

**ПЕРВОЕ ВЫСШЕЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ УЧЕБНОЕ ЗАВЕДЕНИЕ РОССИИ**



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

**ПРОГРАММА ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ**

по направлению подготовки магистратуры

**27.04.04 УПРАВЛЕНИЕ В ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ**

по образовательной программе

**«Анализ и синтез технических систем с распределенными параметрами»**

Программа вступительного экзамена в магистратуру по направлению 27.04.04 Управление в технических системах разработана и утверждена в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет» с учётом потребностей рынка труда на основе федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 27.03.04 Управление в технических системах. Утверждена на заседании кафедры (протокол от 03.09.2021 № 1).

## **I. Содержание и структура и форма проведения вступительного испытания**

Вступительное испытание по направлению подготовки магистратуры 27.04.04 Управление в технических системах проводится с применением дистанционных технологий, включающее в себя 100 (сто) тестовых вопросов, требующих выбора правильного ответа. Распределение вариантов экзаменационных вопросов осуществляется случайным образом, в соответствии с разделами, указанными в Программе. Продолжительность вступительного испытания 1 час 15 минут (75 минут).

## **II. Разделы дисциплины и темы рассматриваемые в ходе вступительного испытания**

Разделы программы разработаны на основе государственного образовательного стандарта подготовки бакалавра по направлению 27.03.04 «Управление в технических системах»

### **Раздел 1. Алгоритмизация и управление техническими системами**

Функции, структуры и классификация АСУТП. Особенности современных технологических процессов. Управление производством однородной продукции (непрерывные процессы). Управление

производством неоднородной продукции (дискретные процессы).

Задачи подсистемы контроля в АСУТП. Алгоритмы контроля, работающие в режиме реального времени (алгоритмы циклического и адресного опроса датчиков, аналитической градуировки датчиков, сглаживания дискретных сигналов, экстраполяции и интерполяции дискретно-измеряемых величин, дискретного интегрирования и дифференцирования, косвенного измерения, обнаружения нарушений и неисправностей в АСУТП). Расчет текущих технико-экономических показателей.

Типовые непрерывные и дискретные законы управления. Нелинейные и адаптивные алгоритмы локального управления. Методы определения параметров распределенных регуляторов. Методы определения параметров дискретных регуляторов в системах программы цифрового управления. Программное управление ТП. Примеры синтеза программного управления.

Сравнительная характеристика алгоритмов статической оптимизации и их использование в АСУТП. Алгоритмы адаптивной идентификации. Примеры использования алгоритмов статической оптимизации и адаптации при управлении ТП. Алгоритмы оптимального быстрогодействия. Алгоритмы оптимальной стабилизации.

Алгоритмы, реализующие последовательности равномерно распределенных случайных чисел. Алгоритмы получения случайных чисел с заданным законом распределения. Применение математического моделирования для отладки разработанных алгоритмов и программ.

## **Раздел 2. Моделирование систем**

Моделирование и модели, назначение и функции модели. Роль модели в процессе познания. Натурный (физический) эксперимент и вычислительный эксперимент. Примеры моделей систем различной природы (технические, биологические, экономические, экологические и т.п.). Принципы построения и исследования математических моделей. Способы построения математических

моделей. Применение теории подобия при моделировании. Представление математических моделей систем по степени информативности. Понятия модели сложной системы. Аспекты сложности: структурная (статическая) сложность, динамическая сложность. Иерархия моделей. Декомпозиция и редукция моделей. Понятия аттракторов и странных аттракторов. Элементы теории бифуркаций. Математические модели теории катастроф. Хаотические модели. Примеры хаотических моделей.

Задачи анализа моделей. Этапы анализа. Анализ моделей систем в статических и динамических режимах. Планирование вычислительного эксперимента. Задачи и методы обработки и представления результатов моделирования. Статистический анализ результатов моделирования.

### **Раздел 3. Теория автоматического управления**

Понятия об управлении и системах управления (СУ). Задачи теории управления. Принципы управления. Линейные модели «вход-выход». Структурные схемы. Типовые звенья и их характеристики. Преобразование форм представления моделей. Правила эквивалентного структурного преобразования. Вычисление передаточных функций. Задачи анализа СУ. Устойчивость СУ. Алгебраические и частотные критерии устойчивости. Инвариантность СУ. Формы инвариантности. Чувствительность СУ. Показатели качества процессов СУ: корневые, интегральные, частотные. Задачи синтеза СУ. Стабилизация неустойчивых объектов с помощью обратных связей. Коррекция СУ.

Понятия об импульсных и цифровых СУ. Решетчатые функции и разностные уравнения. Передаточные функции дискретных СУ. Линейные модели дискретных СУ в форме пространства состояний. Устойчивость дискретных СУ. Критерии устойчивости. Процессы в дискретных СУ. Показатели качества процессов дискретных СУ. Синтез дискретных СУ.

Особенности поведения нелинейных СУ. Характеристики типовых

нелинейных элементов. Определение равновесных режимов и построение статических характеристик СУ. Метод фазовой плоскости. Поведение нелинейных СУ в окрестности положения равновесия. Методы построения фазовых портретов нелинейных СУ. Особенности фазовых портретов нелинейных СУ. Устойчивость движений в нелинейных СУ. Частотный метод исследования абсолютной устойчивости. Исследование периодических режимов нелинейных СУ методом гармонического баланса. Методы определения параметров периодических режимов. Устойчивость периодических режимов. Анализ нелинейных СУ при случайных воздействиях. Прохождение случайного сигнала через нелинейное звено. Исследование нелинейных СУ методом статической линеаризации. Методы синтеза нелинейных СУ.

#### **Раздел 4. Технические средства автоматизации и управления**

Типовые структуры и технические средства (ТС) систем автоматизации и управления (САиУ) техническими объектами и технологическими процессами. Классы и типовые структуры систем автоматизации и управления. Автоматизированные технологические комплексы (АТК). Функциональный состав комплексов технических средств (КТС). Принципы комплексирования: типизация, унификация, децентрализация, магистрально-модульный принцип построения ТС, программно-технические комплексы (ПТК).

Технические средства получения информации о состоянии объекта управления. Датчики. Измерительные преобразователи (ИП).

Исполнительные устройства (ИУ). Типовые структуры, состав и характеристики ИУ. Исполнительные механизмы (ИМ) и регулирующие органы (РО). Интеллектуальные ИУ.

Технические средства приема, преобразования и передачи измерительной и командной информации по каналам связи. Устройства связи с объектом управления (УСО). Основные типы УСО, принципы организации. Цифро-

аналоговые и аналого-цифровые преобразователи (ЦАП, АЦП). Устройства ввода и вывода дискретных и число-импульсных сигналов.

Интерфейсы САиУ. Классификация, основные характеристики интерфейсов. Системные (внутримашинные) интерфейсы, интерфейсы персональных компьютеров типа IBM PC. Приборный интерфейс. Интерфейсы устройств ввода/вывода (периферийных устройств). Последовательные интерфейсы. Параллельные интерфейсы.

Цифровые средства обработки информации в САиУ. Универсальные ЭВМ. Проблемно-ориентированные (специализированные) ЭВМ и вычислительные комплексы (ВК). Управляющие ЭВМ (УВМ), управляющие ВК (УВК). Промышленные (индустриальные) персональные компьютеры. Рабочие станции. Микро-ЭВМ и микроконтроллеры.

Программное обеспечение САиУ. Структура программного обеспечения (ПО). Операционные системы, системное ПО, прикладное ПО. Принципы программирования для САиУ. Программирование ПЛК: в машинных кодах, на языке ассемблера, на языках высокого уровня. Программирование ПЛК на специализированных проблемно-ориентированных языках. Инструментальные средства разработки, отладки и сопровождения программного обеспечения.

Устройства взаимодействия с оперативным персоналом САиУ. Типовые средства отображения, ввода и документирования информации, устройства связи с оператором. Принципы построения, классификация и технические характеристики. Видеотерминальные средства, мнемосхемы, индикаторы. Операторские панели и станции. Регистрирующие и показывающие приборы.

## **Раздел 5. Информационное обеспечение систем управления**

Базы данных (БД), составные части БД, обеспечение целостности данных. Системы управления базами данных (СУБД). Жизненный цикл информационных систем. Основные этапы проектирования информационных систем. Инфологическое проектирование, модель «сущность-связь». Основные компоненты модели данных. Сетевая, иерархическая и реляционная модели

данных. Язык описания данных и язык манипулирования данными в СУБД. Реляционные языки запросов. Язык запросов SQL. Проектирование концептуальной схемы БД. Нормализация отношений. Физическое проектирование БД. Методы доступа к данным. Пользовательское приложение и пользовательский интерфейс, требования к их организации. Современные средства быстрой разработки приложений (средства RAD). Типы архитектур информационных систем. Технология «клиент-сервер».

Типовая структура процесса проектирования систем управления. Определение целей и критериев проекта, требований к техническим характеристикам, условиям эксплуатации и экономическим показателям проекта, и их воплощение в техническом задании на проектирование. Ограничения процесса проектирования: сроки проекта, стоимость, наличие материальных и технических ресурсов. Основные этапы проектирования: согласование технического задания, формирование технических предложений, эскизное проектирование, рабочее проектирование, испытания. Основные проектные процедуры. Структурно-функциональные и информационные модели процесса проектирования СУ. Математические модели процесса проектирования СУ на основе теории операций, модели сетевого планирования и управления. Методы анализа возможности и оценки технико-экономической эффективности автоматизации процесса проектирования. Анализ возможности автоматизации типовых процедур проектирования СУ. Методы и модели реорганизации существующих процессов проектирования с целью повышения эффективности внедрения САПР.

Принципы выбора структуры САПР и состава ее компонентов. Определение концепции САПР СУ. Выбор структуры САПР СУ на основе анализа возможности автоматизации проектных процедур и современного состояния технических и программных средств САПР. Задачи и функции основных подсистем САПР СУ: подсистемы составления математических моделей СУ, подсистемы моделирования, анализа и синтеза СУ,

конструкторской подсистемы, технологической подсистемы, подсистемы автоматизации испытаний СУ.

Лингвистическое обеспечение САПР: проблемно-ориентированные языки, алгоритмические языки, машинно-зависимые языки.

## **Раздел 6. Идентификация и диагностика систем**

Аналитическое составление математических моделей. Построение математических моделей объектов и систем по экспериментальным данным. Принципы описания сложных систем, декомпозиция и агрегирование сложных моделей. Использование полных и дробных факторных экспериментов при идентификации объектов управления. Экспериментальные методы исследования объектов управления при периодических воздействиях, определение частотных характеристик объектов управления. Определение динамических характеристик линейных объектов при апериодических воздействиях. Уравнение статистической идентификации и основные методы его решения. Регуляризация решения уравнения статистической идентификации. Типовая идентификация объектов управления. Принципы построения систем идентификации с настраиваемыми моделями. Алгоритмы настройки моделей. Идентификация нелинейных объектов с использованием линеаризованных моделей и с использованием функциональных степенных рядов. Диагностические модели, структура типовой системы диагностики. Основные требования к первичной диагностической информации, выделение информативных признаков. Спектральные характеристики процессов, используемые в задачах диагностики. Сжатие диагностической информации. Методы логического и тестового контроля. Использование теории распознавания образов при диагностике систем управления, формирование словаря диагностических признаков. Аппаратно-программные комплексы для идентификации и диагностики систем управления.

### **III. Методические указания по подготовке и выполнению вступительного испытания**

Основной целью вступительного экзамена в магистратуру по направлению 27.04.04 Управление в технических системах является выявление следующих компетенций:

- знание основ теории автоматического управления и системного анализа, теории и практики моделирования систем управления, анализа технических систем, проектирования и управления сложными техническими системами различного назначения;

- понимание взаимодействия различных видов элементов, объектов и составных частей сложных систем, устройств, приборов и механизмов различного назначения при функционировании и управлении сложными техническими системами;

- умение правильно выбирать методы исследования;

- владение теоретическими основами и практическими навыками исследования сложных систем различного назначения.

### **IV. Рекомендованный библиографический список**

#### **Основная литература**

1. Сеславин, А. И. Теория автоматического управления. Линейные, непрерывные системы : учебник / А.И. Сеславин. — Москва : ИНФРА-М, 2021. — 314 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). — DOI 10.12737/1014654. - ISBN 978-5-16-015022-2. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1014654> (дата обращения: 02.09.2022). – Режим доступа: по подписке.

2. Жежера, Н. И. Проектирование цифровых систем автоматического управления на основе теории z-преобразований : учебное пособие / Н. И. Жежера. - Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2021. - 244 с. - ISBN 978-5-9729-0549-2. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1831996> (дата обращения: 02.09.2022). – Режим доступа: по подписке.

3. Совершенствование технологии производства окатышей и нового железорудного сырья для современной доменной плавки: теория, технология и

оборудование подготовки шихт и их окомкования в производстве окатышей В 2 т. Т. 1 : монография / Ф. М. Журавлев, В. П. Лялюк, Н. И. Ступник [и др.]. - Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2020. - 332 с. - ISBN 978-5-9729-0455-6. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1168571> (дата обращения: 02.09.2022). – Режим доступа: по подписке.

4. Совершенствование технологии производства окатышей и нового железорудного сырья для современной доменной плавки: теория, технология и оборудование термоупрочнения сырых окатышей и нового железорудного сырья. В 2 т.Т. 2 : монография / Ф. М. Журавлев, В. Я. Лялюк, Н. И. Ступнин [и др.] - Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2020 - 368 с. - ISBN 978-5-9729-0456-3. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1168584> (дата обращения: 02.09.2022). – Режим доступа: по подписке.

5. Емельянов, С. Г. Автоматизированные нечетко-логические системы управления : монография / С.Г. Емельянов, В.С. Титов, М.В. Бобырь. — Москва : ИНФРА-М, 2021. — 175 с. — (Научная мысль). - ISBN 978-5-16-009759-6. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1167848> (дата обращения: 02.09.2022). – Режим доступа: по подписке.

6. Поляков, А. Е. Электрические машины, электропривод и системы интеллектуального управления электротехническими комплексами : учебное пособие / А.Е. Поляков, А.В. Чесноков, Е.М. Филимонова. — Москва : ФОРУМ : ИНФРА-М, 2021. — 224 с. — (Среднее профессиональное образование). - ISBN 978-5-00091-720-6. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1209815> (дата обращения: 02.09.2022). – Режим доступа: по подписке.

7. Москаленко, В. В. Системы автоматизированного управления электропривода : учебник / В.В. Москаленко. — Москва : ИНФРА-М, 2021. — 208 с. — (Среднее профессиональное образование). - ISBN 978-5-16-005116-1. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1157271> (дата обращения: 02.09.2022). – Режим доступа: по подписке.

8. Системные методы анализа и синтеза интеллектуально-адаптивного управления : монография / С. О. Крамаров, Ю. А. Смирнов, С. В. Соколов, В. Н. Таран. — Москва : РИОР : ИНФРА-М, 2021. — 238 с. — (Научная мысль). - ISBN 978-5-369-01571-1. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1243846> (дата обращения: 02.09.2022). – Режим доступа: по подписке.

9. Синергия стратегического управления : учебник для магистров / под ред. д.э.н., проф. И. К. Ларионова. - 3-е изд. - Москва : Издательско-торговая корпорация «Дашков и К°», 2021. - 479 с. - ISBN 978-5-394-04266-9. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1449639> (дата обращения: 02.09.2022). – Режим доступа: по подписке.

10. Электронные системы управления работой дизельных двигателей : учебное пособие / под ред. С.И. Головина. — Москва : ИНФРА-М, 2021. — 160 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). — DOI 10.12737/20865. - ISBN 978-5-

16-012067-6. - Текст : электронный. - URL:  
<https://znanium.com/catalog/product/1515070> (дата обращения: 02.09.2022). –  
Режим доступа: по подписке.

### **Дополнительная литература**

1. Егоренков Д.Л., Фрадков А.Л., Харламов В.Ю. Основы математического моделирования с примерами на языке MATLAB: Учебн. пособие / Под ред. А.Л. Фрадкова. СПб.: Изд-во БГТУ, 1996.
2. Мирошников А.Н., Румянцев С.Н. Моделирование систем управления технических средств транспорта: Учебн. пособие. СПб: Элмор, 1999.
3. Вабищевич П.Н. Численное моделирование: Учебн. пособие. М.: Изд-во МГУ, 1993.
4. Самарский А.А., Михайлов А.П. Математическое моделирование: Идеи. Методы. Примеры. М.: Наука, 1997.
5. Хвощ С.Т., Варлинский Н.Н., Попов Е.А. Микропроцессоры и микро-ЭВМ в системах автоматического управления: Справочник. – Л.: Машиностроение, 1987.
6. Крылова Е.Л., Наседкин А.В., Немудрук М.Л. и др. Программно-технические комплексы микропроцессорных систем автоматизации и управления. Учебное пособие.- СПб.: ИПЦ СПбГЭТУ(ЛЭТИ), 1999.
7. Антонов В.Н., Наседкин А.В., Федоров М.С. и др. Технические средства микропроцессорных распределенных систем управления. - Л.: ЛЭТИ, 1989.

### **Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы**

1. Российская государственная библиотека [www.rsl.ru](http://www.rsl.ru)
2. Российская национальная библиотека [www.nlr.ru](http://www.nlr.ru)
4. Библиотека Академии наук [www.rasl.ru](http://www.rasl.ru)
5. Библиотека по естественным наукам РАН [www.benran.ru](http://www.benran.ru)
6. Всероссийский институт научной и технической информации (ВИНИТИ) [www.viniti.ru](http://www.viniti.ru)
7. Государственная публичная научно-техническая библиотека [www.gpntb.ru](http://www.gpntb.ru)
8. Научная библиотека Санкт-Петербургского государственного университета [www.geology.spbpu.ru/library/](http://www.geology.spbpu.ru/library/)
9. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU [www.elibrary.ru](http://www.elibrary.ru)