


ПЕРВОЕ ВЫСШЕЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ УЧЕБНОЕ ЗАВЕДЕНИЕ РОССИИ



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

СОГЛАСОВАНО


Руководитель ОПОП ВО
доцент Ю.В. Ильюшин

УТВЕРЖДАЮ


Декан экономического факультета
профессор А.Е. Череповицын

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ТЕОРИЯ УПРАВЛЕНИЯ

Уровень высшего образования:	Подготовка кадров высшей квалификации
Направление подготовки:	09.06.01 Информатика и вычислительная техника
Направленность (профиль):	Системный анализ, управление и обработка информации (промышленность)
Форма обучения:	очная
Нормативный срок обучения:	4 года
Составитель:	д.т.н., профессор Д.А. Первухин

Санкт-Петербург

Рабочая программа дисциплины «Теория управления» разработана:

- в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению 09.06.01 Информатика и вычислительная техника (уровень подготовки кадров высшей квалификации), утвержденного приказом Минобрнауки РФ № 875 от 30 июля 2014 (ред. От 30.04.2015);
- на основании учебного плана направленности (профиля) «Системный анализ, управление и обработка информации (промышленность)» по направлению подготовки 09.06.01 Информатика и вычислительная техника.

Составитель



д.т.н., проф. Д.А. Первухин

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры системного анализа и управления от 6 сентября 2019 года, протокол № 1

Рабочая программа согласована:

Декан факультета аспирантуры
и докторантуры



к.т.н. В.В. Васильев

Заведующий кафедрой системного
анализа и управления



к.т.н., доц. Ю.В. Ильюшин

1. Цели и задачи дисциплины

Цели дисциплины:

- формирование у аспирантов углубленных профессиональных знаний, умений и навыков о существующих методах автоматического управления, структуре систем, их устойчивости и качестве регулирования, методах повышения точности регулирования, линейных, нелинейных, импульсных, адаптивных и оптимальных системах управления, способах их описания, расчета и анализа.

Основными задачами изучения дисциплины являются:

- обосновано выбирать звенья систем автоматики, составлять и преобразовывать структурные схемы в соответствии с поставленными перед системой автоматики технологическими задачами;
- производить обоснованные расчеты и последующий анализ статических и динамических характеристик, выбор метода улучшения качества регулирования и повышения точности.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина входит в состав Блока 1, в вариативную часть основной профессиональной образовательной программы высшего образования - программы подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре (ОПОП ВО аспирантуры) по направлению подготовки 09.06.01 Информатика и вычислительная техника.

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины обучающимися направлен на формирование следующих универсальных компетенций:

- способность применять существующие и перспективные методы системного анализа и принятия решений для исследования функциональных задач на основе тенденций развития системного анализа, управления и информационных технологий (ПК-3);
- способность применять информационно-вероятностные и информационно-статистические методы при анализе сложных систем (ПК-4);
- способность разрабатывать (адаптировать, совершенствовать) методы и реализовывать алгоритмы решения задач системного анализа и управления сложными многомерными объектами управления на основе современных информационных технологий (ПК-5).

В результате изучения дисциплины обучающийся должен демонстрировать способность и готовность:

в научно-исследовательской деятельности:

- анализировать и интерпретировать современные достижения в области теории управления;
- определять степень доказательности и обоснованности тех или иных результатов научных разработок;
- самостоятельно решать конкретные задачи из различных разделов теории управления;
- пользоваться современными технологиями для анализа и синтеза систем управления различного типа;

в научно-инновационной деятельности (в соответствии с профилем подготовки):

- идентифицировать инновации и новые проблемы в области исследования, формулировать стратегические цели и задачи научных исследований, предлагать пути их решения с учетом знаний теории управления;
- проектировать и осуществлять комплексные исследования с использованием знаний в области теории управления.

3.1. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы

№ п/п	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или её части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны приобрести:	Этапы формирования*
1.	ПК-1	способность определять математическую, естественно-научную и техническую сущность проблемных задач, провести их качественный и количественный анализ	Выпускник знает: методологию структурного и параметрического синтеза сложных систем управления технологическими процессами; Умеет: проектировать системы управления технологическими процессами и производствами с использованием современных средств автоматизации и управления решать задачи по эффективному управлению технологическими процессами; Владеет навыками: навыками методами и приемами самостоятельного решения при моделирования сложных систем управления.	В соответствии с учебным планом
2.	ПК-2	способность ставить научно-исследовательские задачи, выбирать методы теоретического и экспериментального исследования, интерпретировать и представлять его результаты	Выпускник знает: методы повышения производительности, точности, качества и надежности систем управления различными технологическими объектами; Умеет: прогнозировать и создавать системы управления технологическими процессами на базе новых и перспективных методов и средств автоматизации; Владеет навыками: Приемами, методами расчета показателей технико-экономической эффективности технических средств, методов, алгоритмов и программ, обеспечивающих надежность, контроль и диагностику функционирования систем управления.	В соответствии с учебным планом
3.	ПК-3	способность применять существующие и перспективные методы системного анализа и принятия решений для исследования функциональных задач на основе тенденций развития системного анализа, управления и информационных технологий	Выпускник знает: классические методы реализации различных математических алгоритмов моделирования в виде программных комплексов; Умеет: применять классические методы реализации различных математических алгоритмов моделирования в виде программных комплексов, разрабатывать математические модели систем управления и алгоритмы их реализации с использованием программных сред; Владеет навыками: базовыми навыками выбора методов реализации различных математических алгоритмов в виде программных комплексов, навыками математической обработки информации и анализа данных при алгоритмизации и программной реализации систем управления динамическими системами.	В соответствии с учебным планом
4.	ПК-4	способность применять информационно-вероятностные и информационно-	Выпускник знает: методику проведения вычислительных экспериментов, современную методологию программирования; методы идентификации математических описаний реальных явлений и процессов на основе экспери-	В соответствии с учебным планом

		статистические методы при анализе сложных систем	ментальных данных; Умеет: проводить вычислительные эксперименты, разрабатывать математические модели, алгоритмы и численные методы, использовать проблемно-ориентированные программные комплексы для математического моделирования; Владеет навыками: навыками обработки информации и математического анализа полученных данных, методами анализа и синтеза научной информации, навыками реализации вычислительных экспериментов в виде проблемно-ориентированных программ.	
5.	ПК-5	способность разрабатывать (адаптировать, совершенствовать) методы и реализовывать алгоритмы решения задач системного анализа и управления сложными многомерными объектами управления на основе современных информационных технологий	Выпускник знает: текущее положение современных научных достижений в области информационных технологий; Умеет: вести научно-исследовательскую деятельность с применением современных информационных технологий, принимать мотивированное решение в стандартных и нестандартных ситуациях; Владеет навыками: основными информационными методами исследования задач планирования и управления, навыками использования современных программных комплексов для решения конкретных научно-технических задач.	В соответствии с учебным планом

*Основными этапами формирования компетенций обучающихся при освоении дисциплины являются последовательное изучение содержательно связанных между собой разделов (тем) учебных занятий в течение учебного семестра (семестров).

3.2. Планируемые результаты обучения и критерии оценивания

В результате обучения по дисциплине обучающийся должен обрести знания, умения и навыки, указанные в разделе 3.1 настоящей программы.

Уровень освоения компетенций обучающимися на каждом этапе ее формирования определяется на основании результатов текущего контроля последовательного изучения содержательно связанных между собой разделов (тем) учебных занятий. Уровень освоения компетенций обучающимися по итогам изучения дисциплины определяется на основании результатов промежуточной аттестации. Критерии оценивания сформированности компетенций, применяемые в процессе освоения этапов дисциплины и по итогам ее изучения, приведены в разделе 6 настоящей программы.

4. Структура и содержание дисциплины

Дисциплина включает в себя 11 тем, содержание которых направлено на рассмотрение общих концепций теории управления и рассмотрение систем линейного и нелинейного типа, дискретных систем, анализа и синтеза этих систем, а также изучение оптимального и робастного управлений.

Общая трудоемкость учебной дисциплины составляет 180 часов, 5 зачётных единиц. Дисциплина изучается в 3 и 4 семестрах по очной форме обучения. Форма контроля для очной формы обучения: дифференцированный зачет в 3 и 4 семестрах.

4.1. Распределение трудоемкости освоения дисциплины по видам учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	семестры	
		3	4
Общая трудоемкость дисциплины в часах	180	76	104
Аудиторные занятия (всего)	24	12	12
Лекции	8	4	4
Практические занятия (ПЗ)	16	8	8
Дифференцированный зачёт/Экзамен			
Самостоятельная работа (всего)	156	64	92
Вид аттестации	Диф. зачёт	Диф. зачёт	Диф. зачёт

4.2. Темы учебной дисциплины и виды занятий

Тема № п/п	Наименование тем	Всего часов	Количество часов по видам занятий			
			Лекции	Практические занятия	Контроль	Самостоятельная работа
3 семестр						
Раздел I						
1	Введение. Основные понятия и определения	10				10
2	Общая характеристика автоматического управления	12				12
3	Теория линейных непрерывных систем	24	2	2		20
4	Анализ и синтез линейных САУ	28	2	4		22
	Дифференцированный зачет	2			2	
	Итого за 3 семестр	76	4	6	2	64
4 семестр						
Раздел II						
5	Теория дискретных САУ	14	2			12
6	Нелинейные системы	14		2		12
7	Основные понятия об оптимальном управлении	16				16
8	Методы синтеза оптимальных систем	14	2			12
9	Принципы построения оптимальных по быстродействию систем	14		2		12

10	Аналитическое конструирование оптимальных регуляторов	16				16
11	Адаптивные системы и робастное управление	14		2		12
	Дифференцированный зачет	2			2	
	Итого за 4 семестр	104	4	6	2	92
	Итого по дисциплине	180	8	12	4	156

4.3. Содержание учебной дисциплины

РАЗДЕЛ I

Тема 1. Введение. Основные понятия и определения

Основные понятия и определения теории автоматического управления. Терминология и стандарты. Общая характеристика различных видов математического описания автоматических систем. Классификация систем. Историческая справка.

Практическое занятие.

Предмет, цели и задачи курса. Понятие о системах управления. Параметры переходных процессов.

Самостоятельная работа.

Создание регулятора уровня Ползунова. Регулятор скорости паровой машины Уатта. Система программного управления ткацким станком Жаккара. Основы метода фазовой плоскости и фазового пространства. Методы устойчивости. Виды автоматических устройств. Принципы управления.

Рекомендуемая литература:

основная: [1-3];

дополнительная: [4-5].

Тема 2. Общая характеристика автоматического управления.

Статические свойства систем автоматического управления (проблема точности). Роль обратной связи. Основные принципы автоматического управления: регулирование по отклонению и по возмущению. Физика процессов в замкнутых системах. Общая структура замкнутой САУ.

Практическое занятие.

Амплитудные и фазовые частотные характеристики. Определение частотных характеристик.

Самостоятельная работа.

Основные элементы САУ. Назначение регулятора. Назначение обратной связи. Назначение датчика. Признаки классификации систем управления. Отличие регулирований по возмущению и по отклонению. Многомерные САУ. Экстремальные системы. Самонастройка структуры.

Рекомендуемая литература:

основная: [1-3];

дополнительная: [4-5].

Тема 3. Теория линейных непрерывных систем

Виды математического описания непрерывных систем. Частотные характеристики динамических систем. Логарифмические частотные характеристики типовых соединений звеньев. Математические модели динамических систем в форме переменных состояния.

Практическое занятие.

Элементарные звенья и блоки. Структурное представление систем управления.

Самостоятельная работа.

Вторая стандартная форма записи. Третья стандартная форма записи. Параллельное и последовательное соединение звеньев. Соединения с обратной связью. Алгоритм формирования структурной схемы. Передаточная функция. Статическая характеристика системы. Установившийся режим. Частотные характеристики. Математическое описание систем. Физическая реализуемость систем.

Рекомендуемая литература:

основная: [1-3];

дополнительная: [4-5].

Тема 4. Анализ и синтез линейных САУ

Алгебраические и частотные методы анализа устойчивости линейных систем. Качество и точность процессов в САУ. Синтез систем автоматического управления. Системы подчиненного регулирования. Модальное управление.

Практическое занятие.

Критерий устойчивости. Методы идентификации объекта управления. Синтез системы управления. Синтез статических законов управления. Синтез интегральных законов управления. Выбор законов управления для синтеза регуляторов. Анализ замкнутой системы управления.

Дифференцированный зачет.

Самостоятельная работа.

Устойчивость систем с физической и математической точек зрения. Характер переходного процесса в устойчивой и неустойчивой системах. Необходимое условие устойчивости. Критерии устойчивости. Критерий Гурвица. Критерий Найквиста. Запасы устойчивости и их определение по АФЧХ и по ЛЧХ системы. Качество работы систем управления. Оценка точности работы систем. Роль моделирования систем управления.

Рекомендуемая литература:

основная: [1-3];

дополнительная: [4-5].

РАЗДЕЛ II

Тема 5. Теория дискретных САУ

Понятия о дискретных САУ. Математическое представление дискретных САУ. Z-преобразования. Структурные схемы и передаточные функции. Синтез дискретных систем.

Самостоятельная работа.

Классификация дискретных САУ. Квантование в релейных и импульсных системах. Период квантования. Импульсная модуляция. Импульсный элемент или модулятор. Частотно-импульсная модуляция. Модуляции первого и второго рода. Подходы к синтезу импульсных систем и виды их коррекции.

Рекомендуемая литература:

основная: [1-3];

дополнительная: [4-5].

Тема 6. Нелинейные системы

Основные понятия и определения. Методы линеаризации нелинейных систем. Исследование нелинейных систем.

Практическое занятие.

Реализация регуляторов. Построение фазовых траекторий.

Самостоятельная работа.

Принцип суперпозиции. Качества нелинейной системы, которые нельзя определить по линеаризованному дифференциальному уравнению. Два вида устойчивого состояния нелинейной системы. Возникновение автоколебательного режима.

Рекомендуемая литература:

основная: [1-3];

дополнительная: [4-5].

Тема 7. Основные понятия об оптимальном управлении

Общая постановка задачи оптимального управления. Цель управления. Критерии оптимальности. Ограничения по управлениям и координатам объекта управления. Формулировки ограничений в виде функционалов.

Практическое занятие.

Реализация систем управления на операционных усилителях. Реализация систем управления на микроконтроллерах.

Самостоятельная работа.

Критерии оптимальности. Принцип максимума. Квазиоптимальное управление. Критерий минимизации энергетических затрат. Рекомендуемое состояние равновесия. Критерий быстродействия.

Рекомендуемая литература:

основная: [1-3];

дополнительная: [4-5].

Тема 8. Методы синтеза оптимальных систем

Метод классического вариационного исчисления. Принцип максимума Л.С. Понтрягина: математическая формулировка, физическое содержание и область целесообразного использования. Метод динамического программирования Р. Беллмана. Область целесообразного использования метода.

Практическое занятие.

Реализация систем управления на операционных усилителях. Реализация систем управления на микроконтроллерах. Построение фазовых портретов. Исследование особых точек.

Самостоятельная работа.

Метод классического вариационного исчисления. Принцип максимума Понтрягина. Для каких систем метод Беллмана полностью обоснован? Применение принципа оптимальности для задач оптимизации дискретных и непрерывных детерминированных систем и для задач оптимизации непрерывных стохастических систем.

Рекомендуемая литература:

основная: [1-3];

дополнительная: [4-5].

Тема 9. Принципы построения оптимальных по быстродействию систем

Математическая формулировка задачи синтеза оптимального по быстродействию управления. Теорема А. А. Фельдбаума об «n интервалах» оптимального управления. Синтез закона оптимального управления в разомкнутой форме. Методы расчета моментов переключений реле. Метод «стыковки».

Практическое занятие.

Реализация систем управления на операционных усилителях. Реализация систем управления на микроконтроллерах.

Самостоятельная работа.

Математическая формулировка задачи синтеза оптимального по быстродействию управления. Соотношение, отражающее условие трансверсальности в задаче быстродействия. Вырожденное управление. Функция переключения. Метод «стыковки».

Рекомендуемая литература:

основная: [1-3];

дополнительная: [4-5].

Тема 10. Аналитическое конструирование оптимальных регуляторов

Задачи оптимизации систем по точности при детерминированных сигналах. Принципы построения оптимальных по точности систем. Критерий оптимальности, минимизирующий отклонение вектора состояния объекта от заданного вектора. Задача синтеза оптимального регулятора состояния и ее решение с использованием уравнения Риккати. Критерий оптимальности, минимизирующий отклонение вектора выхода объекта от заданного вектора. Задача синтеза оптимального регулятора выхода.

Самостоятельная работа.

Задачи оптимизации систем по точности при детерминированных сигналах. Принципы их построения. Критерий оптимальности, минимизирующий отклонение вектора состояния объекта от заданного вектора. Решение задачи синтеза оптимального регулятора с использованием уравнения Риккати. Задача синтеза оптимального регулятора выхода.

Рекомендуемая литература:

основная: [1-3];

дополнительная: [4-5].

Тема 11. Адаптивные системы и робастное управление

Принцип адаптации в природе и технике. Биокibernетические принципы построения адаптивных систем. Основы классификации адаптивных систем: самонастраивающиеся, самоорганизующиеся и самообучающиеся системы. Критерии самонастройки систем. Функциональные схемы и основные элементы самонастраивающихся систем. Принципы построения самонастраивающихся систем по сигналам внешних воздействий и по динамическим характеристикам объектов. Системы с вычислителем параметров. Системы с моделями динамических характеристик.

Практическое занятие.

Метод изоклин. Исследование системы на абсолютную устойчивость. Представление объекта управления в виде многомерного. Спектры Гершгорина. Синтез многомерной системы управления.

Самостоятельная работа.

Какая САУ считается адаптивной? Адаптивный предсказатель. Адаптивный «оптимизатор». Блок оценивания. Модель в адаптивной системе. Пути преодоления трудностей ОУ.

Рекомендуемая литература:

основная: [1-3];

дополнительная: [4-5].

5. Образовательные технологии, используемые при изучении дисциплины

При изучении дисциплины «Теория управления», обучающийся использует учебную, научную, исследовательскую базу университета в установленном порядке.

В ходе обучения применяются:

Лекции, которые являются одним из важнейших видов учебных занятий и составляют основу теоретической подготовки обучающихся.

Цели лекционных занятий:

— дать систематизированные научные знания по дисциплине, акцентировать внимание на наиболее сложных вопросах дисциплины;

— стимулировать активную познавательную деятельность обучающихся, способствовать формированию их творческого мышления.

Консультации (текущая консультация, накануне дифференцированного зачета, экзамена) является одной из форм руководства учебной работой обучающихся и оказания им помощи в самостоятельном изучении материала дисциплины, в ликвидации имеющихся пробелов в знаниях, задолженностей по текущим занятиям.

Текущие консультации проводятся преподавателем, ведущим занятия в учебной группе, и носят как индивидуальный, так и групповой характер.

Самостоятельная работа обучающихся направлена на углубление и закрепление знаний, полученных на лекциях, выработку навыков самостоятельного активного приобретения новых, дополнительных знаний, подготовку к предстоящим учебным занятиям и промежуточному контролю.

6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации и итогового контроля изучения дисциплины

6.1 Цель и основные задачи текущего контроля по дисциплине

Текущий контроль имеет целью проверить ход формирования компетенций в соответствии с этапами ее освоения. Текущий контроль осуществляется в ходе учебного процесса и консультирования обучающихся по результатам выполнения самостоятельной работы. Основными формами текущего контроля знаний являются:

- обсуждение на консультациях вопросов тем и контрольных вопросов (устный ответ);
- участие в дискуссии по наиболее актуальным темам дисциплины (устный ответ);
- подготовка докладов;
- выполнение тестовых заданий.

6.2 Критерии оценивания результатов текущего контроля **Критерии оценивания устных ответов обучающихся**

Развернутый ответ аспиранта должен представлять собой связное, логически последовательное сообщение на определенную тему, показывать его умение применять определения, правила в конкретных случаях.

При оценке ответа аспиранта необходимо руководствоваться следующими критериями:

- 1) полнота и правильность ответа;
- 2) степень осознанности, понимания изучаемого материала;
- 3) знание терминологии и правильное ее использование;
- 4) соответствие требованиям рабочей программы по дисциплине.

Оценка «зачтено» ставится, если студент:

- 1) ориентируется в излагаемом материале, владеет базовой терминологией в объеме, предусмотренном рабочей программой по дисциплине;
- 2) обнаруживает понимание материала, может обосновать свои суждения, подкрепляет теоретические положения примерами;
- 3) умеет структурировать содержание ответа в соответствии с поставленным вопросом;
- 4) не допускает (или допускает немногочисленные негрубые) ошибки при анализе языковых фактов; способен исправить допущенные им ошибки при помощи уточняющих вопросов преподавателя.

Оценка «отлично» / «зачтено». Ответы на поставленные вопросы излагаются логично, последовательно и не требуют дополнительных пояснений. Полно раскрываются причинно-следственные связи между явлениями и событиями. Делаются обоснованные выводы. Соблюдаются нормы литературной речи.

Оценка «хорошо» / «зачтено». Ответы на поставленные вопросы излагаются систематизированно и последовательно. Материал излагается уверенно. Раскрыты причинно-следственные связи между явлениями и событиями. Демонстрируется умение анализировать материал, однако не все выводы носят аргументированный и доказательный характер. Соблюдаются нормы литературной речи.

Оценка «удовлетворительно» / «зачтено». Допускаются нарушения в последовательности изложения. Неполно раскрываются причинно-следственные связи между явлениями и событиями. Демонстрируются поверхностные знания вопроса, с трудом решаются конкретные задачи. Имеются затруднения с выводами. Допускаются нарушения норм литературной речи.

Оценка «неудовлетворительно» / «не зачтено». Материал излагается непоследовательно, сбивчиво, не представляет определенной системы знаний по дисциплине. Не раскрываются причинно-следственные связи между явлениями и событиями. Не проводится анализ. Выводы отсутствуют. Ответы на дополнительные вопросы отсутствуют. Имеются заметные нарушения норм литературной речи.

6.3 Критерии формирования оценок по подготовке докладов

«Отлично» (5 баллов) – аспирант показывает глубокие знания материала по поставленным вопросам, грамотно, логично его излагает, структурировал и детализировал информацию, информация представлена в переработанном виде; использует иллюстративный (наглядный) материал, мультимедийную презентацию, демонстрирует мастерство публичного выступления.

«Хорошо» (4 балла) – обучающийся твердо знает материал, грамотно его излагает, не допускает существенных неточностей в ответ на вопросы, представляет наглядный материал, помогающий слушателям запомнить основные пункты выступления.

«Удовлетворительно» (3 балла) – обучающийся имеет знания основного материала по поставленным вопросам, но не усвоил его деталей, допускает отдельные неточности.

«Неудовлетворительно» (0 баллов) – обучающийся допускает грубые ошибки в ответе на поставленные вопросы, демонстрирует отсутствие необходимой информации в презентации.

6.4 Критерии формирования оценок по выполнению тестовых заданий

«Отлично» – получают аспиранты, имеющие результат: количество правильных ответов на тестовые вопросы – 100 – 90% от общего объема заданных тестовых вопросов.

«Хорошо» – получают аспиранты, имеющие результат: количество правильных ответов на тестовые вопросы – 89 – 76% от общего объема заданных тестовых вопросов.

«Удовлетворительно» – получают аспиранты, имеющие результат: количество правильных ответов на тестовые вопросы – 75 – 60% от общего объема заданных тестовых вопросов.

«Неудовлетворительно» – получают аспиранты, имеющие результат: количество правильных ответов – менее 60% от общего объема заданных тестовых вопросов.

6.5 Цель и основные задачи дифференцированного зачёта по дисциплине

Дифференцированный зачет имеет целью проверить знание и понимание обучающимися пройденных материалов в Разделе I (темы 1-4) и Разделе II (темы 5-11).

Индекс контролируемых компетенций — ПК-3, ПК-4, ПК-5.

6.6 Порядок проведения дифференцированного зачета

Дифференцированный зачет проводится путем написания работ, которые затем проверяются преподавателем с выставлением дифференцированных оценок. Работа состоит из письменного ответа на три вопроса из следующего перечня:

1. Когда был создан регулятор уровня Ползунова?
2. Когда был изобретен регулятор скорости паровой машины Уатта?
3. Когда была разработана система программного управления ткацким станком Жаккара?
4. Кем заложены основы метода фазовой плоскости и фазового пространства?
5. Что изучает теория управления?
6. Какие методы устойчивости вам известны.
7. Кем разработаны основные критерии устойчивости?
8. Определите понятия управление и объект управления.
9. Назовите виды автоматических устройств.
10. Перечислите принципы управления и поясните их.
11. Назовите основные элементы САУ.
12. Поясните назначение регулятора.
13. Поясните назначение обратной связи.
14. Поясните назначение датчика.
15. По каким признакам классифицируются системы управления?
16. Чем отличается регулирование «по отклонению» от регулирования «по возмущению»?
17. Что такое многомерные САУ?
18. Что такое экстремальные системы?
19. Что такое системы с самонастройкой структуры?
20. Назовите деление по принципу регулирования.
21. Назовите вторую стандартную форму записи.
22. Назовите третью стандартную форму записи.
23. Какие особенности параллельного соединения звеньев?
24. Какие особенности последовательного соединения звеньев?
25. Какие особенности соединения с обратной связью?
26. Алгоритм формирования структурной схемы.
27. Что такое передаточная функция?
28. Назовите правила преобразования структурных схем.
29. Какие системы с обратной связью применяют на практике?
30. Чему равна передаточная функция системы параллельно соединенных звеньев?
31. Что такое статическая характеристика?
32. Что такое статическая САУ?
33. Что такое Линейный статический элемент?
34. Что такое установившийся режим?
35. Какие методы используются для написания свойств систем?
36. Виды ЧХ.
37. Что такое j ? Значение j ?
38. Назовите формулу Эйлера.
39. Для чего применяются ЛФЧХ?
40. Каково назначение математического описания систем?
41. Что такое динамика системы?
42. Чем отличается математическое описание динамики системы от описания ее статики?
43. Что представляет собой условие физической реализуемости системы?
44. Каким образом линеаризуются дифференциальные уравнения?
45. Назовите формы записи линеаризованных уравнений.
45. Каким образом перейти к первой форме записи дифференциального уравнения звена?
46. Как в этом случае называются коэффициенты?
47. Как перейти от дифференциального уравнения к операторному?
48. Дайте определение передаточной функции.

49. Как по дифференциальному уравнению звена найти его передаточную функцию?
50. Что такое динамическое звено и его характеристика?
51. Дайте определение устойчивости системы с физической и математической точек зрения.
52. Какой характер имеет переходный процесс в устойчивой и неустойчивой системах?
53. Сформулируйте необходимое условие устойчивости.
54. Что такое критерии устойчивости?
55. Что такое граница устойчивости?
56. Каким образом при этом расположены корни характеристического уравнения системы на плоскости комплексного переменного?
57. Сформулируйте критерий устойчивости Гурвица.
58. Каким образом по критерию Гурвица определяются границы устойчивости?
59. Сформулируйте критерий устойчивости Найквиста.
60. Что такое запасы устойчивости?
61. Каким образом они определяются по АФЧХ разомкнутой системы?
62. Как определяются запасы устойчивости по ЛЧХ?
63. Дайте понятие качества работы системы управления. Чем оно определяется?
64. Что представляют собой критерии качества?
65. Как производится оценка точности работы систем?
66. Чему равны первые два коэффициента ошибок в системах с астатизмом первого и второго порядков?
67. Определите показатели качества переходного процесса и частотные показатели, поясните их физический смысл.
68. Поясните связь частотных показателей качества работы системы с частотными характеристиками разомкнутой цепи.
69. Что представляют собой корневые оценки качества?
70. В чем удобство и недостатки интегральных критериев качества?
71. Каким образом экспериментальным путем можно оценить качество работы системы?
72. Какова роль моделирования систем управления?
73. Приведите классификацию дискретных САУ по виду квантования?
74. По какому параметру производится квантование в релейных системах?
75. По какому параметру производится квантование в импульсных системах?
76. Что такое период квантования?
77. По каким параметрам производится квантование в релейно-импульсных системах?
78. Какие основные категории дискретных систем Вы знаете?
79. Что называют импульсной модуляцией?
80. Какой сигнал является входным для импульсного элемента или модулятора?
81. Что является выходным сигналом для импульсного элемента или модулятора?
82. Какие виды модуляции в зависимости от параметра, модулируемого непрерывным сигналом импульса Вы знаете?
83. Какой вид модуляции называется частотно-импульсной модуляцией?
84. Какой вид модуляции называется модуляцией первого рода?
85. Какой вид модуляции называется модуляцией второго рода?
86. На какие виды подразделяются САУ в зависимости от вида импульсной модуляции?
87. Что называется статической характеристикой импульсного элемента?
88. Что называется приведенной непрерывной частью?
89. Что необходимо для определения импульсной передаточной функции системы с формирующим элементом произвольного типа?
90. Какими числовыми показателями можно характеризовать импульсную передаточную функцию?
91. Приведите условие устойчивости для импульсных систем.
92. Опишите подходы к синтезу импульсных систем.
93. Какие виды коррекции импульсных систем Вы знаете?
94. Какая САУ считается нелинейной?
95. Почему линейную систему анализировать математически проще, чем нелинейную?
96. Как определяется «принцип суперпозиции»?

97. Какие качества нелинейной системы нельзя определить по линеаризованному дифференциальному уравнению?
98. Какие два вида устойчивого состояния имеет нелинейная система управления?
99. Возникновение установившегося автоколебательного режима в нелинейной системе может зависеть от начальных условий?
100. Может ли возникновение автоколебательного режима не зависеть от начальных условий?
101. Какая САУ считается оптимальной?
102. Какие критерии оптимальности вы знаете?
103. Как определяется «критерий оптимальности»?
104. Как формулируется принцип максимума?
105. Что такое квазиоптимальное управление?
106. Что такое критерий минимизации энергетических затрат?
107. Что такое оптимальная система?
108. Что такое оптимальное управление?
109. Что значит рекомендуемое состояние равновесия?
110. Что такое критерий быстродействия?
111. Изложите метод классического вариационного исчисления.
112. Приведите математическую формулировку принципа максимума Понтрягина.
113. Изложите физический смысл принципа максимума Понтрягина.
114. Приведите область целесообразного использования принципа максимума Понтрягина.
115. Изложите метод динамического программирования Р. Беллмана.
116. Для каких систем метод Беллмана полностью обоснован?
117. Опишите применение принципа оптимальности для задач оптимизации дискретных детерминированных систем.
118. Опишите применение принципа оптимальности для задач оптимизации непрерывных детерминированных систем.
119. Опишите применение принципа оптимальности для задач оптимизации непрерывных стохастических систем.
120. Приведите математическую формулировку задачи синтеза оптимального по быстродействию управления.
121. Приведите соотношение отражающее условие трансверсальности в задаче быстродействия.
122. Какой характер имеет оптимальное по быстродействию управление $u_i(t)$?
123. Какое управление называют вырожденным?
124. Сформулируйте теорему об « n интервалах».
125. Приведите функцию переключения.
126. Изложите метод «стыковки».
127. Перечислите задачи оптимизации систем по точности при детерминированных сигналах.
128. Какие принципы построения оптимальных по точности систем Вы знаете?
129. Опишите критерий оптимальности, минимизирующий отклонение вектора состояния объекта от заданного вектора.
130. Опишите задачу синтеза оптимального регулятора состояния и ее решение с использованием уравнения Риккати.
131. Опишите критерий оптимальности, минимизирующий отклонение вектора выхода объекта от заданного вектора.
132. Опишите задачу синтеза оптимального регулятора выхода.
133. Какая САУ считается адаптивной?
134. Что такое адаптивный предсказатель?
135. Что такое адаптивный «оптимизатор»?
136. Для чего нужен блок оценивания?
137. Для чего нужна модель в адаптивной системе?
138. Назовите пути преодоления трудностей ОУ?
139. Классификации адаптивных систем?

6.7. Критерии и процедура оценивания результатов дифференцированного зачета

Оценки за письменные работы выставляются, исходя из следующих критериев:

— **«отлично» (5)**: если обучающийся глубоко и прочно усвоил весь программный материал лекций и демонстрирует это, исчерпывающе, последовательно, грамотно и логически стройно его излагает, использует обширный материал разнообразных источников, излагает свою позицию, хорошо ее объясняя и обосновывая;

— **«хорошо» (4)**: если обучающийся твердо знает программный материал, не допускает существенных неточностей в его изложении, использует ограниченный круг источников, вместо своей позиции излагает одну из стандартных, не подкрепляя ее хорошо подобранными обоснованиями;

— **«удовлетворительно» (3)**: если обучающийся поверхностно усвоил основной материал лекций, не знает деталей, допускает неточности, привлекает мало материала из источников, пользуясь, в основном, стандартными учебниками и формулировками;

— **«неудовлетворительно» (2)**: если обучающийся не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, с большими затруднениями выполняли, по существу, не выполняет задания эссе.

Оценки по результатам проверки письменных работ объявляются обучающимся и заносятся в зачетную ведомость.

7. Перечень учебной литературы и ресурсов сети «Интернет»

7.1. Обеспеченность литературой

Основная:

1. Борисевич А.В. Теория автоматического управления: элементарное введение с применением MATLAB. М.: Инфра-М, 2014. 200 с. [Электронный ресурс] – <http://znanium.com/bookread2.php?book=470329>

2. Шапкарин А.В., Кулло И.Г. Лабораторный практикум «Теория автоматического управления. Методы исследования нелинейных систем». М.: НИЯУ «МИФИ», 2012. 92 с. [Электронный ресурс] – <http://znanium.com/bookread2.php?book=604092>

3. Глазырин Г.В. Теория автоматического регулирования. Новосибирск: НГТУ, 2014. 168 с. [Электронный ресурс] – <http://znanium.com/bookread2.php?book=558731#>

Дополнительная:

4. Пантелеев А.В., Бортаковский А.С. Теория управления в примерах и задачах: учеб.пособие, 2-е изд. М.: НИЦ ИНФРА-М, 2016. 584 с. [Электронный ресурс] – <http://znanium.com/bookread2.php?book=542627#>

5. Храменков В.Г. Автоматизация управления технологическими процессами бурения нефтегазовых скважин: учеб.пособие. Томск: Изд-во ТПУ, 2012. 416 с. [Электронный ресурс] – <http://znanium.com/bookread2.php?book=701911#>

7.2. Учебно-методическое обеспечение практических занятий и самостоятельной работы аспиранта

— Методические указания для практических занятий аспирантов

— Методические указания для самостоятельной работы аспирантов

7.3. Ресурсы сети «Интернет»

1. Информационная справочная система «Консультант плюс».

2. Библиотека ГОСТов www.gostrf.com.

3. Сайт Российской государственной библиотеки. <http://www.rsl.ru/>

4. Сайт Государственной публичной научно-технической библиотеки России. <http://www.gpntb.ru/>

5. Каталог образовательных интернет ресурсов <http://www.edu.ru/modules.php>

6. Электронные библиотеки: <http://www.pravoteka.ru/>, <http://www.zodchii.ws/>, <http://www.tehlit.ru/>.

7. Специализированный портал по информационно-коммуникационным технологиям в образовании <http://www.ict.edu.ru>

7.4. Электронно-библиотечные системы:

- ЭБС издательства «Лань» <https://e.lanbook.com/>
- ЭБС издательства «Юрайт» <https://biblio-online.ru/>
- ЭБС «Университетская библиотека онлайн» <https://biblioclub.ru/>
- ЭБС «ZNANIUM.COM» <https://znanium.com>
- ЭБС «IPRbooks» <https://iprbookshop.ru>
- ЭБС «Elibrary» <https://elibrary.ru>
- Автоматизированная информационно-библиотечная система «Mark -SQL»
<https://informsystema.ru>
- Система автоматизации библиотек «ИРБИС 64»<https://elnit.org>

7.5. Современные профессиональные базы данных:

- Электронная база данных Scopus <https://scopus.com>
- «Clarivate Analytics» <https://Clarivate.com>
- «Springer Nature» <http://100k20.ru/products/journals/>

7.6. Информационные справочные системы:

1. Справочно-правовая информационная система Консультант Плюс <http://www.consultant.ru/>.
2. Электронно-периодический справочник «Система Гарант» <http://www.garant.ru/>.
3. ООО «Современные медиа технологии в образовании и культуре». <http://www.informio.ru/>.

8. Материально-техническое обеспечение

Перечень материально-технического обеспечения включает в себя технические средства обучения, служащие для представления информации (мультимедийные доски, проекторы, и т.д.). Имеются специальные помещения для проведения занятий лекционного типа, практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы и помещения для хранения и профилактического обслуживания оборудования, которые укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления информации большой аудитории.

8.1. Специальные помещения для проведения занятий лекционного типа, практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации

Аудитория 3502

Оснащенность помещения для лекционных и практических занятий: 10 посадочных мест. Мультимедийный проектор – 1 шт., стол – 10 шт., стул – 17 шт., АРМ преподавателя ПК (системный блок, монитор) – 1 шт., компьютер – 13 шт. (возможность доступа к сети «Интернет»).

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional (ГК № 1464-12/10 от 15.12.10) Microsoft Office 2010 Professional Plus (Microsoft Open License 49379550 от 29.11.2011 (обслуживание до 2020 года).

8.2. Помещения для самостоятельной работы

1. Оснащенность помещения для самостоятельной работы: 13 посадочных мест. Стул – 25 шт., стол – 2 шт., стол компьютерный – 13 шт., шкаф – 2 шт., доска аудиторная маркерная – 1 шт., АРМ учебное ПК (монитор + системный блок) – 14 шт. Доступ к сети «Интернет», в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional: ГК № 1464-12/10 от 15.12.10 «На поставку компьютерного оборудования» ГК № 959-09/10 от 22.09.10 «На поставку компьютерной техники» (обслуживание до 2020 года) ГК № 447-06/11 от 06.06.11 «На поставку оборудования» (обслуживание до 2020 года) ГК № 984-12/11 от 14.12.11 «На поставку оборудования» (обслуживание до 2020 года) Договор № 1105-12/11 от 28.12.2011 «На поставку компьютерного оборудования» (обслуживание до 2020 года), Договор № 1106-12/11 от 28.12.2011 «На по-

ставку компьютерного оборудования» (обслуживание до 2020 года) ГК № 671-08/12 от 20.08.2012 «На поставку продукции» (обслуживание до 2020 года), Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012, Microsoft Open License 48358058 от 11.04.2011, Microsoft Open License 49487710 от 20.12.2011, Microsoft Open License 49379550 от 29.11.2011 (обслуживание до 2020 года),

Microsoft Office 2010 Standard: Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012 (обслуживание до 2020 года), Microsoft Open License 60853086 от 31.08.2012 (обслуживание до 2020 года).

Kaspersky antivirus 6.0.4.142.

2. Оснащенность помещения для самостоятельной работы: 17 посадочных мест. Доска для письма маркером – 1 шт., рабочие места студентов, оборудованные ПК с доступом в сеть университета – 17 шт., мультимедийный проектор – 1 шт., АРМ преподавателя для работы с мультимедиа – 1 шт. (системный блок, мониторы – 2 шт.), стол – 18 шт., стул – 18 шт. Доступ к сети «Интернет», в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Операционная система Microsoft Windows XP Professional: Microsoft Open License 16020041 от 23.01.200.

Операционная система Microsoft Windows 7 Professional Microsoft Open License 49379550 от 29.11.2011 (обслуживание до 2020 года).

Microsoft Office 2007 Standard Microsoft Open License 42620959 от 20.08.2007 (обслуживание до 2020 года).

3. Оснащенность помещения для самостоятельной работы: 16 посадочных мест. Стол компьютерный для студентов (тип 4) - 3 шт., стол компьютерный для студентов (тип 6) – 2 шт., стол компьютерный для студентов (тип 7) – 1 шт., кресло преподавателя (сетка, цвет черный) – 17 шт., доска напольная мобильная белая магнитно-маркерная «Magnetoplan» 1800мм×1200мм - 1 шт., моноблок Lenovo M93Z Intel Q87 – 17 шт., плакат – 5 шт. Доступ к сети «Интернет», в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional: Microsoft Open License 49379550 от 29.11.2011 (обслуживание до 2020 года).

Microsoft Office 2007 Professional Plus: Microsoft Open License 46431107 от 22.01.2010 (обслуживание до 2020 года).

Corel DRAW Graphics Suite X5 Договор №559-06/10 от 15.06.2010 «На поставку программного обеспечения» (обслуживание до 2020 года).

Autodesk product: Building Design Suite Ultimate 2016, product Key: 766H1.

Cisco Packet Tracer 7.1 (свободно распространяемое ПО), Quantum GIS (свободно распространяемое ПО), Python (свободно распространяемое ПО), R (свободно распространяемое ПО), Rstudio (свободно распространяемое ПО), SMath Studio (свободно распространяемое ПО), GNU Octave (свободно распространяемое ПО), Scilab (свободно распространяемое ПО).

8.3. Помещения для хранения и профилактического обслуживания оборудования

1. Центр новых информационных технологий и средств обучения:

Оснащенность: персональный компьютер – 2 шт. (доступ к сети «Интернет»), монитор – 4 шт., сетевой накопитель – 1 шт., источник бесперебойного питания – 2 шт., телевизор плазменный Panasonic – 1 шт., точка Wi-Fi – 1 шт., паяльная станция – 2 шт., дрель – 5 шт., перфоратор – 3 шт., набор инструмента – 4 шт., тестер компьютерной сети – 3 шт., баллон со сжатым газом – 1 шт., паста теплопроводная – 1 шт., пылесос – 1 шт., радиостанция – 2 шт., стол – 4 шт., тумба на колесиках – 1 шт., подставка на колесиках – 1 шт., шкаф – 5 шт., кресло – 2 шт., лестница Alve – 1 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012).

Microsoft Office 2010 Professional Plus (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012).

Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security (Договор № Д810(223)-12/17 от 11.12.17).

2. Центр новых информационных технологий и средств обучения:

Оснащенность: стол – 5 шт., стул – 2 шт., кресло – 2 шт., шкаф – 2 шт., персональный компьютер – 2 шт. (доступ к сети «Интернет»), монитор – 2 шт., МФУ – 1 шт., тестер компьютерной сети – 1 шт., баллон со сжатым газом – 1 шт., шуруповерт – 1 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012).

Microsoft Office 2007 Professional Plus (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 46431107 от 22.01.2010).

Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security (Договор № Д810(223)-12/17 от 11.12.17).

3. Центр новых информационных технологий и средств обучения:

Оснащенность: стол – 2 шт., стулья – 4 шт., кресло – 1 шт., шкаф – 2 шт., персональный компьютер – 1 шт. (доступ к сети «Интернет»), веб-камера Logitech HD C510 – 1 шт., колонки Logitech – 1 шт., тестер компьютерной сети – 1 шт., дрель – 1 шт., телефон – 1 шт., набор ручных инструментов – 1 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 48358058 от 11.04.2011).

Microsoft Office 2007 Professional Plus (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 46431107 от 22.01.2010).

Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security (Договор № Д810(223)-12/17 от 11.12.17).

8.4. Библиотека Университета

Месторасположение	Оснащенность	Автоматизированная информационно-библиотечная система (АИБС)
Санкт-Петербург, 21-я линия В.О., д.2, Учебный центр №1, Ауд. № 1165 Читальный зал	Аппарат Xerox W.Centre 5230- 1 шт.; Сканер K Filem - 1 шт.; Копир. Аппарат -1 шт.; Кресло – 521AF-1 шт.; МониторЖКНР22-1 шт.; Монитор ЖКС.17-11 шт.; Принтер НРL/Jet-1 шт.; Системный блок НР6000 Pro-1 шт.; Системный блок Ramec S. E4300-10 шт.; Сканер Epson V350-5 шт.; Сканер Epson 3490-5 шт.; Стол 160*80*72-1 шт.; Стул 525 ВFN030-12 шт.; Шкаф каталожн. - 20 шт.; Стул «Кодоба» - 22 шт.; Стол 80*55*72-10 шт.	MARK-SQL, Ирбис
Санкт-Петербург, 21-я линия В.О., д.2, Учебный центр №1, Ауд. № 1171 Читальный зал	Книжный шкаф 1000*3300*400-17 шт.; Стол, 400*180 Титаник «Рiсо» -1 шт.; Стол письменный с тумбой-37 шт.; Кресло «Cannes» черное-42 шт.; Кресло (кремовое) -37 шт.; Телевизор 3DTV Samsung UE85S9AT-1 шт.; Монитор Benq 24-18 шт.; Цифровой ИК-трансиверТАIDEN-1 шт.; Пульт для презентаций R700-1 шт.; Моноблок Lenovo 20 HD 19 шт.; СканерXerox 7600 - 4шт.	

<p>Санкт-Петербург, В.О., Малый пр., д.83, Инженерный корпус Ауд. № 327-329 Читальные залы</p>	<p>Компьют. Кресло 7875 A2S – 35 шт.; Стол компьют. – 1 шт.; Моно-блок Lenovo 20 HD 16 шт.; Доска настенная белая - 1 шт.; Монитор ЖК Philips - 1 шт.; Монитор HPL1530 15ft - 1 шт.; Сканер Epson Perf. 3490 Photo - 2 шт.; Системный блок HP6000 – 2 шт.; Стеллаж открытый- 18 шт.; Микрофон Д-880 с 071с.ч.- 2 шт.; Книжный шкаф - 15 шт.; Парта- 36 шт.; Стул - 40 шт.</p>	
--	---	--

8.5. Лицензионное программное обеспечение

1. Microsoft Windows 8 Professional (договор бессрочный ГК № 875-09/13 от 30.09.2013 «На поставку компьютерной техники»).

2. Microsoft Office 2007 Standard (договор бессрочный Microsoft Open License 42620959 от 20.08.2007).

3. Microsoft Office 2010 Professional Plus (договор бессрочный Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012, договор бессрочный Microsoft Open License 47665577 от 10.11.2010, договор бессрочный Microsoft Open License 49379550 от 29.11.2011).

4. Math Cad Education, Договор №1134-11/12 от 28.11.2012 «На поставку программного обеспечения».

5. Lab View Professional, ГК №1142912/09 от 04.12.2009 «На поставку программного обеспечения».

ЛИСТ АКТУАЛИЗАЦИИ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ

Рабочая программа дисциплины «Теория управления» рассмотрена и актуализирована на заседании кафедры системного анализа и управления

№ п/п	№ протокола заседания кафедры	Дата протокола кафедры	Основание
1	9	25 мая 2020 года	Договор с Электронно-библиотечной системой «Лань» № Д033(44)-04/20 от 28.04.2020
2		«__»____.2021	Договор с Электронно-библиотечной системой «Лань» № Д041(44)-04/21 от 28.04.2021
3		«__»____.2022	Договор с Электронно-библиотечной системой «Лань» № Д063(44)-04/22 от 28.04.2022