

**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ДРУЖБЫ НАРОДОВ
ИМЕНИ ПАТРИСА ЛУМУМБЫ»
(РУДН)**

ИНЖЕНЕРНАЯ АКАДЕМИЯ

УТВЕРЖДЕНА
Ученым Советом
Инженерной академии
Протокол № 2022-08/24-12/1 от «09» декабря 2024 г.

ПРОГРАММА

междисциплинарного вступительного экзамена

в магистратуру по направлению подготовки

27.04.04 «УПРАВЛЕНИЕ В ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ»

(все образовательные программы)

(новая редакция)

Программа составлена на основе Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки бакалавров 27.03.04 «Управление в технических системах»

ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ

При поступлении в магистратуру проверяется владение следующими профессиональными и общекультурными компетенциями:

- знаниями в области основ кибернетики и алгоритмизации;
- знаниями основ теории автоматического управления;
- знаниями методов оптимизации;
- умениями решать практические задачи по данным разделам;
- владением грамотной письменной речью;
- владением терминологией на языке преподавания программы.

ОСНОВНЫЕ РАЗДЕЛЫ ПРОГРАММЫ

I. БАЗОВАЯ ЧАСТЬ

(основы кибернетики, алгоритмизация, оптимизационные задачи)

- 1) Методы анализа алгоритмов. Алгоритмы сортировки: выбора, вставки и пузырьков. / Methods of algorithms analysis. Sorting algorithms: selection, insertion and bubbles.
- 2) Рекурсивные алгоритмы. Методы устранения рекурсии. Методы анализа рекурсивных алгоритмов. / Recursive algorithm. Methods of elimination of recursion. Methods of recursive algorithms analysis.
- 3) Алгоритмы быстрой сортировки Хоара, Шелла. / Algorithms of quick sort by Hoare, Shell.
- 4) Архитектура ЭВМ. Структура Фон Неймана. Устройство процессора. / Computer architecture. Von Neumann Structure. Processor architecture.
- 5) Устройство оперативной памяти. / Architecture of RAM.
- 6) Постоянные носители информации. Магнитные накопители. Лазерные диски. Флэш-память. / Permanent storage of information. Magnetic drives. Laser disks. Flash memory.
- 7) Параллельные вычислительные машины. Кластеры. Супер-ЭВМ. / Parallel computers. Clusters. A super-computer.
- 8) Локальные вычислительные сети. Состав, структура, протоколы, организация. / Local area network. Structure, protocols, organization.
- 9) Глобальная вычислительная сеть Internet. Семиуровневая модель передачи данных. Адресация в сети Internet. / Global computer network Internet. Seven-level model of data transmission. Addressing on the Internet.
- 10) Логика высказываний. Логические операции. Формулы логики

высказываний. Логическая функция. Дизъюнктивные и конъюнктивные канонические формы. Приведение логической функции к элементарному виду. / Propositional logic. Logical operations. Formulas of logic statements. Logic functions. Disjunctive and conjunctive canonical forms. Elementary form of logical functions.

11) Графы. Неориентированные и ориентированные графы. Пути. Матрицы смежности и инцидентности. Степени вершин. / Graphs. Undirected and oriented graphs. Ways. Adjacency and incidence matrices. The degree of a vertex.

12) Алгоритм Дейкстры поиска кратчайшего пути в графе. / Dijkstra's algorithm for finding the shortest path in a graph.

13) Алгоритм Флойда-Уоршелла поиска всех кратчайших путей в графе. / Floyd-Warshall algorithm for finding all shortest paths in a graph.

14) Деревья. Построение остовных деревьев. Матричная формула Кирхгофа. / Trees. Construction of spanning trees. The formula of the Kirchhoff matrix.

15) Потоки в сетях. Разрез сети. Алгоритм Форда-Фалкерсона для поиска максимального потока в сети. / Flows in networks. Bandwidth and flow matrices. Ford-Fulkerson algorithm to find the maximum flow in the network.

16) Кибернетические модели сетевого планирования. Критический путь. Сетевые графики комплекса работ. Основные параметры. Расчет временных параметров. / Cybernetic models of network planning. Critical path. Network schedules of the complex of works. Main parameters. Calculation of time parameters.

17) Задача линейного программирования. Графическая интерпретация задачи. / Linear programming problem. Graphical interpretation of the problem.

18) Симплекс метод. Метод искусственного базиса. / Simplex method. The method of artificial basis.

19) Транспортная задача. Методы нахождения начального решения. / Transport problem. Methods for finding the initial solution.

20) Транспортная задача. Метод потенциалов для решения транспортной задачи. / Transport problem. The potential method for solving the transport problem.

21) Задача о назначении. Венгерский метод. / Assignment task. Hungarian method.

22) Задача целочисленного программирования. Задача «о ранце». Метод Гилмора-Гомори. / The problem of integer programming. Knapsack problem. Gilmore-Gomory method.

23) Задачи целочисленного программирования. NP-полные задачи. Задача коммивояжера. / Integer programming problems. NP-complete tasks. Traveling salesman problem.

24) Многокритериальная оптимизация. Множество Парето. Определение

компромиссного решения на основе «идеальной точки». / Multicriteria optimization. Pareto set. Definition of a compromise solution based on the "ideal point".

25) Равновесие по Нэшу в матричных играх. / Nash equilibrium in matrix games.

II. СПЕЦИАЛЬНАЯ ЧАСТЬ ПРОГРАММЫ, РЕАЛИЗУЕМЫЕ НА РУССКОМ ЯЗЫКЕ

БЛОК № 1

1) Системы автоматического управления. Автоматизированные системы управления. Структурные схемы систем управления. Типовой состав системы автоматического регулирования.

2) Системы автоматического управления. Аналоговые, дискретные и цифровые сигналы. Классификация динамических систем. Операторная форма уравнений динамики.

3) Описание систем. Каноническая форма Коши. Уравнения состояния и выхода. Фазовые траектории. Переходная матрица системы.

4) Передаточная функция. Свойства передаточной функции, связь с временными характеристиками.

5) Передаточные функции типовых звеньев. Преобразования структурных схем систем управления.

6) Управляемость и наблюдаемость системы управления. Критерии управляемости и наблюдаемости линейных стационарных систем.

7) Частотные характеристики. Логарифмические и асимптотические частотные характеристики. Частотные характеристики типовых звеньев системы автоматического регулирования. Диаграммы Боде. Сопрягающие частоты. Построение частотных характеристик.

8) Устойчивость линейных стационарных систем. Критерий устойчивости Гурвица.

9) Устойчивость линейных стационарных систем. Критерий устойчивости Рауса.

- 10) Виды регуляторов. П-, ПД-, ПИ-, ПИД-регуляторы и их функционирование.
- 11) Принцип аргумента. Частотный критерий устойчивости А.В. Михайлова
- 12) Частотный критерий устойчивости Найквиста. Определение устойчивости по амплитудно-фазовым частотным характеристикам. Запасы устойчивости по фазе и амплитуде.
- 13) Метод гармонической линеаризации. Типовые нелинейности.
- 14) Случайные процессы. Корреляционная функция. Спектральная плотность. Белый шум.
- 15) Нейронные сети. Персептрон. Функция активации. Многослойные нейронные сети. Области применения нейронных сетей.
- 16) Алгоритмы обучения нейронных сетей. Алгоритм обратного распространения ошибки. Генетический алгоритм для обучения нейронной сети.
- 17) Управление с нечеткой логикой. Нейро-нечеткое управление.
- 18) Дискретные системы управления. Z-преобразование. Аппроксимация нулевого порядка и билинейная аппроксимация Тастина.
- 19) Типовой состав системы автоматического управления. Классы систем управления. Методы оптимизации управления.
- 20) Интеллектуальная система управления. Функциональная схема Анохина-Пупкова.
- 21) Простейшая вариационная задача. Уравнение Эйлера. Условие Лежандра.
- 22) Уравнение Эйлера для функционалов со старшими производными. Условия Лежандра.
- 23) Вариационные задачи оптимального управления. Задача Лагранжа.
- 24) Вариационные задачи оптимального управления. Задача Больца.
- 25) Принцип максимума Л.С. Понтрягина для решения задачи оптимального управления. Критерий в форме Лагранжа.
- 26) Принцип максимума Л.С. Понтрягина для решения задачи оптимального управления. Задача быстрогодействия.
- 27) Функциональное уравнение Р. Беллмана для решения задачи оптимального управления.
- 28) Многокритериальная оптимизация. Стабильно-эффективные компромиссы. СТЭК-1, СТЭК-2, СТЭК-4.
- 29) Многокритериальная оптимизация. Равновесие в форме «Угрозы-контругрозы», СТЭК-5, СТЭК-7.

30) Кооперативное взаимодействие. Дележ по Шепли.

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Андерсон Дж.А. Дискретная математика и комбинаторика. – М.: Вильямс, 2004 – 960 с.
2. Андреева Е.А., Цирулева В.М. Вариационное исчисление и методы оптимизации. М.: Высшая школа. 2006. – 584 с.
3. Аттетков А.В., Галкин С.В., Зарубин В.С. Методы оптимизации – М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2003 – 440 с.
4. Афанасьев В.Н. Оптимальные системы управления. Аналитическое конструирование. Учеб. пособие – РУДН, 2007. 260 с.
5. Ахо Альфред В., Хопкрофт Джон, Ульман Джефффри Д., Структуры данных и алгоритмы. – М.: Изд. дом Вильямс, 2000. – 384 с.
6. Беляев Ю.М. Инновационный менеджмент: Учебник для бакалавров / Ю.М. Беляев. – М.: Дашков и К, 2016. – 220 с.
7. Бесекерский В.А., Попов Е.П. Теория систем автоматического регулирования. – М.: Изд-во Профессия, 2004. – 747 с.
8. Ванько В.И., Ермошина О.В., Кувыркин Г.Н Вариационное исчисление и оптимальное управление – М.: МГТУ им. Баумана; 2002. – 488 с.
9. Вентцель Е.С. Исследование операций. – М.: Советское радио, 1972. – 556 с.
10. Воронов Е.М. Методы оптимизации управления многообъектными многокритериальными системами на основе стабильно-эффективных игровых решений. – М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2001. – 576 с.
11. Гуров В.В. Чуканов В.О. Основы теории и организации ЭВМ. – М.: Интернет-университет информационных технологий - ИНТУИТ.ру, 2006. – 280 с.
12. Дармилова Ж.Д. Инновационный менеджмент: Учебное пособие для бакалавров / Ж.Д. Дармилова. — М.: Дашков и К, 2016. — 168 с..
13. Дорф Р., Бишоп Р. Современные системы управления – М.: Изд-во Лаборатория базовых знаний, 2004. – 832 с.
14. Маркеев А.И. Правовое регулирование инновационной деятельности: учебное пособие // СПС КонсультантПлюс. 2015.
15. Методы классической и современной теории автоматического управления: Учебник в 5-ти томах / под редакцией К.А. Пупкова. – М.: Изд-во МГТУ им Н.Э. Баумана, 2004 г.
16. Модернизация экономики на основе технологических инноваций / А.Н. Асаул, Б.М. Карпов, В.Б. Перевязкин, М.К. Старовойтов. - СПб: АНО ИПЭВ, 2008. - 606 с.
17. Пантелеев А.В., Летова Т.А. Методы оптимизации в примерах и задачах: Учебное пособие – М.: Высшая школа, 2005. – 544 с.

18. Просветов Г.И. Методы оптимизации. Учебно-практическое пособие. – М.: Альфа-Пресс, 2009. – 168 с.
19. Сборник задач по теории автоматического регулирования и управления/ Под ред. В.А. Бесекерского. – М.: Наука, 1978.
20. Таха Х.А. Введение в исследование операций. – М.: Вильямс, 2005. – 912 с.
21. Управление инновационным потенциалом производственных систем: Учеб. пособие / В.В. Герасимов, Л.С. Минина, А.В. Васильев; Новосиб. гос. архитектур.-строит. ун-т. -Новосибирск: НГАСУ, 2003.
22. Шикин Е.В. От игр к играм: математическое введение. – М.: URSS, 2007. – 112 с.

QUESTIONS TO ENGLISH PROGRAMS

UNIT № 1

- 1) Kinematics of space robotic systems.
- 2) Dynamics and control of space robotic systems.
- 3) Space robotic arm. Design, primary functions.
- 4) Autonomous space vehicles. Design, primary functions.
- 5) The voice control problem. Technology, application.
- 6) Expert systems. Technology, practice.
- 7) Intelligent systems. Modern approach.
- 8) Intelligent assistant. Functions, practice.
- 9) Space drives. Characteristics, primary functions, control.
- 10) Space orbital communication. Technologies, equipment.
- 11) Autonomous space docking problem.
- 12) Autonomous space transporting problem.
- 13) Orbital debris removal problem.

- 14) Block diagram of the microcontroller. Primary functions of the main elements of the microcontroller.
- 15) Robotic servomotors. Structure, primary functions, principle of operation.
- 16) Ultrasonic sensor. Structure, primary functions, principle of operation.
- 17) The task of recognizing an object in the frame by a given pattern. Solution algorithms.
- 18) Space vision systems. Equipment configuration, primary functions.
- 19) Machine learning. Algorithms.
- 20) Remote sensing of the Earth.

UNIT № 2

- 1) Smart home systems. Classification, primary functions.
- 2) Smart city intelligent systems. Classification, primary functions.
- 3) Smart city transportation problem. Practical approach.
- 4) Smart city lighting.
- 5) The task of building a communication network of minimal cost.
- 6) Wireless data transmission technologies. Comparison of technologies, primary functions.
- 7) Topology of Wi-Fi network. Equipment configuration, primary functions.
- 8) The calculation of the communication range between two access points in the Wi-Fi wireless network. Differences in the frequency bands 2.4 and 5 GHz.
- 9) The topology of the LTE network. Equipment configuration, primary functions.
- 10) Bluetooth data transmission technology, primary functions.
- 11) Types of wireless sensors. Principle of operation.
- 12) RFID tag. Principle of operation.
- 13) The task of recognizing an object in the frame by a given pattern. Solution algorithms.
- 14) Presence detector. Structure, primary functions, principle of operation.
- 15) QR-code. Application practice.
- 16) Vision systems. Equipment configuration, primary functions.
- 17) Internet of things.
- 18) Big data analysis.

- 19) Augmented reality systems. Sequence of image formation procedures. Types of equipment. Application.
- 20) Virtual reality systems. The algorithm of formation of the image. Types of equipment. Application.

UNIT № 3

- 1) Definition of remote sensing. Advantages and disadvantages of remote sensing in comparison to ground and aerial surveys.
- 2) Passive and active remote sensing. Give examples for both types.
- 3) Is it possible to record electromagnetic energy to image the Earth during night? If yes, how can it be achieved?
- 4) What type of orbit does normally have remote sensing satellites? What are the advantages of this orbit type?
- 5) Main applications of Earth remote sensing.
- 6) Spatial, spectral and radiometric resolution of a satellite sensor. What are two characteristics of electromagnetic radiation that are particularly important for understanding remote sensing?
- 7) Electromagnetic spectrum. What parts of it are used in remote sensing of the Earth?
- 8) How does the electromagnetic energy, used in remote sensing, interacts with the atmosphere?
- 9) Explain the concept of atmospheric windows in remote sensing.
- 10) How does the electromagnetic energy, used in remote sensing, interacts with targets on the Earth's surface? What is a Geographic Information System (GIS)? Describe its key components.
- 11) What is a raster data model? What are common file formats to store raster data? Give examples of different types of geographic information that can be stored as raster data.
- 12) What is a vector data model? What are common file formats to store vector data? Give examples of different types of geographic information that can be stored as vector data.
- 13) In Geographic Information Systems (GIS), what geographic data is better to store in a raster form, and what data in a vector form?
- 14) What is the total number of pixel values that an 8-bits raster image can have?

- 15) What is the total number of pixel values that a 16-bits raster image can have? How many meters does 1 mm on a map – drawn at a scale of 1:2000 – represent on the ground?
- 16) How many meters does 1 mm on a map – drawn at a scale of 1:25,000 – represent on the ground?
- 17) How many meters does 1 mm on a map – drawn at a scale of 1:50,000 – represent on the ground?
- 18) How many meters does 1 mm on a map – drawn at a scale of 1:100,000 – represent on the ground?
- 19) How many meters does 1 mm on a map – drawn at a scale of 1:250,000 – represent on the ground?
- 20) How many meters does 1 mm on a map – drawn at a scale of 1:500,000 – represent on the ground?
- 21) How many meters does 1 mm on a map – drawn at a scale of 1:1,000,000 – represent on the ground?
- 22) Calculate how much computer memory (in kilobytes) an image of 8 bits and the size of 512x512 pixels would require to store?
- 23) Calculate how much computer memory (in megabytes) an image of 16 bits and the size of 512x512 pixels would require to store? Convert a wavelength of 300 nm (nanometers) into a corresponding frequency (Hz). What is the name of the spectral range this wave belongs to?
- 24) Convert a wavelength of 600 nm (nanometers) into a corresponding frequency (Hz). What is the name of the spectral range this wave belongs to?
- 25) Convert a wavelength of 1 μm (micrometer) into a corresponding frequency (Hz). What is the name of the spectral range this wave belongs to?
- 26) Convert a wavelength of 10 mm (millimeters) into a corresponding frequency (Hz). What is the name of the spectral range this wave belongs to?
- 27) Electromagnetic wave "A" has a frequency of 10 GHz (Gigahertz). Is the wavelength of "A" greater than the wavelengths of red part of the spectrum? What is the name of the spectral range the wave "A" belongs to?
- 28) Electromagnetic wave "A" has a frequency of 500 THz (Terahertz). Is the wavelength of "A" greater than the wavelengths of near-infrared range? What is the name of the spectral range the wave "A" belongs to?

UNIT № 4

- 1) Nature, types and properties of innovation.
- 2) Patterns of innovation development.
- 3) Innovative infrastructure.
- 4) Conditions and factors for creating innovations.
- 5) Innovative entrepreneurship.
- 6) Stages of the company's life cycle and sources of financing.
- 7) Intellectual property management.
- 8) Human capital management in innovative business.
- 9) Basic concepts of innovation management.
- 10) Classification of innovations.
- 11) Development of an innovative enterprise strategy.
- 12) Analysis of demand for scientific and technical products.
- 13) Evaluation of innovation - economic and social efficiency.
- 14) Planning of business processes in innovative projects.
- 15) Investing in an innovation project.
- 16) Nature and principles of innovative projects management.
- 17) Organizational structures for innovative projects management.
- 18) Personnel in innovative projects management.
- 19) Expertise of innovative projects.
- 20) Innovation policy of the company.
- 21) Marketing strategies in innovative activity.
- 22) Information technologies in innovative projects management.
- 23) Innovative infrastructure in Russia.
- 24) Legal support for innovative activity.
- 25) Financial support for innovative activity.

RECOMMENDED LITERATURE

- 1 Advances in Robot Kinematics: Mechanisms and Motion, Springer International Publishing, 2018, 477 p. by Jadran Lenarcic, Vincenzo Parenti-Castelli.
- 2 Augmented Reality: Principles and Practice (Usability), Addison-Wesley, 2016, 525 p. by Dieter Schmalstieg, Tobias Hollerer.
- 3 Big Data and The Internet of Things: Enterprise Information Architecture for a New Age, Apress, 2015, 220 p. by Robert Stackowiak, Art Licht, Venu Mantha, Louis Nagode.
- 4 Building Intelligent Systems: A Guide to Machine Learning Engineering, Apress, 2018, 339 p. by Geoff Hulten.
- 5 Computer Organization and Architecture, 9th Edition, 2012, 792 p. by William Stallings.
- 6 Game Theory: An Introduction, Princeton University Press, 2013, 416 p. by Steven Tadelis.
- 7 Innovation and Entrepreneurship Paperback, 2006 by Peter F. Drucker.
- 8 Innovation Management and New Product Development (5th Edition) 5th Edition by Paul Trott 2009.
- 9 Innovation Management: Effective strategy and implementation 3rd ed. 2017 Edition by Keith Goffin, Rick Mitchell.
- 10 Intelligent Systems: A Modern Approach, Springer, 2011 456 p. by Ajith Abraham, Crina Grosan.
- 11 Introduction to Algorithms, 3rd edition, The MIT Press, 2009, 1312 p. by Clifford Stein, Thomas H Cormen, Ronald L Rivest, Charles E Leiserson.
- 12 Introduction to Graph Theory, 2nd Edition, Prentice Hall, 2011, 470 p. by Douglas B. West.
- 13 Linear Programming and Network Flow, Wiley, 2011, 764 p. by Mokhtar S. Bazaraa, John J. Jarvis, Hanif D. Sherali.
- 14 Machine Learning: An Algorithmic Perspective, 2nd Edition, Chapman And Hall, 2014, 457 p. by Stephen Marsland.
- 15 Making Innovation Work: How to Manage It, Measure It, and Profit from It, Updated Edition Hardcover, 2012 by Tony Davila, Marc Epstein, Robert Shelton.
- 16 Managing innovation: integrating technological, market and organizational change Joseph Tidd, J R Bessant 2009 and Sixth Edition 2018.
- 17 Multiobjective Linear and Integer Programming, Springer, 2016, 278 p. by Carlos Henggeler Antunes, Maria Joao Alves, Joao Climaco
- 18 Operations Research Calculations Handbook, Second Edition, CRC Press, 2009, 258 p. by Dennis Blumenfeld.

- 19 Robot Dynamics Algorithms, Springer, 2007, 211 p. by Roy Featherstone.
- 20 Robotics, Vision and Control: Fundamental Algorithms in Matlab, Second, Completely Revised, Extended and Updated Edition, Springer, 2017, 697 p. by Peter Corke.
- 21 Sensing and Control for Autonomous Vehicles: Applications to Land, Water and Air Vehicles, Springer, 2017, 512 p. by Thor I. Fossen and Kristin Y. Pettersen.
- 22 Smart Cities, Smart Mobility: Transforming the Way We Live and Work, Matador, 2017, 200 p. by Lukas Neckermann.
- 23 Smart Cities: Foundations, Principles and Applications, Wiley, 2017, 912 p. by Houbing Song, Ravi Srinivasan, Tamim Sookoor, Sabina Jeschke.
- 24 Tethered Space Robot: Dynamics, Measurement and Control, Academic Press, 2018, 312 p. by Panfeng Huang, Zhongjie Meng, Jian Guo, Fan Zhang.
- 25 The Innovator's Solution: Creating and Sustaining Successful Growth Hardcover, 2013 by Clayton M. Christensen, Michael E. Raynor.
- 26 Wireless Technology: Applications, Management, and Security, Springer, 2009, 259 p. by Steven Powell, J. P. Shim.

**ПОРЯДОК ПРОВЕДЕНИЯ ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ
в форме компьютерного тестирования на программы магистратуры по
направлению 27.04.01 «Управление в технических системах»**

Междисциплинарные испытания при приеме на обучение по программам магистратуры на направление 27.04.01 «Управление в технических системах» проводятся в форме теста, формируемого электронной системой сопровождения экзаменов (ЭССЭ) методом случайной выборки заданий из подготовленного банка тестовых заданий, с автоматической проверкой ЭССЭ правильности выполненных заданий (компьютерный тест).

Компьютерный тест состоит из 50 вопросов с множественным выбором ответа: с выбором одного правильного ответа из множества, вопросы на соответствия. На выполнение всего теста отводится 100 минут.

Тест оценивается из расчета 100 баллов. Для вопросов с выбором одного правильного ответа и вопросов на соответствия: за правильный ответ начисляется 2 балла, за неправильный - ноль.