдателя.. Фильтр Каллмана-Бьюси.	1
7.	Типовые динамические звенья не выше второго порядка. Передаточные функции и структурные схемы типовых динамических звеньев. Временные и частотные характеристики (<i>информационная лекция</i>).	1
8.	Структурная схема и передаточная функция линейной системы. Разложения передаточной функции (<i>лекция-презентация</i>).	1
9.	Синтез систем на основе последовательного и параллельного соединения типовых динамических звеньев (<i>проблемная лекция</i>).	1
	ИТОГО	9

Таблица 5 - Методические рекомендации по организации практических занятий

№	Темы практических занятий (форма проведения)	Трудоем- кость в АЧ
1.	Алгебраические критерии устойчивости линейных систем с постоянными параметрами. Проверка устойчивости с помощью Excel (<i>работа в группе</i>)	2
2.	Графические критерии устойчивости линейных систем с постоянными параметрами/ Проверка устойчивости с помощью Excel (<i>работа в группе</i>)	2
3.	Робастная устойчивость (<i>работа в группе</i>)	2
4.	Устойчивость нелинейных систем (<i>работа в группе</i>)	2
5.	Управляемость линейных системы с постоянными параметрами. Критерии. Проверка управляемости с помощью Excel (<i>работа в группе</i>)	2
6.	Наблюдаемость линейных системы с постоянными параметрами. Критерии. Проверка наблюдаемости с помощью Excel (<i>работа в группе</i>)	2
7.	Улучшение динамических свойств с помощью обратной связи для управляемых линейных систем. Проверка управляемости с помощью Excel (<i>работа в группе</i>)	2
8.	Задача линейного оптимального управления. Реализация алгоритмов с помощью Excel (<i>работа в группе</i>)	2
9.	Линейный оптимальный регулятор. Уравнение Риккати. (<i>работа в группе</i>)	2
10.	Установившийся режим (<i>работа в группе</i>)	2
11.	Алгоритмы реализации устойчивого наблюдателя. Реализация алгоритмов с помощью Excel (<i>работа в группе</i>)	2
12.	Задача оптимального наблюдения. Фильтр Каллмана-Бьюси/ Проверка	2

	управляемости с помощью Excel <i>(работа в группе)</i>	
13.	Типовые динамические звенья не выше второго порядка. Передаточные функции и структурные схемы типовых динамических звеньев. Использование Excel для анализа <i>(работа в группе)</i>	2
14.	Временные и частотные характеристики. Использование Excel для анализа <i>(работа в группе)</i>	2
15.	Структурная схема и передаточная функция линейной системы <i>(работа в группе)</i>	2
16.	Разложения передаточной функции <i>(работа в группе)</i>	
17.	Синтез систем на основе последовательного соединения типовых динамических звеньев. Реализация систем с помощью ТРИК <i>((подготовка и обсуждение сообщения))</i>	2
18.	Синтез систем на основе последовательного и параллельного соединения типовых динамических звеньев. Реализация систем с помощью ТРИК <i>(подготовка документа)</i>	2
	ИТОГО	36

6 Фонд оценочных средств учебной дисциплины

Фонд оценочных средств представлен в Приложении А.

7 Условия освоения учебной дисциплины

7.1 Учебно-методическое обеспечение

Учебно-методического обеспечение учебной дисциплины представлено в Приложении Б.

7.2 Материально-техническое обеспечение

Таблица 6 — Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины

№	Требование к материально-техническому обеспечению	Наличие материально-технического оборудования и программного обеспечения	
1.	Учебные аудитории для проведения учебных занятий	Компьютерный класс для проведения лекционных и/или практических занятий Персональные компьютеры с подключением к сети «Интернет» Учебная мебель (столы, стулья), доска	
		Помещения для самостоятельной работы (наличие компьютера , выход в сеть «Интернет»)	
2.	Мультимедийное оборудование	Интерактивная доска или экран Мультимедийная проекционная система Персональный компьютер с подключением к сети «Интернет»	
3.	Программное обеспечение		
Наименование программного продукта		Обоснование для использования (лицензия, договор, счёт, акт или иное)	Дата выдачи
Academic VMware Workstation 16 Pro for Linux and Windows, ESD		Договор №211/ЕП(У)20-ВБ, 25140763	03.11.2020
Acronis Защита Данных для рабочей станции, Acronis Защита Данных. Расширенная для физического сервера		Договор №210/ЕП (У)20-ВБ, Ах000369127	03.11.2020
Антиплагиат. Вуз. *		Договор №3341/12/ЕП(У)21-ВБ	29.01.2021
MS Office 365		Безвозмездно передаваемое ВУЗам	-
Adobe Acrobat Reader		свободно распространяемое	-
Teams		свободно распространяемое	-
Skype		свободно распространяемое	-
Zoom		свободно распространяемое	-

«Kaspersky Endpoint Security для бизнеса - Стандартный Russian Education Renewal. 250-499 Node I year License» /1 год *	Договор №158/ЕП(У)22-ВБ	21.09.2022
Astra Linux Special Edition*	195200041-alse-1.7-client-base_orel-x86_64-0-14211	09.12.2022
Astra Linux Special Edition*	195200041-alse-1.7-client-base_orel-x86_64-0-12617	21.11.2022
Astra Linux Special Edition*	195200041-alse-1.7-client-max-x86_64-0-11416	26.10.2022
Astra Linux Special Edition*	195200041-alse-1.7-client-base_orel-x86_64-0-9651	28.09.2022
Astra Linux Special Edition*	195200041-alse-1.7-client-base-x86_64-0-8801	07.09.2022
Astra Linux Special Edition*	195200041-alse-1.7-client-base-x86_64-0-8590	01.09.2022
* отечественное производство		

Приложение А
(обязательное)

Фонд оценочных средств
учебной дисциплины Теория и моделирование систем управления

1 Структура фонда оценочных средств

Фонд оценочных средств состоит из двух частей:

а) открытая часть - общая информация об оценочных средствах (название оценочных средств, проверяемые компетенции, баллы, количество вариантов заданий, методические рекомендации для применения оценочных средств и пр.), которая представлена в данном документе, а также те вопросы и задания, которые могут быть доступны для обучающегося;

б) закрытая часть - фонд вопросов и заданий, которая не может быть заранее доступна для обучающихся (экзаменационные билеты, вопросы к контрольной работе и пр.) и которая хранится на кафедре.

2 Перечень оценочных средств текущего контроля и форм промежуточной аттестации

Таблица А.1 — Перечень оценочных средств

№	Оценочные средства для текущего контроля	Разделы (темы) учебной дисциплины	Баллы	Проверяемые компетенции
1.	Контрольная работа 1	Понятие и критерии устойчивости линейных систем и нелинейных систем.	40	УК-1
2.	Контрольная работа 2	Понятие и критерии управляемости линейной системы. Понятие и критерии наблюдаемости линейной системы. Понятие наблюдателя.	40	ОПК-1
3.	Контрольная работа 3	Задача линейного оптимального управления. Алгоритмы реализации наблюдателя. Фильтр Калмана-Бьюси.	40	ОПК-3
4.	Домашнее задание 1	Проверка устойчивости, управляемости и наблюдаемости линейных систем с использованием Excel. Реализация алгоритмов управления и наблюдения с использованием Excel	60	УК-1
5.	Домашнее задание 2	Синтез систем на основе последовательного и параллельного соединения типовых динамических звеньев Использование системы ТРИК для моделирования линейных систем управления.	60	ОПК-1, ОПК-3
6.	Контрольный опрос	Улучшение динамических свойств линейных систем с помощью обратной связи. Задача линейного оптимального управления.	10	УК-1
<i>Промежуточная аттестация</i>				
	Экзамен		50	УК-1?, ОПК-1, ОПК-3
	ИТОГО		300	

3 Рекомендации к использованию оценочных средств

Таблица А.2 — Контрольная работа 1.

Критерии оценки	Количество вариантов заданий	Количество заданий в одном варианте
«3» 24-29 баллов. Решено не менее 50% задач. Не совсем точные и полные решения.	10	6
«4» 30-35 баллов. Решено не менее 75% задач. Достаточно точные и полные решения.		
«5» 36-40 баллов. Решено не менее 90% задач. Даны точные и полные решения.		

Пример задания:

1. Исследовать на устойчивость систему с постоянной матрицей.

2. Исследовать многочлены на устойчивость с помощью критериев

а) Рауса б) Гурвица в) Михайлова

3. Исследовать систему на устойчивость с помощью функции Ляпунова.

4. Дан многочлен $D(s) = as^3 + bs^2 + cs + d$, где заданы ограничения на a, b, c, d . Какие 4 многочлена надо проверить на устойчивость, чтобы $D(s)$ был устойчивым при любых допустимых a, b, c, d ? Выполнять проверку не нужно.

5. Дана система

$$\dot{\bar{x}}(t) = A \cdot \bar{x}(t) + B \cdot u(t), \quad y(t) = C \cdot \bar{x}(t),$$

матрицы A, B, C заданы. Найти для нее передаточную функцию и частотную характеристику. Смоделировать в Excel реакцию на периодический входной сигнал $\cos(\omega t)$ при $\omega = 1$.

6. По передаточной функции $H(s)$ найти частотную характеристику и уравнение состояния системы.

Таблица А.3 — Контрольная работа 2.

Критерии оценки	Количество вариантов заданий	Количество заданий в одном варианте
«3» 24-29 баллов. Решено не менее 50% задач. Не совсем точные и полные решения.	10	6
«4» 30-35 баллов. Решено не менее 75% задач. Достаточно точные и полные решения.		
«5» 36-40 баллов. Решено не менее 90% задач. Даны точные и полные решения.		

Пример задания:

1. Дана система

$$\dot{\bar{x}}(t) = A \cdot \bar{x}(t) + B \cdot u(t),$$

матрицы A, B заданы.

Является ли она полностью управляемой? Если нет, привести ее к канонической форме управляемости и проверить, является ли она стабилизируемой.

2. Дана система

$$\dot{\bar{x}}(t) = A \cdot \bar{x}(t) + B \cdot u(t),$$

матрицы A, B заданы. Проверьте, что система полностью управляема и определите такое управление с обратной связью $u(t) = -F \cdot x(t) + u'(t)$, что все собственные значения матрицы $A - BF$ будут равны -1.

3. Дана система

$$\dot{\bar{x}}(t) = A \cdot \bar{x}(t) + B \cdot u(t),$$

матрицы A, B заданы.

Можно ли определить такое управление с обратной связью $u(t) = -F \cdot x(t) + u'(t)$, что все собственные значения матрицы $A - BF$ будут равны -2? -1?

4. Даны полиномы $A(s)$, $B(s)$. Найти такие $X(s)$, $Y(s)$, что $A(s)X(s) + B(s)Y(s) = 1$.

5. Дана система с передаточной функцией $G(s)$. Подобрать регулятор в цепи отрицательной обратной связи, характеризуемый передаточной функцией $C(s)$, чтобы замкнутая система была устойчивой. Какой будет передаточная функция замкнутой системы?

6. Дана система с передаточной функцией $G(s)$. Подобрать регулятор в цепи отрицательной обратной связи, характеризуемый передаточной функцией $C(s) = k$, чтобы замкнутая система была устойчивой. Какой будет передаточная функция замкнутой системы?

Таблица А.4 — Контрольная работа 3.

Критерии оценки	Количество вариантов заданий	Количество заданий в одном варианте
«3» 24-29 баллов. Решено не менее 50% задач. Не совсем точные и полные решения.	10	3
«4» 30-35 баллов. Решено не менее 75% задач. Достаточно точные и полные решения.		
«5» 36-40 баллов. Решено не менее 90% задач. Даны точные и полные решения.		

Пример задания:

1. Дана система

$$\dot{\bar{x}}(t) = A \cdot \bar{x}(t) + B \cdot u(t), \quad y(t) = C \cdot \bar{x}(t),$$

матрицы A, B, C заданы. Является ли она полностью наблюдаемой? Если нет, привести ее к канонической форме наблюдаемости и проверить, является ли она обнаруживаемой.

2. Дана система

$$\dot{\bar{x}}(t) = A \cdot \bar{x}(t) + B \cdot u(t), \quad y(t) = C \cdot \bar{x}(t),$$

матрицы A, B, C заданы. Проверьте, что система полностью наблюдаема и определите такой наблюдатель $\dot{\hat{x}}(t) = A \cdot \hat{x}(t) + B \cdot u(t) + K \cdot (y(t) - C \cdot \hat{x}(t))$, что оба собственных значения матрицы $A - KC$ будут равны -2.

3. Дана система

$$\dot{\bar{x}}(t) = A \cdot \bar{x}(t) + B \cdot u(t) + w_1(t), \quad y(t) = C \cdot \bar{x}(t) + w_2(t),$$

матрицы A, B, C , а также $V_1(t), V_2(t)$ заданы. Найдите установившееся решение для оптимального наблюдателя (фильтра Калмана-Бьюси).

Таблица А.5 — Домашнее задание 1.

Критерии оценки	Количество вариантов заданий	Количество заданий в одном варианте
«3» 36-44 баллов. Решено не менее 50% задач. Не совсем точные и полные решения.	10	7
«4» 45-53 баллов. Решено не менее 75% задач. Достаточно точные и полные решения.		
«5» 54-60 баллов. Даны точные и полные решения.		

Примерные темы:

Для системы, заданной в пространстве состояний матрицами A, B, C :

- 1) проверить управляемость и наблюдаемость
- 2) найти передаточную функцию и частотную характеристику
- 3) проверить устойчивость с помощью критериев Рауса, Гурвица, Михайлова;
- 4) проверить устойчивость замкнутой системы с помощью критерия Найквиста;
- 5) в случае неустойчивой системы выполнить стабилизацию с помощью регулятора низкого порядка; регулятора высокого порядка; квадратичную стабилизацию; выяснить, возможна ли сверхстабилизация
- 6) построить линейный квадратичный регулятор
- 7) построить наблюдатель, обеспечивающий устойчивое наблюдение

Таблица А.6 — Домашнее задание 2.

<i>Критерии оценки</i>	<i>Количество вариантов заданий</i>	<i>Количество заданий в одном варианте</i>
«3» 36-44 баллов. Решено не менее 50% задач. Не совсем точные и полные решения.	10	5
«4» 45-53 баллов. Решено не менее 75% задач. Достаточно точные и полные решения.		
«5» 54-60 баллов. Даны точные и полные решения.		

Примерные темы:

Для системы, заданной в пространстве состояний матрицами A, B, C :

- 1) выполнить синтез с использованием элементарных звеньев не выше 2 порядка, расположенных последовательно;
- 2) выполнить синтез с использованием элементарных звеньев не выше 2 порядка, расположенных параллельно;
- 3) найти передаточную функцию и частотную характеристику;
- 4) выполнить моделирование частотной характеристики в Excel;
- 5) Выполнить моделирование полученной системы в ТРИК

Таблица А.7 — Контрольный опрос

<i>Критерии оценки</i>	<i>Количество вариантов заданий</i>	<i>Количество вопросов</i>
«3» 6-7 баллов. Не совсем точные и полные ответы.	10	3
«4» 8 баллов. Достаточно точные и полные ответы.		
«5» 9-10 баллов. Даны точные и полные ответы.		

Примерные вопросы:

1. Устойчивость нелинейных систем
2. Стабилизация линейной системы с помощью обратной связи
3. Оптимальный линейный наблюдатель. Фильтр Калмана -Бьюси.

Таблица А.8 — Экзамен

<i>Критерии оценки</i>	<i>Количество вариантов заданий</i>	<i>Количество вопросов</i>
«3» 30-37 баллов. Не совсем точные и полные ответы.	15	3
«4» 38-44 баллов. Достаточно точные и полные ответы.		
«5» 45-50 баллов. Даны точные и полные ответы.		

Примерные контрольные вопросы к экзамену:

1. Устойчивость линейных систем. Критерии Рауса и Гурвица.

2. Устойчивость линейных систем. Критерии Михайлова и Найквиста.
3. Устойчивость нелинейных систем. Теоремы Ляпунова.
4. Сверхустойчивость.
5. Управляемость линейных систем. Критерий управляемости.
6. Управление линейной системой с помощью обратной связи. Обеспечение устойчивости. Явление всплеска.
7. Стабилизация линейной системы. Общее решение задачи стабилизирующего регулятора.
8. Сверхстабилизация.
9. Задача линейного оптимального управления.
10. Установившееся решение задачи оптимального управления.
11. Наблюдаемость линейных систем. Критерий наблюдаемости.
12. Понятие и свойства наблюдателя
13. Линейное наблюдение с обратной связью.
14. Оптимальный линейный наблюдатель. Фильтр Каллмана-Бьюси.
15. Преобразование Лапласа и типовые динамические звенья линейных систем
16. Передаточные функции линейных систем.
17. Синтез систем на основе типовых звеньев.

Пример экзаменационного билета:

Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого

Кафедра Прикладной математики и информатики

Экзаменационный билет № ____

Учебная дисциплина Теория и моделирование систем управления

Для направления подготовки 01.04.02 Прикладная математика и информатика

- 1 Устойчивость линейных систем. Критерии Рауса и Гурвица.
- 2 Линейное управление с обратной связью.
- 3 Задача на синтез системы управления из элементарных звеньев

Принято на заседании кафедры « ____ » _____ 20__ г. Протокол № ____
Заведующий кафедрой _____ (А.В.Колногоров)

Все материалы для проведения промежуточного контроля хранятся на кафедре.

Приложение Б
(обязательное)

Карта учебно-методического обеспечения
Учебной дисциплины: Теория и моделирования систем управления

Таблица Б.1 – Основная литература

Библиографическое описание издания (автор, наименование, вид, место и год издания, кол. стр.)	Кол. экз. в библ. НовГУ	Наличие в ЭБС
Печатные источники		
1. Антонов А.В. Системный анализ : Учеб.для вузов. - М. : Высшая школа, 2004. – 451 с.	7	
2. Первозванский А. А. Курс теории автоматического управления : учеб. пособие - 2-е изд., стер. - СПб. ; М. ; Краснодар : Лань, 2010. – 615 с. [Электронный ресурс] Режим доступа: https://e.lanbook.com/reader/book/68460/#1	20	ЭБС Лань
3. Жабко А.П. Сборник задач и упражнений по теории управления. Стабилизация программных движений : Учеб.пособие для вузов. - М. : Высшая школа, 2003. – 285 с.	12	
Электронные ресурсы		
1. Модели и свойства линейных систем управления: учебное пособие / А. В. Колногоров ; Новгород. гос. ун-т им. Ярослава Мудрого. - Великий Новгород, 2017. - 60 с. : ил. [Электронный ресурс] Режим доступа: https://novsu.bibliotech.ru/Reader/Book/-2869	20	БиблиоТех

Таблица Б.2 – Дополнительная литература

Библиографическое описание издания (автор, наименование, вид, место и год издания, кол. стр.)	Кол. экз. в библ. НовГУ	Наличие в ЭБС
Печатные источники		
1. Волкова В. Н., Денисов А. А. Теория систем и системный анализ : учебник для вузов.- М. : Юрайт, 2010. - 678 с.	2	
2. Пантелеев А.В. Теория управления в примерах и задачах : Учеб. пособие для вузов. - М. : Высшая школа, 2003. – 582 с.	2	
Электронные ресурсы		
1. Кибернетический конструктор ТРИК	https://trikset.com/	

Таблица Б.3 – Информационное обеспечение

Наименование ресурса	Договор	Срок договора
Профессиональные базы данных		
База данных электронной библиотечной системы вуза «Электронный читальный зал-БиблиоТех» https://www.novsu.ru/dept/1114/bibliotech/	Договор от 17.12.2014 № БТ-46/11	бессрочный
Электронный каталог научной библиотеки http://mars.novsu.ac.ru/MarcWeb/	База собственной генерации	бессрочный
База данных «Аналитика» (картотека статей) http://mars.novsu.ac.ru/MarcWeb/	База собственной генерации	бессрочный

Наименование ресурса	Договор	Срок договора
Профессиональные базы данных		
ЭБС «Электронная библиотечная система Новгородского государственного университета» (ЭБС НовГУ). Универсальный ресурс. Внутривузовские издания НовГУ.	Договор № 230 от 30.12.2022 с ООО «КДУ»	бессрочный
ЭБС «Лань» Единая профессиональная база данных для классических вузов – Издательство Лань «ЭБС» ЭБС ЛАНЬ	Договор от 23.12.2022 № 28/ЕП(У)22 с ООО «Издательство ЛАНЬ»	01.01.2023-31.12.2023
ЭБС «ЛАНЬ» Коллекции: «Физика – Издательство МГТУ им. Н.Э.Баумана», «Информатика - Издательство ДМК Пресс», «Журналистика и медиа-бизнес - Издательство Аспект Пресс»	Договор от 23.12.2022 № 27/ЕП(У)22 с ООО «ЭБС ЛАНЬ»	01.01.2023-31.12.2023
ЭБС «ЛАНЬ» Универсальный ресурс	Договор от 09.11.2020 № СЭБ НВ–283 с ООО «ЭБС ЛАНЬ»	09.11.2020 - 31.12.2023
«ЭБС ЮРАЙТ www.biblio-online.ru» Универсальный ресурс.	Договор от 23.12.2022 № 25/ЕП(У)22 с ООО «Электронное издательство ЮРАЙТ»	01.01.2023 - 31.12.2023
«Национальная электронная библиотека» Универсальный ресурс.	Договор от 14.03.2022 № 101/НЭБ/2338-п с ФБГУ «Российская Государственная библиотека»	14.03.2022 - 14.03.2027
ЭБС «IPRsmart» Универсальный ресурс.	Лицензионный договор № 741/22П с ООО Компания «Ай Пи Ар Медиа»	01.01.2023 - 01.01.2024
База данных Научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU https://elibrary.ru/	в открытом доступе	-
База данных электронно-библиотечной системы «Национальная электронная библиотека» https://нэб.рф	в открытом доступе	-
Информационные справочные системы		
Университетская информационная система «РОССИЯ» https://uisrussia.msu.ru	в открытом доступе	-
Национальный портал онлайн обучения «Открытое образование» https://openedu.ru	в открытом доступе	-
Портал открытых данных Российской Федерации https://data.gov.ru	в открытом доступе	-

Зав. кафедрой _____ В.А.Едемский

подпись

И.О.Фамилия

«_____» _____ 20__ г.

[illegible]