

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
**«НИЖЕГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ ИМ. Р.Е. АЛЕКСЕЕВА» (НГТУ)**



УТВЕРЖДАЮ:

Первый проректор-проректор  
по образовательной деятельности

Е.Г. Ивашкин

16 января 2026 г.

**ПОРЯДОК ПРОВЕДЕНИЯ ВСТУПИТЕЛЬНЫХ ИСПЫТАНИЙ**

по программам магистратуры

**ПЕРЕДОВОЙ ИНЖЕНЕРНОЙ ШКОЛЫ  
АТОМНОГО МАШИНОСТРОЕНИЯ И СИСТЕМ  
ВЫСОКОЙ ПЛОТНОСТИ ЭНЕРГИИ**

**в 2026 г.**

СОГЛАСОВАНО:  
Директор ПИШ

А.В. Тумасов

15 января 2026 г.

Нижний Новгород, 2026 г.

**09.04.01 Информатика и вычислительная техника**  
**Направленность программы «Системный анализ и проектирование открытых**  
**информационных систем»**

**1. Общие требования**

В соответствии с документами, утвержденными ректором НГТУ, а именно: Правилами приема на обучение по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры в Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева на 2026/2027 учебный год, Порядком проведения конкурсного отбора в магистратуру университета на 2026/2027 учебный год, Дополнением к Порядку проведения конкурса отбора в магистратуру университета на 2026/2027 учебный год, для поступающих в магистратуру устанавливается одно вступительное испытание в форме экзамена по соответствующему направлению подготовки магистратуры.

Вступительное испытание проводится согласно расписанию, утвержденного председателем отборочной комиссии ПИШ. Формат испытания – письменный экзамен по вопросам, включенными в экзаменационные билеты (по 3 вопроса в экзаменационном билете). Продолжительность экзамена составляет 120 минут.

Ответы на каждый вопрос оформляются на проштампованных листах и сдаются приемной комиссии. Проверка сданных работ осуществляется тремя членами комиссии, которые совместно принимают решение о выставлении оценки.

После проведения вступительного экзамена аттестационная комиссия устанавливает абсолютное значение следующих рейтинговых показателей по каждому из кандидатов:

№ п/п	Виды оценочных средств	Балл
1	<b>Оценка, полученная на вступительном экзамене</b> (для абитуриентов, имеющих документ о высшем образовании по направлению подготовки или специальностям отличным от 09.03.01 Информатика и вычислительная техника)	
	<b>Оценка выпускной квалификационной работы</b> (для абитуриентов, имеющих документ о высшем образовании по направлению подготовки 09.03.01 Информатика и вычислительная техника)	
2	<b>Баллы за индивидуальные достижения по направлению подготовки (портфолио)</b>	
3	<b>Средний балл по оценкам дисциплин, курсовых работ (проектов) и практик, включенных в приложение к документу о высшем образовании и о квалификации (умноженный на 10)</b>	
<b>ИТОГО</b>		

По результатам проведенных вступительных испытаний по программе магистратуры «Системный анализ и проектирование открытых информационных систем» формируется ранжированный рейтинговый список (по принципу убывания итогового рейтинга).

## **2. Перечень вопросов для проведения экзамена**

### ***Дисциплина «Программирование на языке С»***

1. Организация ввода-вывода в языке Си. Форматный ввод-вывод.
2. Массивы. Индексные выражения. Хранение в памяти одномерных и многомерных массивов.
3. Структуры и объединения. Вариантные структуры. Поля битов.
4. Правила определения переменных и типов. Инициализация данных.
5. Определение и вызов функций. Фактические и формальные параметры.
6. Определение и вызов функций. Передача массивов и указателей на функции. Механизм обработки вызова функции.
7. Определение и вызов функций. Предварительная инициализация параметров, функции с переменным числом параметров. Передача параметров функции main.
8. Время жизни и область видимости программных объектов. Классы памяти. Инициализация глобальных и локальных переменных.
9. Динамические объекты. Способы выделения и освобождения памяти. Линейный односвязный список.
10. Динамические массивы. Особенности выделения и освобождения памяти для многомерных массивов.
11. Директивы препроцессора. Макроопределения.
12. Низкоуровневые средства управления памятью в С: malloc, callor, realloc, free.
13. Указатели на функции, массивы указателей на функции. Вызов функции через указатель на функцию. Указатели на функции в качестве параметра вызова и результата, возвращаемого из функции.

### ***Дисциплина «Системный анализ и принятие решений»***

1. Сложность алгоритмов на графах.
2. Задача о наибольшем потоке.
3. Рекурсивные алгоритмы.
4. Машина Тьюринга.
5. Алгебра высказываний.
6. Отношение логического следования. Метод резолюций.
7. Логика предикатов.
8. Этапы решения многовариантных задач.
9. Многокритериальные задачи и методы их решения.
10. Методы динамического программирования.

### ***Дисциплина «Принципы и методы организации системных программных средств»***

1. Методы реализации многозадачного режима. Сравнение систем с вытесняющей и невытесняющей многозадачностью.
2. Управление потоками в ОС. Цели и особенности разработки многопоточных приложений.
3. Задача и способы организации взаимодействия процессов, реализация критических секций. Особенности использования семафоров, событий и сигналов.
4. Взаимоблокировки: условия их возникновения, обнаружения, устранения и предотвращения.

5. Управление физическими и виртуальными ресурсами в ОС. Понятие виртуальной машины и примеры реализации.
6. Сравнение свойств различных уровней памяти вычислительной системы. Основные задачи управления памятью.
7. Виртуализация памяти, достоинства и недостатки. Сравнение сегментной и страничной виртуальной памяти.
8. Аппаратная поддержка виртуальной памяти в МП Intel x86.
9. Защита памяти в МП Intel x86 на сегментном и страничном уровнях.
10. Способы взаимодействия процессов с разными уровнями привилегий.
11. Прерывания в защищенном режиме работы процессора. Шлюзы.
12. Задачи управления внешними устройствами. Основные принципы реализации драйверов устройств.
13. Физический уровень дисковой памяти. Работа с дисковыми устройствами на уровне BIOS. Подготовка жесткого диска к использованию и основные правила эксплуатации при установке нескольких ОС.
14. Логическая структура диска в файловой системе FAT. Причины логических неисправностей файловой системы. Методы и средства программного контроля дисковой памяти и восстановления данных.
15. Характеристика и базовые принципы построения файловой системы NTFS.
16. Реализация расширенных возможностей файловой системы NTFS: сжатие данных и шифрование (EFS).
17. Система прерываний в реальном режиме процессора.
18. Основные принципы построения трансляторов. Лексический и синтаксический анализаторы. Организация таблиц идентификаторов.
19. Базовые принципы построения и логика развития ОС Linux.
20. Управление процессами и устройствами в ОС Linux.
21. Модель процессов в POSIX. Ресурсы процесса, POSIX-механизмы управления процессами.
22. Модель потоков в POSIX. Ресурсы потока, POSIX-механизмы управления потоками.
23. POSIX механизм межпроцессного взаимодействия.
24. POSIX интерфейс для работы с файлами.
25. Низкоуровневый файловый ввод-вывод, функции read(), write().
26. POSIX механизмы передачи сообщений.

### ***Дисциплина «Сети и телекоммуникации»***

1. Организация передачи данных в структурах типа точка-точка, основные проблемы и подходы к их решению.
2. Асинхронные и синхронные протоколы передачи данных.
3. Проблемы организации доступа к передающей среде в локальных сетях и основные подходы к их решению.
4. Локальная сеть Ethernet: общая идеология и основные технологии.
5. Мосты: назначение, алгоритмы работы, основные типы, рекомендации по использованию.
6. Коммутаторы: назначение, алгоритмы работы, основные типы, рекомендации по использованию.

7. Понятие виртуальных сетей, их организация и назначение, организация VLAN в сетевых структурах с несколькими коммутаторами.
8. Технологии Fast Ethernet, Gigabit Ethernet, возможности по совместному использованию разных технологий Ethernet.
9. Общая идеология построения объединенных IP-сетей.
10. Адресация в IP-сетях, структура адреса, основные соглашения по использованию адресов.
11. Протоколы маршрутизации в IP-сетях. Структура и содержание таблицы маршрутизации локального узла IP-сети.
12. ARP/RARP протокол, назначение и принцип действия, режим прокси ARP.
13. Технологии ISDN, общие принципы построения, оборудование на стороне абонента
14. Технологии DSL, общие принципы работы, области применения.
15. Технологии цифровых выделенных линий (PSTN, SONET/SDH): общая идеология, области использования.
16. Организация передачи данных в сетях с коммутацией пакетов с использованием технологии виртуальных каналов.
17. Виды удаленного доступа и их сравнение. Удаленный доступ через промежуточные сети, технологии VPN.
18. Назначение и функции Telnet и SSH протоколов. Процесс установки соединения клиент-сервер по SSH протоколу.
19. Системы управления сетями на основе протокола SNMP.
20. Средства мониторинга и анализа локальных сетей.
21. Способы построения отказоустойчивых сетей и их сравнительный анализ.

### **3. Рекомендуемая литература**

1. Антонов А.В. Системный анализ: Учебник - М.: ИНФРА-М, 2017.
2. Ахо, А. Компиляторы: принципы, технологии и инструментарий / А. Ахо, М. Лам, Р. Сети, Д. Ульман. – 2-е изд.– М.: Вильямс, 2015. – 1184 с.
3. Волкова В.Н., Денисов А.А. Теория систем и системный анализ. Учебник. – М.: Юрайт, 2014.
4. Гордеев А.В. Молчанов А.Ю. Системное программное обеспечение: Учебник – СПб.: Питер, 2012
5. Дейтел Х.М., Дейтел П.Дж, Чофнес Д.Р. Операционные системы. Ч.1 Основы и принципы Ч.2.
6. Кртен Р. Введение в QNX Neutrino. Руководство для разработчиков приложений реального времени: Пер. с англ. – 3-е изд., испр. – СПб.: БХВ-Петербург, 2019. – 364 с.
7. Олифер В., Олифер Н. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы. – Спб: Питер, 2010.
8. Олифер В.Г., Олифер Н.А. Сетевые операционные системы - СПб.: Питер, 2012.
9. Распределенные системы, сети, безопасность М.,Бином, 2016.
10. Столингс В. Современные компьютерные сети Спб Питер 2003.
11. Таненбаум Э. Современные операционные системы - СПб.: Питер, 2015.
12. Хогдал Дж.С. Анализ и диагностика компьютерных сетей. М. Лори 2015.
13. Черноруцкий И.Г. Методы принятия решений: Учебник - СПб.: БХВ-Петербург, 2005.

**13.04.02 Электроэнергетика и электротехника**  
**Направленность программы «Кибербезопасность электроэнергетических систем»**

**1. Общие требования**

В соответствии с документами, утвержденными ректором НГТУ, а именно: Правилами приема на обучение по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры в Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева на 2026/2027 учебный год, Порядком проведения конкурсного отбора в магистратуру университета на 2026/2027 учебный год, Дополнением к Порядку проведения конкурса отбора в магистратуру университета на 2026/2027 учебный год, для поступающих в магистратуру устанавливается одно вступительное испытание в форме экзамена по соответствующему направлению подготовки магистратуры.

Вступительное испытание проводится согласно расписанию, утвержденного председателем отборочной комиссии ПИШ. Формат испытания – письменный экзамен по вопросам, включенными в экзаменационные билеты (по 3 вопроса в экзаменационном билете). Продолжительность экзамена составляет 120 минут.

Ответы на каждый вопрос оформляются на проштампованных листах и сдаются приемной комиссии. Проверка сданных работ осуществляется тремя членами комиссии, которые совместно принимают решение о выставлении оценки.

После проведения вступительного экзамена аттестационная комиссия устанавливает абсолютное значение следующих рейтинговых показателей по каждому из кандидатов:

№ п/п	Виды оценочных средств	Балл
1	<b>Оценка, полученная на вступительном экзамене</b>	
2	<b>Баллы за индивидуальные достижения по направлению подготовки (портфолио)</b>	
3	<b>Средний балл по оценкам дисциплин, курсовых работ (проектов) и практик, включенных в приложение к документу о высшем образовании и о квалификации (умноженный на 10)</b>	
<b>ИТОГО</b>		

По результатам проведенных вступительных испытаний по программе магистратуры «Кибербезопасность электроэнергетических систем» формируется ранжированный рейтинговый список (по принципу убывания итогового рейтинга).

## **2. Перечень вопросов для проведения экзамена**

### ***Дисциплина «Электроснабжение»***

1. Основные характеристики потребителей электроэнергии (ЭЭ).
2. Электрические нагрузки и графики потребления ЭЭ.
3. Основные физические величины, используемые при расчете электрических нагрузок.
4. Определение годовых расходов и потерь ЭЭ.
5. Общие принципы построения сетей напряжением выше 1000 В.
6. Схема распределения ЭЭ на напряжении выше 1000 В.
7. Компоновки и схемы главной понизительной подстанции (ГПП) и распределительная подстанция (РП).
8. Выбор трансформаторов ГПП (мощности и места расположения).
9. Способы канализации сетей напряжением выше 1000 В.
10. Выбор сечения сетей напряжением выше 1000 В.
11. Нормы качества электроэнергии.
12. Влияние ЭП на показатели качества ЭЭ.
13. Влияние качества ЭЭ на работу ЭП.
14. Расчет отклонения напряжения.
15. Средства регулирования напряжения на ГПП.
16. Общие принципы компенсации реактивной мощности на промышленных предприятиях.
17. Молниезащита зданий и сооружений.
18. Учет и контроль расхода ЭЭ на понизительных подстанциях.

### ***Дисциплина «Информационно-измерительная техника и электроника»***

1. Использование информации об учете энергоресурсов.
2. Методы и приборы измерения электрических величин.
3. Учет электрической энергии. Общие положения. Организация учета электроэнергии.
4. Учет электроэнергии при ее производстве, передаче и распределении. Учет активной электроэнергии на электростанциях. Учет активной электроэнергии в электрических сетях.
5. Учет электроэнергии при ее производстве, передаче и распределении. Особенности учета межсистемных перетоков электроэнергии. Учет реактивной электроэнергии в электроустановках. Учет электроэнергии и мощности в электроустановках потребителей.
6. Учет электроэнергии при ее производстве, передаче и распределении. Автоматизация учета электроэнергии и мощности. Общие технические требования к системе учета электроэнергии. Организация эксплуатации приборов учета электроэнергии.
7. Учет электрической энергии и мощности на энергообъектах. Средства измерений. Метод измерений и условия измерений. Обработка результатов измерений.
8. Понятие автоматизированной системы контроля и учета электроэнергии (АСКУЭ). Задачи и функции АСКУЭ. Классификация систем учета. Экономическая эффективность АСКУЭ.
9. Уровни АСКУЭ.
10. Коммерческие и технические АСКУЭ.
11. Принципы размещения измерительных комплексов.

### ***Дисциплина «Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем»***

1. Основные требования, предъявляемые к релейной защите.
2. Виды повреждений и ненормальных режимов в электрических сетях.
3. Источники оперативного тока. Постоянный оперативный ток.
4. Источники выпрямленного оперативного тока и схемы их включения
5. Требования к точности трансформаторов тока, питающих релейную защиту.
6. Выдержка времени максимальной токовой защиты.
7. Максимальная токовая защита. Принцип действия.
8. Токовая отсечка. Принцип действия.
9. Продольная дифференциальная защита линий. Принцип действия, ток небаланса. Область применения.
10. Дистанционная защита. Назначение и принцип действия. Основные органы защиты и их взаимодействие.
11. Применение токовой отсечки на трансформаторах. Область применения.
12. Газовая защита трансформаторов.
13. Защита трансформаторов от внешних к.з.
14. Особенности работы дифференциальной защиты на трансформаторах.
15. Основные виды противоаварийной автоматики в энергосистемах и энергообъединениях.
16. Последствия снижения частоты в электроэнергетических системах. Допустимые аварийные понижения частоты в ЭЭС.

### ***Дисциплина «Электрические станции и подстанции»***

1. Суточный график производства электроэнергии, основные характеристики и зоны, участие электростанций разных типов в его формировании.
2. Сравнить тепловые электростанции разных типов в электрической части.
3. Участие ГЭС и АЭС в формировании графика производства электроэнергии, особенности их электрической части и конструктивные особенности гидрогенераторов.
4. Выбор и проверка аппаратов, проводов, шин и кабелей по термическому действию токов короткого замыкания.
5. Выбор и проверка аппаратов, проводов и жестких шин по динамическому действию токов короткого замыкания.
6. Условия выбора и проверки высоковольтных выключателей.
7. Классификация, назначение и область применения коммутационных аппаратов высокого напряжения.
8. Классификация, назначение и область применения защитных аппаратов высокого напряжения.
9. Технические характеристики и особенности выбора измерительных трансформаторов.
10. Устройства безопасности обслуживания открытых распределительных устройств электростанций и подстанций.
11. Устройства безопасности обслуживания закрытых распределительных устройств электростанций и подстанций.

### ***Дисциплина «Переходные процессы в электроэнергетических системах»***

1. Виды и особенности переходных процессов.
2. Переходный процесс в простейших трёхфазных цепях.

3. Действие токов короткого замыкания на элементы электрической системы.
4. Ударный ток и ударный коэффициент.

#### ***Дисциплина «Электроэнергетические системы и сети»***

1. Балансы активной и реактивной мощности и их связь с параметрами режима.
2. Общие положения проблемы регулирования напряжения в сетях энергосистемы.
3. Регулирование напряжения на электростанциях.
4. Регулирование напряжения на понижающих подстанциях.
5. Общая характеристика технических средств регулирования напряжения изменением коэффициента трансформации.
6. Общая характеристика технических средств регулирования напряжения изменением параметров режима электропередачи и параметров линий электропередач (ЛЭП).
7. Баланс активной мощности и его связь с частотой. Требования к частоте. Резервы генерирующих мощностей.
8. Возможное участие потребителей в регулировании частоты электрического тока.
9. Понятие "броня" в задаче поддержания параметров режима ЭЭС.
10. Обобщенная модель структуры электропотребления промышленного предприятия с непрерывным производством.
11. Баланс реактивной мощности и его связь с напряжениями в узлах сети. Требования к отклонениям напряжения.
12. Общие положения нормирования уровня компенсации реактивной мощности.
13. Установки продольной компенсации. Области применения. Схемотехнические решения.
14. Батареи статических конденсаторов поперечного включения. Области применения. Схемотехнические решения.
15. Регулирование напряжения на двухобмоточных трансформаторах. Устройства регулирования. Выбор ответвлений.
16. Регулирование напряжения на трехобмоточных трансформаторах. Регулирующие устройства. Выбор ответвлений.
17. Регулирование напряжения на автотрансформаторах. Устройство регулирования под нагрузкой (РПН) на стороне среднего напряжения (СН). Прямой режим.
18. Регулирование напряжения на автотрансформаторах. Устройство РПН на стороне СН. Реверсивный режим.
19. Регулирование напряжения на автотрансформаторах. Устройство РПН в нейтрали автотрансформатора. Прямой режим.
20. Использование последовательных (вольтодобавочных) трансформаторов. Схема продольного регулирования.
21. Использование последовательных (вольтодобавочных) трансформаторов. Схема поперечного регулирования.
22. Использование последовательных (вольтодобавочных) трансформаторов. Схема смешанного регулирования.
23. Линейные регулировочные трансформаторы.
24. Сравнительная характеристика последовательных и линейных регулировочных трансформаторов.
25. Регулирование напряжения с помощью силовых трансформаторов. Устройство переключения без возбуждения (ПБВ). Устройство РПН.

26. Достоинства и недостатки режима изолированной нейтрали.
27. Сети среднего напряжения, работающие с глухозаземленной нейтралью.

#### ***Дисциплина «Электроэнергетика»***

1. Общая характеристика энергосистем. Классификация электрических сетей.
2. Основные конструктивные элементы высоковольтных линий (ВЛ) электропередач.
3. Общие сведения о схемах замещения.
4. Определение потери и падения напряжения в ЛЭП по известным мощности и напряжению в конце линии.
5. Распределение потоков мощности и напряжений в простых замкнутых сетях.
6. Представление ВЛ в схемах замещения при расчетах УР.
7. Структура нормативов потерь электрической энергии.
8. Структура условно-постоянных потерь электрической энергии.
9. Общая характеристика методов расчета нагрузочных потерь электрической энергии.
10. Влияние значений коэффициента мощности и коэффициента формы на величину нагрузочных потерь электрической энергии.
11. Расчеты нагрузочных потерь электрической энергии по методам средних нагрузок и методу числа часов наибольших потерь мощности.
12. Баланс электроэнергии электросетевой организации.
13. Технические потери электроэнергии при ее передаче и их составляющие.
14. Технологические потери электроэнергии при ее передаче и их составляющие.
15. Характеристика составляющих условно-постоянных потерь электроэнергии при ее передаче.
16. Потери холостого хода трансформаторов и шунтирующих реакторов. Зависимость от параметров режима сети. Перспективы уточнения.
17. Относительная и абсолютная погрешности измерения электрической энергии для ЭСО.
18. Схема подключения счетчика электроэнергии. Обработка показаний индукционных и электронных счетчиков.
19. Оценочные методы выбора значений номинального напряжения линий электропередач и сетевых районов.
20. Экономическая плотность тока.
21. Объем проверки выбранных сечений проводов воздушных и кабельных линий электропередач.

#### ***Дисциплина «Воздушные и кабельные линии электропередачи»***

1. Свойства материалов проводов.
2. Конструкция проводов в зависимости от применяемых материалов.
3. Конструкции проводов и тросов (однопроволочные и многопроволочные провода).
4. Нормативная документация по проводам и тросам. Маркировка проводов и тросов.
5. Основные характеристики изоляторов. Штыревые изоляторы.
6. Подвесные изоляторы. Стержневые полимерные изоляторы.
7. Линейная арматура.
8. Выбор изоляторов и арматуры.
9. Область применения опор.
10. Классификация и характеристика опор.
11. Деревянные опоры.

12. Железобетонные опоры.
13. Металлические опоры.
14. Атмосферные воздействия на ВЛ: температура воздуха.
15. Атмосферные воздействия на ВЛ: ветер и ветровые нагрузки.
16. Атмосферные воздействия на ВЛ: вибрация и пляска проводов.
17. Нагрузки на провода и тросы: вертикальные и горизонтальные нагрузки.
18. Нагрузки на провода и тросы: единичная нагрузка.
19. Нагрузки на провода и тросы: допустимые напряжения в проводе.
20. Первое уравнение кривой провисания провода.
21. Определение стрелы провеса.
22. Выполнение построений стрелы провеса.
23. Определение тяжений в точках подвеса провода.
24. Второе уравнение кривой провисания провода.
25. Зависимость между величинами напряжений в наименее нагруженных точках и точках подвеса.
26. Определение длины провода.

### **3. Рекомендуемая литература**

1. Агафонов, А.И. Современная релейная защита и автоматика электроэнергетических систем: учебное пособие / А.И. Агафонов, Т.Ю. Бростилова, Н. Б. Джазовский. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва; Вологда: Инфра-Инженерия, 2020. – 300 с.
2. Андреев В.А. Релейная защита и автоматика систем электроснабжения: учеб.: рек. Мин. обр. РФ / В. А. Андреев. – 6-е изд., стер. – М.: Высш. шк., 2008. – 640 с.
3. Бирюлин В.И. Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем: учебное пособие / В.И. Бирюлин, Д.В. Куделина. – Москва; Вологда: Инфра-Инженерия, 2022. – 164 с.
4. Боцман В.В. Электроснабжение / В.В. Боцман. – Белгород: БелГАУ им. В.Я. Горина, 2019. – 144 с.
5. Дьяков А.Ф., Овчаренко Н.И. Микропроцессорная автоматика и релейная защита электроэнергетических систем: учебное пособие. М.: Издательский дом МЭИ, 2008. 336 с.
6. Кудрин Б.И. Системы электроснабжения: учеб. пособие / Б. И. Кудрин. - М.: Изд. центр "Академия", 2011. – 350 с.
7. Кудрин Б.И. Электроснабжение промышленных предприятий: Учебно-справ. пособие / Б. И. Кудрин. – М.: Технопромиздат, 2009. – 698 с.
8. Неклепаев Б.Н. Электрическая часть электростанций и подстанций. Справочные материалы для курсового и дипломного проектирования: учеб. пособие / Б.Н. Неклепаев, И. П. Крючков. - 5-е изд., стер. – СПб.: БХВ-Петербург, 2014. – 607 с.
9. Овчаренко Н.И. Автоматика электрических станций и электроэнергетических систем: Учебник для вузов. – М.: Изд-во НЦ ЭНАС, 2002. – 504 с.
10. Релейная защита и автоматика в электрических сетях / под редакцией В. В. Дрозд. – М.: Издательский дом ЭНЕРГИЯ, Альвис, 2012. – 632 с.
11. Релейная защита и автоматика электроэнергетических систем: метод. указания к практическим занятиям. Ч. 1/ АмГУ, Эн. ф.; сост.: А. Н. Козлов, А. Г. Ротачева. – 2-е изд., испр.. – Благовещенск: Изд-во Амур. гос. ун-та, 2017. – 37 с.
12. Релейная защита и автоматика электроэнергетических систем: учеб. пособие для направления подготовки "Электроэнергетика и электротехника" / сост.: А.Н. Козлов,

- В.А. Козлов, Ю.В. Мясоедов, АмГУ, Эн. ф. - 4е изд., испр. – Благовещенск: Изд-во Амур. гос. ун-та, 2017. – 160 с.
13. Сибикин Ю.Д. Электроснабжение промышленных предприятий и установок: учеб. пособие / Ю. Д. Сибикин, М. Ю. Сибикин, В. А. Яшков. - 3-е изд., доп. и перераб. – М.: Форум, 2015. - 367 с.
  14. Тимофеева О.П. Математическое программирование в задачах управления: учеб. пособие / О. П. Тимофеева, Т. И. Балашова, Ю. С. Бажанов; НГТУ им. Р.Е. Алексеева. – Н.Новгород: [Б.и.], 2013. – 143 с.
  15. Упражнения по релейной защите: учеб. пособие / О. П. Алексеев [и др.]; под ред. О.П. Алексеева, 2005. – 64 с.
  16. Фролов Ю.М. Основы электроснабжения: учебное пособие / Ю.М. Фролов, В.П. Шелякин. – Санкт-Петербург: Лань, 2022. – 480 с.
  17. Ханин Ю.И. Релейная защита и автоматизация систем электроснабжения: Лабораторный практикум / Ханин Ю.И. - Волгоград: Волгоградский государственный аграрный университет, 2018. – 124 с.
  18. Электропитающие системы и электрические сети: учеб.пособие / Н. В. Хорошилов [и др.]. – 2-е изд., перераб. и доп. – Старый Оскол: ТНТ, 2015. – 351 с.

**13.04.02 Электроэнергетика и электротехника**  
**Направленность программы «Автономные электрогенерирующие комплексы»**

В соответствии с документами, утвержденными ректором НГТУ, а именно: Правилами приема на обучение по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры в Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева на 2026/2027 учебный год, Порядком проведения конкурсного отбора в магистратуру университета на 2026/2027 учебный год, Дополнением к Порядку проведения конкурса отбора в магистратуру университета на 2026/2027 учебный год, для поступающих в магистратуру устанавливается одно вступительное испытание в форме экзамена по соответствующему направлению подготовки магистратуры.

Вступительное испытание проводится согласно расписанию, утвержденного председателем отборочной комиссии ПИШ. Формат испытания – письменный экзамен по вопросам, включенными в экзаменационные билеты (по 2 вопроса в экзаменационном билете). Продолжительность экзамена составляет 120 минут.

Ответы на каждый вопрос оформляются на проштампованных листах и сдаются приемной комиссии. Проверка сданных работ осуществляется тремя членами комиссии, которые совместно принимают решение о выставлении оценки.

После проведения вступительного экзамена аттестационная комиссия устанавливает абсолютное значение следующих рейтинговых показателей по каждому из кандидатов:

№ п/п	Виды оценочных средств	Балл
1	<b>Оценка, полученная на вступительном экзамене</b>	
2	<b>Баллы за индивидуальные достижения по направлению подготовки (портфолио)</b>	
3	<b>Средний балл по оценкам дисциплин, курсовых работ (проектов) и практик, включенных в приложение к документу о высшем образовании и о квалификации (умноженный на 10)</b>	
<b>ИТОГО</b>		

По результатам проведенных вступительных испытаний по программе магистратуры «Автономные электрогенерирующие комплексы» формируется ранжированный рейтинговый список (по принципу убывания итогового рейтинга).

## **2. Перечень вопросов для проведения экзамена**

### ***Дисциплина «Физические основы электроники»***

1. Транзисторы биполярные, полевые. Устройство, принцип действия, характеристики.
2. Устройство, назначение, принцип действия однооперационных тиристоров.
3. Статические воль-амперные характеристики (ВАХ) силовой цепи и цепи управления однооперационных тиристоров.
4. Однооперационные тиристоры. Динамические характеристики и способы их улучшения. Разновидности тиристоров.
5. Каскады усиления мощности. Устройство, особенности работы, временные диаграммы.
6. Операционные усилители (ОУ). Структура, классификация, основные свойства.
7. Генераторы синусоидальных колебаний. Назначение, принцип действия, структура, характеристики
8. Стабилизаторы напряжения. Устройство, принцип действия, применение.
9. Источники постоянного тока. Устройство, принцип действия, применение.
10. Импульсные устройства: компараторы. Устройство, принцип действия, характеристики, временные диаграммы работы.
11. Мультивибраторы. Устройство, принцип действия, характеристики, временные диаграммы работы.
12. Генераторы пилообразного напряжения. Устройство, принцип действия, характеристики, временные диаграммы работы.
13. Логические элементы ТТЛ типов. Особенности, сравнительная оценка, принцип действия простейших логических элементов.
14. Комбинационные логические устройства: сумматор, компаратор. Назначение, принцип действия.
15. Последовательностные логические элементы и устройства: R-S - триггеры. Назначение, принцип действия.

### ***Дисциплина «Силовая электроника»***

1. Ведомые сетью преобразователи постоянного напряжения. Назначение, устройство, принцип действия, классификация, сравнительная оценка. Основные эксплуатационные характеристики, энергетические характеристики.
2. Процесс коммутации в ведомых сетью преобразователях. Влияние коммутации на характеристики преобразователей. Особенности коммутаций в трехфазных мостовых преобразователях.
3. Инверторный режим работы ведомых сетью преобразователей и его особенности.
4. Реверсивные ведомые сетью преобразователи. Основные типы, устройство, принцип действия, сравнительная оценка, способы управления.
5. Способы управления ШИП, характеристики, сравнительная оценка.
6. Трехфазный автономный инвертор напряжения (АИН). Назначение, устройство, принцип действия, характеристики. Регулирование выходных параметров преобразователей частоты с АИН.
7. Ведомые сетью преобразователи частоты (ТПЧН). Область применения, назначение, устройство, принцип действия, способы управления и регулирования выходных параметров.

8. Однофазный автономный инвертор напряжения с синусоидальной ШИМ. Устройство, принцип действия.
9. Особенности инверторного режима работы ведомых сетью преобразователей.
10. Режим прерывистых токов ведомых сетью преобразователей.
11. Способы регулирования выходного напряжения в ПЧ со звеном постоянного тока. Сравнительная оценка.
12. Устройство и принцип действия тиристорного ТПЧН с естественной коммутацией вентиляй.
13. Способы управления тиристорными ТПЧН.
14. IGBT, устройство, принцип работы, отличительные особенности.
15. Метод основной гармоники. Суть метода. Применение при анализе преобразовательных устройств на примере АИН.

#### ***Дисциплина «Системы управления электромеханическими объектами»***

1. Одноконтурная схема автоматизированного электропривода (АЭП) с отрицательной обратной связью (ОС) по скорости. Построить скоростные характеристики, дать оценку их жесткости, привести области их применения.
2. Система АЭП с отрицательной ОС по скорости и отсечкой по току. Построить скоростные характеристики, дать оценку их жесткости, привести области их применения.
3. Одноконтурная система АЭП с отрицательной ОС по скорости и упреждающим токовым ограничением. Пояснить принцип ограничения тока с помощью “токовой стенки”, привести область применения.
4. Оптимизация контура тока якоря двухконтурной системы АЭП с подчиненным регулированием параметров. Оценка влияния внутренней отрицательной ОС по ЭДС на процессы в контуре тока.
5. Оптимизация контура скорости однократно-интегрирующей системы АЭП. Оценка жесткости скоростных характеристик.
6. Оптимизация контура скорости двухкратно-интегрирующей схемы АЭП. Оценка жесткости скоростных характеристик.
7. Оптимизация контура ЭДС двухконтурной системы АЭП. Оценка жесткости скоростных характеристик.
8. Оптимизация контура тока возбуждения системы стабилизации потока двигателя постоянного тока.
9. Оптимизация контура положения статической позиционной АЭП для режима малых перемещений. Оценка ошибки регулирования.
10. Типы адаптивных систем АЭП. Предельная передаточная функция беспоисковой системы АЭП с сигнальной самонастройкой.
11. Беспоисковая адаптивная система АЭП с переключающейся структурой регуляторов.
12. Варианты оптимизации контура скорости в одноконтурных системах АЭП.
13. Системы АЭП с вентильным двигателем. Регулирование скорости вентильного двигателя. Схемная реализация адаптивного регулятора скорости.

### ***Дисциплина «Электрический привод»***

1. Механика электропривода (ЭП) (приведение моментов и сил сопротивления, инерционных масс и моментов инерции). Механические характеристики двигателей и исполнительных механизмов (общие понятия).
2. Механическая характеристика двигателя постоянного тока с независимым возбуждением (ДПТ НВ). Пуск, тормозные режимы, реверс. Способы регулирования скорости.
3. Механические характеристики двигателя постоянного тока с параллельным возбуждением (ДПТ ПВ). Пуск, тормозные режимы, реверс. Способы регулирования скорости.
4. Механические характеристики асинхронного электродвигателя (АД). Пуск, тормозные режимы, реверс. Способы регулирования скорости.
5. Механические характеристики синхронного электродвигателя (СД). Пуск, тормозные режимы, реверс. Способы регулирования скорости.
6. Основы теории нагрева двигателя. Классификация режимов работы. Постоянная времени нагрева.
7. Выбор мощности двигателя при кратковременном и повторно-кратковременном режимах работы.
8. Выбор мощности двигателя при длительной переменной нагрузке.
9. Регулируемый электропривод по схеме тиристорный преобразователь-двигатель (ТП-Д). Принципы работы, регулирование скорости, области применения ТП-Д.
10. Регулируемый электропривод по схемам тиристорный регулятор напряжения – АД (ТРН-АД) и тиристорный преобразователь частоты – АД (ТПЧ-АД). Принципы работы, регулирование скорости, области применения ТРН-АД и ТПЧ-АД.
11. Переходные процессы в электроприводах постоянного и переменного токов (уравнения, постоянные времени, временные зависимости параметров).

### ***Дисциплина «Теория автоматического управления»***

1. Классификация систем автоматического управления по принципам и видам управления, типу сигналов, характеристики параметров системы и другим признакам.
2. Основные формы представления математического описания систем автоматического управления.
3. Методы оценки качества систем автоматического управления.
4. Назначение и виды корректирующих устройств в системах автоматического регулирования (САР). Типовые последовательные корректирующие устройства и их влияние на САР.
5. Типовые настройки линейных систем автоматического регулирования – модульный и симметричный оптимумы.
6. Операторные, временные и частотные характеристики типовых динамических звеньев непрерывного действия.
7. Методы расчета установившихся режимов в линейных системах автоматического управления.
8. Общая постановка задачи синтеза оптимальной системы управления.

### ***Дисциплина «Основы схемотехники»***

1. Общие сведения по системам управления (аналоговые и дискретные). Область применения.
2. Алгебра логики. Общие сведения, законы.
3. Правила построения схем на контактной и бесконтактной элементной базе по уравнениям алгебры логики. Методы приведения логических уравнений к используемой элементной базе.
4. Метод цикограмм. Обобщенный алгоритм.
5. Использование ячейки памяти для синтеза уравнений алгебры логики. Решение задач с использованием промежуточного сигнала.
6. Алгоритм синтеза временных схем.
7. Логические элементы на МОП-транзисторах.
8. Схемотехника ТТЛ.
9. Синтез преобразователей кода на основе дешифратора. Семисегментный индикатор.
10. Элементы с тремя состояниями (ТТЛ, КМОП). Схемотехника. Применение.
11. Асинхронный счетчик. Схемная реализация. Принцип действия. Прямого и обратного счета. По модулю  $n$ . Достоинства и недостатки.
12. Применение триггеров в качестве схем подавления дребезга контактов и синхронизатора импульсов.
13. Демультиплексор. Принцип работы. Сущность временного мультиплексирования. Аналоговый мультиплексор/демультиплексор.
14. Программируемый логический контроллер. Назначение, принцип работы, классификация входов/выходов.

### ***Дисциплина «Микропроцессорные системы»***

1. Архитектура микропроцессорных систем. Типы микропроцессорных систем.
2. Функции узлов микропроцессора (арифметико-логическое устройство, схема управления выборкой команд, схема управления прерываниями, схема управления прямым доступом к памяти, логика управления, регистр признаков).
3. Шинная структура связей. Системная магистраль микропроцессора.
4. Режимы работы микропроцессорной системы
5. Функции памяти микропроцессорной системы. Память для стека.
6. Обработка прерываний микропроцессора.
7. Порты ввода/вывода микроконтроллера.
8. Структура модуля таймера/счетчика.
9. Структура каналов выходного сравнения и входного захвата таймера.
10. Модуль АЦП микроконтроллера.
11. Методы адресации операндов микропроцессора.
12. Минимизация энергопотребления в микроконтроллерных системах.
13. Аппаратные средства обеспечения надежной работы микроконтроллеров (схема формирования сигнала сброса, блок детектирования пониженного напряжения питания).

### **3. Рекомендуемая литература**

1. Анучин А.С. Системы управления электроприводов: учебник для вузов- М.: Издательский дом МЭИ, 2015. -373 с.
2. Букреев И.Н. Микроэлектронные схемы цифровых устройств / И.Н. Букреев, В.И. Горячев, Б.М. Мансуров – 4-ое изд. перераб. и доп. – М.: Техносфера, 2009. – 709 с.
3. Булкин А.Е. Автоматическое регулирование энергоустановок. – М.: Изд. дом МЭИ, 2009.
4. Гусев В.Г. Электроника и микропроцессорная техника: Учебник / В.Г. Гусев, Ю.М. Гусев – 4-ое изд., доп. – М.: Высш. шк., 2006. – 799 с.
5. Забродин Ю.С. Промышленная электроника. – М.: Альянс, 2008. – 496с.
6. Калашников В.И. Электроника и микропроцессорная техника / В.И. Калашников, С.В. Нефедов; под ред. Г.Г. Раннева, –М.: Издательский центр «Академия», 2012 – 368 с.
7. Кушнер Д. А. Основы промышленной электроники: учебное пособие / Д.А. Кушнер. – Минск: РИПО, 2020. – 268 с.
8. Микроконтроллеры AVR. Практикум для начинающих: учеб. пособие / В.Я. Хартов. – 2-е изд., испр. и доп. - М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2012. – 280 с.
9. Микропроцессорные системы: учеб.пособие / В.Я. Хартов. - 2-е изд. испр. и доп. – М.: Изд. центр "Академия", 2014. – 368 с.
10. Никитенко Г.В. Электропривод производственных механизмов: учеб. пособие / Г.В. Никитенко. – 2-е изд., испр. и доп. - СПб.; М.; Краснодар: Издательство «Лань», 2013. – 208 с.
11. Никулин Е.А. Основы теории автоматического управления. Частотные методы анализа и синтеза систем. СПб.: БХВ- Петербург, 2015.
12. Онищенко Г.Б. Теория электропривода: учебник / Г.Б. Онищенко – М.: ООО «Образование и исследование», 2013. – 352 с.
13. Онищенко Г.Б. Электрический привод: учебник / Г.Б. Онищенко – М.: «Академия», 2006. – 288с.
14. Основы силовой электроники: учеб. пособие / Г.С. Зиновьев. – 4-е изд., испр. и доп. – Новосибирск: Изд-во НГТУ,2009. – 671с.
15. Полупроводниковая силовая электроника / А.И. Белоус, С.А. Ефименко, А.С. Турцевич. – М.: Техносфера, 2013. – 216с.
16. Силовая электроника: учеб. пособие для бакалавров/ Г.С. Зиновьев. – 5-е изд., испр. и доп. – М.: Юрайт, 2012. – 668с.
17. Смирнов А.Ю. Электропривод с бесконтактными синхронными двигателями: учеб. пособие / А.Ю. Смирнов, А.В. Шаров; НГТУ им. Р.Е. Алексеева. – Н. Новгород, 2017. – 193 с.
18. Смирнов Ю.А., Соколов С.В., Титов Е.В. Основы микроэлектроники и микропроцессорной техники. Учебное пособие. Издательство "Лань". 2021. – 496 с.
19. Смирнов Ю.А. Основы микроэлектроники и микропроцессорной техники: учебное пособие / Ю.А. Смирнов, С.В. Соколов, Е.В. Титов – 2 изд., испр. СПб.; М.; Краснодар: Лань, 2013. – 496 с.
20. Фролов Ю.М. Регулируемый асинхронный электропривод: учеб. пособие / Ю.М. Фролов, В.П. Шелякин. - 2-е изд.,стер. – СПб.; М.; Краснодар: Лань, 2018. – 462 с.
21. Электроника и микропроцессорная техника: Учебник / В.И. Калашников, С.В. Нефедов; под ред. Г.Г. Раннева. – М.: Изд. центр "Академия", 2012. – 368 с.

**14.04.01 Ядерная энергетика и теплофизика**  
**Направленность программы «Высокотемпературные газовые ядерные реакторные установки»**

**1. Общие требования**

В соответствии с документами, утвержденными ректором НГТУ, а именно: Правилами приема на обучение по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры в Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева на 2026/2027 учебный год, Порядком проведения конкурсного отбора в магистратуру университета на 2026/2027 учебный год», Дополнением к Порядку проведения конкурсного отбора в магистратуру университета на 2026/2027 учебный год, для поступающих в магистратуру устанавливается одно вступительное испытание в форме экзамена по соответствующему направлению подготовки магистратуры.

Вступительное испытание проводится согласно расписанию, утвержденного председателем отборочной комиссии ПИШ. Формат испытания – письменный экзамен по вопросам, включенными в экзаменационные билеты (по 3 вопроса в экзаменационном билете). Продолжительность экзамена составляет 180 минут.

Ответы на каждый вопрос оформляются на проштампованных листах и сдаются приемной комиссии. Проверка сданных работ осуществляется тремя членами комиссии, которые совместно принимают решение о выставлении оценки.

После проведения вступительного экзамена аттестационная комиссия устанавливает абсолютное значение следующих рейтинговых показателей по каждому из кандидатов:

№ п/п	Виды оценочных средств	Балл
1	<b>Оценка, полученная на вступительном экзамене</b> (для абитуриентов, имеющих документ о высшем образовании по направлению подготовки или специальностям отличным от 14.03.01 Ядерная энергетика и теплофизика)	
	<b>Оценка выпускной квалификационной работы</b> (для абитуриентов, имеющих документ о высшем образовании по направлению подготовки 14.03.01 Ядерная энергетика и теплофизика)	
2	<b>Баллы за индивидуальные достижения по направлению подготовки (портфолио)</b>	
3	<b>Средний балл по оценкам дисциплин, курсовых работ (проектов) и практик</b> , включенных в приложение к документу о высшем образовании и о квалификации (умноженный на 10)	
<b>ИТОГО</b>		

По результатам проведенных вступительных испытаний по программе магистратуры «Высокотемпературные газовые ядерные реакторные установки» формируется ранжированный рейтинговый список (по принципу убывания итогового рейтинга).

## **2. Перечень вопросов для проведения экзамена**

1. Стержневые и шаровые твэлы.
2. Парогенераторы, обогреваемые газовыми теплоносителями.
3. Принципиальная схема I контура установок типа ВВЭР-440, ВВЭР-1000 и обслуживающих его систем.
4. Методы расчета простых трубопроводных систем (прямая и обратная задача).
5. Принципы построения конструктивных схем ПГ.
6. Основные критерии гидродинамического подобия. Их физический смысл.
7. Устройство проточной части насоса и назначение отдельных элементов.
8. Принципиальная схема I контура установки ВПБР-600 и обслуживающих его систем.
9. Принципы и устройства очистки водяного теплоносителя.
10. Уравнение теплопроводности.
11. Осевые силы в насосах и методы их уравновешивания
12. Нормальные режимы эксплуатации энергоблока.
13. ТВС РБН.
14. Соединение сталь-цирконий. Понятие о статически неопределеных системах.
15. Расчет потерь на трение по длине. График Никурадзе. График реальных труб.
16. Уравнение подобия насосов. Их практическое использование.
17. Принципиальная схема I контура установок типа РБМК и обслуживающих его систем.
18. Общая структура формул для расчета потери напора. Расчет гидравлических потерь на местных сопротивлениях.
19. Коэффициент быстроходности. Классификация типов колес по  $N_S$ .
20. Теплообмен при обтекании гладких и шероховатых круглых труб в условиях вынужденной конвекции.
21. Показатели надежности естественной циркуляции.
22. Принципиальная схема I контура установок типа ВВЭР и обслуживающих его систем.
23. Гидростатика. Основное уравнение гидростатики.
24. Преобразование энергии в контурах АЭС.
25. Радиальные силы в насосах и методы их уравновешивания
26. Принципиальная схема РУ типа АСТ-500.
27. Теплообмен при конденсации.
28. Уравнение неразрывности потока в дифференциальной и интегральной формах.
29. Виды коррозии сталей.
30. Уравнение лопастных насосов для идеальной жидкости
31. Режимы эксплуатации энергоблока.
32. Кассета АРК ВВЭР-440.
33. Конвективный массообмен в пограничном слое.
34. Способы дистанционирования твэл.
35. Системы технического водоснабжения энергоблоков.
36. Уравнение Бернулли для струйки тока и потока. Физический смысл уравнений и каждого члена.
37. Конструкции насосов I и II контуров реакторов БН-600.
38. Конструкция ВВЭР-1000.
39. Гидродинамический расчет контуров с естественной циркуляцией.
40. Принципиальная схема РУ с гелиевым теплоносителем.

41. Взаимосвязь расходных и истинных параметров потока при напорном движении пароводяной смеси.
42. Технологический канал РБМК-1000.
43. Гидравлика ПГ каналов с принудительным движением пароводяной смеси.
44. Особенности теплообмена в жидких металлах.
45. Причины возникновения пульсаций расхода и методы их устранения.
46. Кавитация в насосах. Конструктивные методы борьбы с кавитацией.
47. Расчет температур в твэле.
48. Основы теории моделирования. Критерии подобия ( $Re$ ,  $Nu$ ,  $Pr$ ,  $Gr$ ).
49. Системы безопасности РУ. Защитные и локализующие устройства.
50. Потери и КПД насоса.
51. Системы компенсации давления I контура РУ ВВЭР, БН, АСТ, ВПБР, РБМК.
52. Крепление ТВС РБН.
53. Подобие процессов теплообмена при вынужденном движении.
54. Режимы движения однофазного потока в трубах и каналах.
55. Парогенераторы, обогреваемые водой под давлением.
56. Теплопередача при кипении в большом объеме.
57. Парогенераторы, обогреваемые жидкими металлами.
58. Особенности эксплуатации РУ с натриевым теплоносителем.
59. РУ БН-600, БН-800. Основные схемы и характеристики.
60. Конструкция насосов ЦВН-8 реактора РБМК.

### **3. Рекомендуемая литература**

1. Насосное и теплообменное оборудование АЭС: учеб. пособие / С.М. Дмитриев [и др.] НГТУ – Н. Новгород: Изд-во НГТУ, 2004.
2. Основное оборудование АЭС с корпусными реакторами на тепловых нейтронах: учебник / С.М. Дмитриев [и др.] – М.: Машиностроение, 2013.
3. Стерман Л.С. Тепловые и атомные электрические станции. – М.: Изд. дом МЭИ, 2008.
4. Тевлин С.А. Атомные электрические станции с реакторами ВВЭР-1000. – М.: Изд. дом МЭИ. Учебное пособие, 2008.
5. Тепловой и гидравлический расчет активной зоны реактора с водяным кипящим теплоносителем: метод. указания к практ. занятиям, курсовому и дипломному проектированию для студ.спец.140305 «Ядерные реакторы и энергет. установки» дневной формы обучения / НГТУ им. Р.Е. Алексеева, сост.: Ю.И. Аношкин; Науч. ред. Г.Б. Усынин – Н. Новгород, 2008.
6. Турбины тепловых и атомных электрических станций: учебник / А.Г. Костюк [и др.]; под ред. А.Г. Костюка, В.В. Фролова. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Изд-во МЭИ, 2008.

## 14.04.02 Ядерные физика и технологии

### Направленность программы «Ядерное топливо и основное оборудование высокотемпературных газовых реакторов»

#### 1. Общие требования

В соответствии с документами, утвержденными ректором НГТУ, а именно: Правилами приема на обучение по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры в Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева на 2026/2027 учебный год, Порядком проведения конкурсного отбора в магистратуру университета на 2026/2027 учебный год, Дополнением к Порядку проведения конкурсного отбора в магистратуру университета на 2026/2027 учебный год, для поступающих в магистратуру устанавливается одно вступительное испытание в форме экзамена по соответствующему направлению подготовки магистратуры..

Вступительное испытание проводится согласно расписанию, утвержденного председателем отборочной комиссии ПИШ. Формат испытания – письменный экзамен по вопросам, включенным в экзаменационные билеты. Экзаменационный билет содержит 2 вопроса, из которых первый вопрос – по физике ядерных реакторов и основному оборудованию судовых ядерных энергетических установок, второй вопрос – по тепломассообменным процессам и экономической эффективности ядерной энергетической установки. Продолжительность экзамена составляет 60 минут.

Ответы на каждый вопрос оформляются на проштампованных листах и сдаются приемной комиссии. Проверка сданных работ осуществляется тремя членами комиссии, которые совместно принимают решение о выставлении оценки.

После проведения междисциплинарного экзамена аттестационная комиссия устанавливает абсолютное значение следующих рейтинговых показателей по каждому из кандидатов:

№ п/п	Виды оценочных средств	Балл
1	<b>Оценка, полученная на вступительном экзамене</b> (для абитуриентов, имеющих документ о высшем образовании по направлению подготовки или специальностям отличным от 14.03.02 Ядерные физика и технологии)	
	<b>Оценка выпускной квалификационной работы</b> (для абитуриентов, имеющих документ о высшем образовании по направлению подготовки 14.03.02 Ядерные физика и технологии)	
2	<b>Баллы за индивидуальные достижения по направлению подготовки (портфолио)</b>	
3	<b>Средний балл по оценкам дисциплин, курсовых работ (проектов) и практик, включенных в приложение к документу о высшем образовании и о квалификации (умноженный на 10)</b>	
<b>ИТОГО</b>		

По результатам проведенных вступительных испытаний по программе магистратуры «Ядерное топливо и основное оборудование высокотемпературных газовых реакторов» формируется ранжированный рейтинговый список (по принципу убывания итогового рейтинга).

### **Перечень вопросов для проведения экзамена**

1. Условия конкурентоспособности ЯЭУ.
2. Потери в центробежных насосах и коэффициент полезного действия.
3. Напорная и энергетическая характеристики насосов.
4. Режимы эксплуатации АЭС в энергосистемах.
5. Условия критичности реактора на тепловых нейтронах.
6. Процесс расширения пара в  $h-s$  координатах в турбине активного и реактивного типа.
7. Способы регулирования мощности судовых турбин.
8. Способы повышения к.п.д. судовых ЯЭУ.
9. Материалы биологической защиты ЯЭУ.
10. Температурные эффекты реактивности ЯЭУ.
11. Средства аварийной защиты.
12. Типы ступеней регенеративного подогрева питательной воды.
13. Чем обеспечивается радиационная безопасность ЯЭУ.
14. Основные топливные циклы ядерных реакторов.
15. Ограничение параметров теплоносителей ЯЭУ.
16. График температурных напоров прямоточного парогенератора.
17. Воспроизводство топлива в ядерных реакторах.
18. Дозы ионизирующих излучений и их предельные значения.
19. Контроль за подkritичностью реактора.
20. Теплоотдача при кипении в ПГ ЯЭУ.
21. Метод расчетных затрат при оценке эффективности капиталовложений.
22. Методы радиационного контроля.
23. Связь типа тепловой схемы с типом судна и установкой.
24. Себестоимость продукции ЯЭУ.
25. Регенеративные циклы ПТУ.
26. Виды проникающих излучений из работающего ЯР и способы защиты от них.
27. Способы измерения проникающих излучений.
28. Отравление и зашлаковывание ЯР на медленных нейтронах.
29. Кризисы теплоотдачи при генерации пара.
30. Принципы действия ионообменных фильтров.
31. Что такое остаточное тепловыделение?
32. К. п. д. ЯЭУ влияние параметров теплоносителя.
33. Специфика паровых турбин для ЯЭУ с ВВРД.
34. Способы воздействия на реактивность ЯР.
35. Источники излучения в остановленном ЯР.
36. Принцип действия контура естественной циркуляции.
37. Гидравлические характеристики обогреваемых каналов.
38. Режимы течения и параметры циркуляции двухфазных потоков.
39. Основные достоинства и недостатки природной воды, как теплоносителя для ВВРД.
40. Достоинства и недостатки петлевой, блочной и интегральной компоновки РУ.
41. Типы, назначение и состав систем компенсации изменения объема теплоносителя РУ.
42. Назначение, состав и принцип работы системы очистки теплоносителя РУ.
43. Принципы работы пассивных и активных систем безопасности РУ.
44. Оптимальное отношение ( $U/C_1$ ) для активной и реактивной турбины.
45. Типы потерь энергии и к.п.д. паровой турбины и ЯЭУ.

46. Предельная мощность паровой турбины и способы ее повышения.
47. Критическое число оборотов ротора паровой турбины. Что такое «гибкий» и «жесткий» ротор.
48. Моментные характеристики судовой паровой турбины.
49. Ионизирующие излучения. Взаимодействие  $\alpha$ -излучения с веществом. Взаимодействие  $\beta$ -частиц с веществом.
50.  $\gamma$ -излучение. Фотоэлектрическое поглощение. Комптоновское рассеяние. Образование пар электрон-позитрон.
51. Взаимодействие нейтронов с веществом. Классификация нейтронов.
52. Требования к ограничению техногенного облучения в контролируемых условиях.
53. Планируемое повышенное облучение.
54. Организация работ с применением источников ионизирующих излучений.
55. Особенности взаимодействия различных видов излучений с биологическими объектами.
56. Работа с открытыми источниками ИИ.
57. Действие ионизирующего излучения на организм человека.
58. Индивидуальные средства защиты при работе с источниками ионизирующих излучений.
59. Стационарное и нестационарное отравление в реакторах на тепловых нейтронах. Как компенсируется?
60. Хе-нестабильность, в чем проявляется, условия, в которых она может быть в реакторе?
61. В чем отличия быстрых реакторов от тепловых?
62. Для каких целей используются выгорающие поглотители в тепловом реакторе. Возможность их использования в быстром реакторе.
63. Роль запаздывающих нейтронов в процессе управления реактором.
64. Подкритический режим реактора. Плотность потока нейтронов в подкритическом реакторе.
65. Анализ переходного процесса в реакторе при положительном скачке реактивности.
66. Время жизни нейтронов и его влияние на переходные процессы в реакторе. Период реактора.
67. Анализ переходного процесса в реакторе при отрицательном скачке реактивности.
68. Реактивность и единицы ее измерения. Период реактора.
69. Простейший вывод уравнений кинетики.
70. Решение уравнений кинетики с учетом шести групп запаздывающих нейтронов.
71. Поведение реактора при различных скачках реактивности.
72. Определение САПР. Основные этапы проектирования ядерного реактора.
73. Принципы построения САПР ядерного реактора.
74. Составные части САПР – подсистемы и компоненты.
75. Базовый инструментарий САПР (программное обеспечение) – CAD, CAM, CAE, CAPP, сквозная САПР.

## **2. Рекомендуемая литература**

1. Алхутов М.С. Теплоэнергетика и теплотехника. Справочник. Кн.3. Тепловые и атомные электростанции. М.: Изд.дом МЭИ. 2007. Справочник.
2. Бродов Ю.М. Справочник по теплообменным аппаратам паротурбинных установок. М.: Изд.дом МЭИ. 2008.
3. Иванова Р.М. Теплотехнические измерения и приборы. М.: Изд.дом МЭИ. 2007. Учебник рекомендован Министерством образования и науки РФ.
4. Кириллов П.Л. Справочник по теплогидравлическим расчетам в ядерной энергетике. Т.1. Теплогидравлические расчеты ЯЭУМ, ИздАт, 2010. Справочник.
5. Ляшков В.И. Теоретические основы теплотехники. М.: Высшая школа, 2008. Учебное пособие рекомендовано Министерством образования и науки РФ.
6. Сигов А.С. Метрология, стандартизация и технические измерения: М.: Высшая школа, 2008.
7. Скачек М.А. Обращение с отработавшим ядерным топливом и радиоактивными отходами АЭС. М.: Изд.дом МЭИ. 2007. Учебное пособие рекомендовано УМО Вузов России по образованию в области энергетики и электротехники.
8. Стерман Л.С. Тепловые и атомные электрические станции. М.: Изд.дом МЭИ. 2008. Учебник рекомендован УМО Вузов России по образованию в области энергетики и электротехники.
9. Тевлин С.А. Атомные электрические станции с реакторами ВВЭР-1000: Учеб. пособие. – 2-е изд., доп., М.: Изд.дом МЭИ. 2008. Учебное пособие. Рекомендовано УМО Вузов России по образованию в области энергетики и электротехники.
10. Трухний А.Д. Основы современной энергетики. – М.: Изд.дом МЭИ. 2008. Учебник рекомендован УМО Вузов России по образованию в области энергетики и электротехники.
11. Цветков Ф.Ф. Задачник по тепломассообмену. – М.: Изд.дом МЭИ. 2008. Учебное пособие рекомендовано УМО Вузов России по образованию в области энергетики и электротехники.

## **15.04.04 Автоматизация технологических процессов и производств**

### **Направленность программы «Автоматизация технологических процессов и производств для управления объектами атомной промышленности»)**

#### **1. Общие требования**

В соответствии с документами, утвержденными ректором НГТУ, а именно: Правилами приема на обучение по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры в Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева на 2026/2027 учебный год, Порядком проведения конкурсного отбора в магистратуру университета на 2026/2027 учебный год, Дополнением к Порядку проведения конкурса отбора в магистратуру университета на 2026/2027 учебный год, для поступающих в магистратуру устанавливается одно вступительное испытание в форме экзамена по соответствующему направлению подготовки магистратуры.

Вступительное испытание проводится согласно расписанию, утвержденного председателем отборочной комиссии ПИШ. Формат испытания – письменный экзамен по вопросам, включенными в экзаменационные билеты (набор вопросов по 4 базовым частям (модулям)). Продолжительность экзамена составляет 120 минут.

Экзаменационный билет содержит 4 (четыре) вопроса, из которых первый вопрос – по автоматизации технологических процессов и производств для управления объектами атомной промышленности, второй вопрос – по аппаратным и программным средствам систем управления, третий вопрос – по вычислительной технике и моделированию, четвертый вопрос – по гидро-пневмоприводам и гидро-пневмоавтоматике

Ответы на каждый вопрос оформляются на проштампованных листах и сдаются приемной комиссии. Проверка сданных работ осуществляется тремя членами комиссии, которые совместно принимают решение о выставлении оценки.

После проведения вступительного экзамена аттестационная комиссия устанавливает абсолютное значение следующих рейтинговых показателей по каждому из кандидатов:

№ п/п	Виды оценочных средств	Балл
1	<b>Оценка, полученная на вступительном экзамене</b> (для абитуриентов, имеющих документ о высшем образовании по направлению подготовки или специальностям отличным от 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств)	
	<b>Оценка выпускной квалификационной работы</b> (для абитуриентов, имеющих документ о высшем образовании по направлению подготовки 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств)	
2	<b>Баллы за индивидуальные достижения по направлению подготовки (портфолио)</b>	
3	<b>Средний балл по оценкам дисциплин, курсовых работ (проектов) и практик, включенных в приложение к документу о высшем образовании и о квалификации (умноженный на 10)</b>	
<b>ИТОГО</b>		

По результатам проведенных вступительных испытаний по программе магистратуры «Автоматизация технологических процессов и производств для управления объектами атомной

промышленности» формируется ранжированный рейтинговый список (по принципу убывания итогового рейтинга).

## **2. Перечень вопросов для проведения экзамена**

1. Методы диагностики и мониторинга состояния оборудования на объектах атомной промышленности.
2. Технологии для удалённого управления объектами атомной промышленности.
3. Методы для обеспечения надёжности и отказоустойчивости систем автоматизации на объектах атомной отрасли.
4. Методы для прогнозирования и предотвращения аварийных ситуаций на объектах атомной промышленности с помощью систем автоматизации.
5. Понятие интегрированной производственной системы (ИПС) и взаимодействия ее подсистем. Схемы материальных и информационных потоков в ИПС.
6. Составить принципиальную гидравлическую схему (ПГС) насосной установки с двумя насосными агрегатами.
7. Поточная линия, как основа автоматизации массового производства. Синхронизация оборудования в линии по производительности.
8. Система автоматизированного контроля и диагностирования качества готовой продукции, инструментов, комплектных приводов и печатных узлов систем управления.
9. Уровни АСУ предприятиям (PLC, SCADA, MES, MRP и ERP системы).
10. Жизненный цикл изделия. Концепция, стратегия и технологии CALS.
11. Промышленные сети и интерфейсы.
12. Индуктивные бесконтактные выключатели, оптические бесконтактные выключатели, емкостные бесконтактные выключатели, магниточувствительные бесконтактные выключатели. Принцип действия и область применения.
13. Электрические исполнительные устройства.
14. Автоматическое управление и автоматическое регулирование. Следящие системы. Примеры устройств и средств, реализующих автоматическое управление и автоматическое регулирование.
15. Понятие проекта. Методы планирования и управления проектами. Системы управления проектами.
16. Организационно-технологические основы комплексной автоматизации массового и мелкосерийного производства.
17. Имитационное моделирование объектов автоматизированного производства на основе теории массового обслуживания.
18. Измерительные преобразователи. Общие сведения, назначение, классификация по различным признакам.
19. Локальные вычислительные сети. Эталонная модель взаимодействия открытых систем (OSI-модель).
20. Локальные промышленные сети. Топология локальных промышленных сетей.
21. Промышленные сети нижнего уровня (полевые шины).
22. Назначение, основные свойства и условия эксплуатации промышленных логических контроллеров (ПЛК). Аппаратная структура ПЛК. Программное обеспечение ПЛК.
23. Управление скоростью движения гидродвигателей. Машинно-дроссельное управление.
24. Золотниковые гидроусилители. Электрогидроусилители.

### **3. Рекомендуемая литература**

1. Вольнов О.И. Проектирование и эксплуатация гидро- и пневмосистем: учебное пособие. – Н. Новгород.: НГТУ им. Р.Е. Алексеева, 2016. – 220 с.
2. Гущин В.Н., Титов А.В. Основы теории управления и регулирования: учеб. пособие. – Н. Новгород: НГТУ им. Р.Е. Алексеева, 2022. – 190 с.
3. Иванов А.А. Автоматизация технологических процессов и производств: учебное пособие / М.: ФОРУМ, 2011. – 224 с.
4. Иванов А.А. Автоматизированные сборочные системы: учебник. – М.: ФОРУМ, 2012. – 336 с.
5. Иванов А.А. Основы робототехники: учебное пособие/ М.: ФОРУМ, 2011. – 224 с.
6. Иванов А.А. Проектирование автоматизированных систем манипулирования объектами обработки и сборки: учебное пособие. – М.: ФОРУМ, 2012. – 352 с.
7. Иванов А.А., Панов А.Ю., Манцеров С.А. Интеллектуальные сборочные системы: учеб. пособие. – Н. Новгород: НГТУ им. Р.Е. Алексеева, 2021. – 172 с.
8. Иванов А.А., Торохов С.Л. Управление в технических системах: учебное пособие. – М.: ФОРУМ, 2012. – 272 с.
9. Кабалдин Ю.Г. [и др.] Искусственный интеллект, интернет вещей, облачные технологии и цифровые двойники в современном механообрабатывающем производстве: учеб. пособие. – Н. Новгород: НГТУ им. Р.Е. Алексеева, 2023. – 170 с.
10. Манцеров С.А., Панов А. Ю. Автоматизированная система управления предприятием: учебное пособие. – Н. Новгород: НГТУ им. Р.Е. Алексеева, 2018. – 62 с.
11. Москвичев А.А., Кварталов А.Р., Устинов Б.В. Захватные устройства промышленных роботов и манипуляторов: учебное пособие. – М.: ФОРУМ, 2020. – 176 с.
12. Синичкин С.Г. Программируемые контроллеры и их применение для модернизации систем управления технологическим оборудованием: учебное пособие. – Н. Новгород.: НГТУ им. Р.Е. Алексеева, 2008. – 211 с.
13. Синичкин С.Г., Синичкина Т.Б. Электронные элементы автоматики: учебное пособие. – Н. Новгород.: НГТУ им. Р.Е. Алексеева, 2021. – 299 с.
14. Чернов Е.А., Титов Д.Ю. Электроавтоматика контроллеров фирмы «Сименс»: учебное пособие. – Н. Новгород.: НГТУ им. Р.Е. Алексеева, 2024. – 385 с.

## **15.04.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств**

### **Направленность программы «Конструкторско-технологическое обеспечение атомных электростанций с высокотемпературными газоохлаждаемыми реакторами»)**

#### **1. Общие требования**

В соответствии с документами, утвержденными ректором НГТУ, а именно: Правилами приема на обучение по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры в Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева на 2026/2027 учебный год, Порядком проведения конкурсного отбора в магистратуру университета на 2026/2027 учебный год, Дополнением к Порядку проведения конкурса отбора в магистратуру университета на 2026/2027 учебный год, для поступающих в магистратуру устанавливается одно вступительное испытание в форме экзамена по соответствующему направлению подготовки магистратуры.

Вступительное испытание проводится согласно расписанию, утвержденного председателем отборочной комиссии ПИШ. Формат испытания – письменный экзамен по вопросам, включенными в экзаменационные билеты (набор вопросов по 4 базовым частям (модулям)). Продолжительность экзамена составляет 120 минут.

Ответы на каждый вопрос оформляются на проштампованных листах и сдаются приемной комиссии. Проверка сданных работ осуществляется тремя членами комиссии, которые совместно принимают решение о выставлении оценки.

После проведения вступительного экзамена аттестационная комиссия устанавливает абсолютное значение следующих рейтинговых показателей по каждому из кандидатов:

№ п/п	Виды оценочных средств	Балл
1	<b>Оценка, полученная на вступительном экзамене</b> (для абитуриентов, имеющих документ о высшем образовании по направлению подготовки или специальностям отличным от 15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств)	
	<b>Оценка выпускной квалификационной работы</b> (для абитуриентов, имеющих документ о высшем образовании по направлению подготовки 15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств)	
2	<b>Баллы за индивидуальные достижения по направлению подготовки (портфолио)</b>	
3	<b>Средний балл по оценкам дисциплин, курсовых работ (проектов) и практик, включенных в приложение к документу о высшем образовании и о квалификации (умноженный на 10)</b>	
<b>ИТОГО</b>		

По результатам проведенных вступительных испытаний по программе магистратуры «Конструкторско-технологическое обеспечение атомных станций с высокотемпературными газоохлаждаемыми реакторами» формируется ранжированный рейтинговый список (по принципу убывания итогового рейтинга). При прочих равных условиях учитывается

значимость предоставляемых документов, согласно ранжированному списку индивидуальных достижений.

## **2. Перечень вопросов для проведения экзамена**

### **Исходные данные:**

- чертеж обрабатываемой детали – файл «Вариант № Наименование детали.pdf».
- тип производства – мелкосерийное.

### **1. Технологическая часть**

- 1.1 Анализ чертежа детали с указанием основных требований к точности, качеству, форме и расположению поверхностей. Дать определение технологичности конструкции детали.
- 1.2 Расшифровать марку материала детали. Определить группу материала по ISO.
- 1.3 Выбрать и обосновать метод получения заготовки. Привести эскиз формы заготовки.
- 1.4 Выбрать виды и методы обработки для одной из самых точных элементарных поверхностей.
- 1.5 Привести укрупненный маршрутный технологический процесс с учетом заданного типа производства.
- 1.6 Выбрать схему базирования и закрепления детали для реализации выбранного плана обработки элементарной поверхности.

### **2. Оборудование**

- 2.1 Выбрать тип оборудования для всех технологических операций. Описать критерии выбора оборудования.
- 2.2 Предложить варианты компоновок оборудования для одной технологической операции принятого маршрута обработки. Описать критерии выбора компоновки.

### **3. Режущий инструмент**

- 3.1. Выбрать тип режущего инструмента для плана обработки выбранной элементарной поверхности (п. 1.4).
- 3.2. Выбрать марки инструментального материала, привести его химический состав и основные физико-механические характеристики.
- 3.3. Привести последовательность назначения элементов режима резания.

### **4. Технологическая оснастка**

- 4.1. Выбрать подсистему станочных приспособлений для выбранной схемы базирования (п. 1.6).
- 4.2. Привести схему к расчету усилия закрепления.

Ответ сопровождается поясняющими схемами. Текст ответа и графика схем (рисунков) должны быть читаемыми.

### **3. Рекомендуемая литература**

1. Кожевников Д.В., Гречишников В.А., Кирсанов С.В., Кокарев В.И., Схиртладзе А.Г. Режущий инструмент: учебник для вузов / Под редакцией С.В. Кирсанова. – М.: Машиностроение, 2004.
2. Металлорежущие станки. В 2-х томах. Учебник / под ред. В.В. Бушуева. – М.: Машиностроение, 2011.
3. Схиртладзе А.Г., В.А. Скрябин, Н.А. Симанин и др. Технологическая оснастка. Учебное пособие. Старый Оскол: Тонкие научноемкие технологии, 2011.
4. Технология машиностроения. Том 2. Производство машин. Учебник / под ред. Г.Н. Мельникова. М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2012.
5. Технология машиностроения. Том I. Основы технологии машиностроения. Учебник / под ред. А.М. Дальского. М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2011.

**18.04.01 Химическая технология**  
**Направленность программы «Техника и технологии водородной энергетики»**

**1. Общие требования**

В соответствии с документами, утвержденными ректором НГТУ, а именно: Правилами приема на обучение по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры в Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева на 2026/2027 учебный год, Порядком проведения конкурсного отбора в магистратуру университета на 2026/2027 учебный год, Дополнением к Порядку проведения конкурсного отбора в магистратуру университета на 2026/2027 учебный год, для поступающих в магистратуру устанавливается одно вступительное испытание в форме экзамена по соответствующему направлению подготовки магистратуры.

Вступительное испытание проводится согласно расписанию, утвержденного председателем отборочной комиссии ПИШ. Формат испытания – письменный экзамен по вопросам, включенными в экзаменационные билеты (по 3 вопроса в экзаменационном билете). Продолжительность экзамена составляет 120 минут.

Ответы на каждый вопрос оформляются на проштампованных листах и сдаются приемной комиссии. Проверка сданных работ осуществляется тремя членами комиссии, которые совместно принимают решение о выставлении оценки.

После проведения вступительного экзамена аттестационная комиссия устанавливает абсолютное значение следующих рейтинговых показателей по каждому из кандидатов:

№ п/п	Виды оценочных средств	Балл
1	<b>Оценка, полученная на вступительном экзамене</b> (для абитуриентов, имеющих документ о высшем образовании по направлению подготовки или специальностям отличным от 18.03.01 Химическая технология)	
	<b>Оценка выпускной квалификационной работы</b> (для абитуриентов, имеющих документ о высшем образовании по направлению подготовки 18.03.01 Химическая технология)	
2	<b>Баллы за индивидуальные достижения по направлению подготовки (портфолио)</b>	
3	<b>Средний балл по оценкам дисциплин, курсовых работ (проектов) и практик, включенных в приложение к документу о высшем образовании и о квалификации (умноженный на 10)</b>	
<b>ИТОГО</b>		

По результатам проведенных вступительных испытаний по программе магистратуры «Техника и технологии водородной энергетики» формируется ранжированный рейтинговый список (по принципу убывания итогового рейтинга).

## **2. Перечень вопросов для проведения экзамена**

1. Понятие о химико-технологическом процессе.
2. Классификация химико-технологических процессов.
3. Методика расчета материального баланса.
4. Методика расчета теплового баланса.
5. Эффективность протекания химических процессов в реакторе: селективность, степень превращения реагента, выход целевого продукта.
6. Закономерности влияния температуры и давления на протекание химических реакций.
7. Характеристика гомогенных процессов. Аппаратурное оформление гомогенных некаталитических процессов.
8. Закономерности влияния концентраций реагентов, продуктов и инертных веществ на равновесие реакций.
9. Гетерогенные процессы. Аппаратурное оформление.
10. Пути интенсификации гетерогенных процессов.
11. Виды и стадии каталитических процессов.
12. Аппаратурное оформление реакторов для проведения каталитических процессов.
13. Классификация химических реакторов.
14. Какие факторы необходимо учитывать при выборе конструкции и размеров реактора для проведения технологического процесса?
15. Какие формы может принимать материальный баланс, составляемый для химико-технологического процесса, проводимого в реакторе?
16. Каковы особенности структуры потоков в реакторе? Как моделируются структуры потоков в реакторе?
17. В каком случае в технологическом процессе возникает внешнедиффузионное торможение?
18. Как управлять химическим процессом, протекающим с кинетическим контролем, с диффузионным контролем?
19. Как сказывается внешнедиффузионное торможение в технологическом процессе на выход целевого продукта? В каких процессах проявляется внутридиффузионное торможение?
20. Какие особенности протекания химических реакций во внутридиффузионной области?
21. Понятие катализатор. Как осуществляется выбор катализатора?
22. Что подразумевается под разностью потенциалов в химической реакции?
23. Что понимается под сопротивлением химической реакции?
24. В каком случае используют принцип «замораживания» химико-технологической системы?
25. Какие вы знаете технологические критерии эффективности химико-технологического процесса? Дайте их определения.
26. С какой целью при проведении химических процессов в промышленных условиях один из реагентов часто берут в избытке по отношению к стехиометрической реакции? Каковы пути использования реагента, взятого в избытке и не вступившего в реакцию?
27. Сформулируйте допущения модели идеального смешения.
28. Каковы основные причины отклонения от идеальности в реальных реакторах?
29. Как увеличить коэффициент массоотдачи на стадии внешней диффузии?
30. Как определить лимитирующую стадию гетерогенного процесса, экспериментально изучая влияние температуры на скорость образования продуктов?

31. Как можно увеличить скорость гетерогенного процесса “газ - твердое”?
32. Как увеличить интенсивность превращения в газо-жидкостном реакторе, используя разные способы контактирования фаз? За счет чего это достигается?
33. Влияние внешнедиффузионных затруднений на селективность процесса при протекании последовательной и параллельной реакций?
34. Понятия эффективной константы скорости химической реакции и эффективного коэффициента диффузии.
35. Способы смешения равновесия при протекании обратимых химических реакций.
36. Как оптимально распределить поток между аппаратами идеального смешения?
37. Что такое обогащение сырья и зачем его применяют? Способы обогащения сырья.
38. По каким показателям определяют качество воды?
39. Перечислите основные методы промышленной водоподготовки.
40. Термодинамическая система. Микроскопические и макроскопические параметры. Уравнение состояния (термическое и калорическое). Равновесные и неравновесные состояния и процессы.
41. Идеальный газ. Связь давления и температуры идеального газа с кинетической энергией его молекул. Уравнение состояния идеального газа. Идеально-газовое определение температуры.
42. Работа, внутренняя энергия, теплота. Первое начало термодинамики. Внутренняя энергия и энталпия идеального газа.
43. Теплоёмкость. Теплоёмкости при постоянном объёме и давлении. Связь между  $CV$  и  $CP$  для идеального газа (соотношение Майера).
44. Адиабатический и политропический процессы. Уравнение адиабаты и политропы идеального газа
45. Второе начало термодинамики. Энтропия (термодинамическое определение). Неравенство Клаузиуса. Энтропия идеального газа.
46. Обратимые и необратимые процессы. Закон возрастания энтропии. Неравновесное расширение газа в пустоту.
47. Термодинамические потенциалы: внутренняя энергия, энталпия, свободная энергия, энергия Гиббса. Метод получения соотношений Максвелла (соотношений взаимности).
48. Классическая теория теплоёмкостей. Закон равномерного распределения энергии теплового движения по степеням свободы. Теплоёмкость кристаллов (закон Дюлонга—Пти).
49. Зависимость теплоёмкости  $CV$  газов от температуры. Возбуждение и замораживание степеней свободы, характеристические температуры.
50. Диффузия: закон Фика, коэффициент диффузии, уравнение диффузии. Коэффициент диффузии в газах.
51. Термодинамические циклы паротурбинных и газотурбинных установок. Циклы парогазовых установок.
52. Теория теплообмена: теплопроводность, конвекция, излучение.
53. Расчёт процессов теплообмена; Интенсификация теплообмена.
54. Модели жидкой среды; ньютоновские и реологические жидкости.
55. Силы, действующие в жидкости, нормальные и касательные напряжения, тензор напряжений; уравнение движения в напряжениях;

56. Общие законы и уравнения динамики жидкости: интегральная форма законов сохранения, обобщенная гипотеза Ньютона, уравнение Навье-Стокса, граничные и начальные условия.
57. Термодинамические циклы паротурбинных и газотурбинных установок. Циклы парогазовых установок.
58. Одномерная модель потока; потеря напора, течение в трубах, истечение жидкости и газа через отверстия и насадки, газодинамические функции расхода; сверхзвуковое движение газов; Уравнение одномерного неустановившегося движения.
59. Классификация дефектов структуры твердого тела.
60. Различные механизмы возникновения напряжений при механическом воздействии при на частицы твердого тела.
61. Реакции модификации при трибохимической деструкции.
62. Способы измельчения. Теоретические основы измельчения. Измельчители раскалывающего, разламывающего ударного действия.
63. Разделение сыпучих материалов на фракции. Разделение под действием гравитационно-инерционных сил. Разделение под действием гравитационно-центробежных сил.
64. Общие принципы анализа процессов и аппаратов химических технологий.
65. Законы переноса и принцип движущей силы.
66. Основы теории подобия процессов и аппаратов.
67. Основные свойства жидкостей.
68. Дифференциальные уравнения равновесия Эйлера.
69. Основное уравнение гидростатики.
70. Приборы для измерения давления и вакуума.
71. Уравнение сплошности (неразрывности) потока.
72. Уравнения Бернулли для идеальной и реальной жидкости.
73. Режимы движения жидкости.
74. Виды гидравлических сопротивлений
75. Трубопроводы. Истечение жидкости.
76. Насосы и компрессоры.
77. Разделение неоднородных систем.
78. Осаждение в гравитационном поле.
79. Отстойные и фильтрующие центрифуги.
80. Разделение неоднородных газовых систем.
81. Фильтрование. Виды фильтрования. Основное уравнение фильтрования при постоянной разности давлений.
82. Перемешивание и способы перемешивания.
83. Электродный потенциал. Классификация электродов. Шкала электродных потенциалов
84. Термодинамика гальванического элемента. Условия обратимой работы. Общее выражение ЭДС. Понятие электродного потенциала.
85. Идентификация вида контролирующей стадии электродного процесса (диффузия, химическая реакция, стадия переноса, образование новой фазы.).
86. Электропроводность растворов электролитов. Влияние на электропроводность концентрации, температуры и природы растворителя. Экспериментальное определение.

87. Термодинамика гальванического элемента. Условия обратимой работы. Общее выражение ЭДС. Понятие электродного потенциала.
88. Кислородный электрод. Коррозия с кислородной деполяризацией, ее особенности.
89. Поляризационные кривые. Поляризуемость электродных процессов. Влияние поляризуемости на ток коррозии.
90. Газовая коррозия (карбонильная, водородная, в атмосфере оксида углерода и др.). Термодинамическая возможность газовой коррозии.
91. Поляризационные кривые. Поляризуемость электродных процессов, влияние поляризуемости на ток коррозии.
92. Ингибиторы коррозии. Их классификация и механизм действия.
93. Влияние различных факторов на скорость газовой коррозии (температуры, состава газовой среды, состава сплава, скорости движения среды, поверхностного наклена и др.).
94. Контролирующий фактор электрохимической коррозии. Степень контроля.
95. Диаграмма Пурбэ. Термодинамика процесса коррозии.
96. Катодная поляризация двухэлектродной системы.
97. Электрохимическая коррозия. Термодинамика электрохимической коррозии. Вторичные процессы при электрохимической коррозии.
98. Механизм и теория пассивного состояния металлов. Анодные процессы на пассивном электроде.
99. Особенности кристаллического строения реальных металлов. Точечные, поверхностные и линейные дефекты.
100. Механизм и теория пассивного состояния металлов. Анодные процессы на пассивном электроде.
101. Законы роста оксидных пленок при газовой коррозии металлов.
102. Влияние характера анодного процесса на переход системы в устойчивое пассивное состояние.
103. Анализ работы многоэлектродных коррозионных систем на основе реальных поляризационных кривых.
104. Параметры катодной защиты металлов. Их взаимосвязь.
105. Контролирующий фактор электрохимической коррозии. Степень контроля.
106. Влияние различных факторов на скорость коррозии (температура, состав газовой среды, состав сплава, скорости движения среды, поверхностного наклена и т.д.)
107. Протекание анодных процессов при электрохимической коррозии.
108. Контролирующий фактор электрохимической коррозии, степень контроля.
109. Что является предметом изучения электрохимии?
110. Какое явление называется электрохимическим процессом? На какие типы и по каким признакам делятся электрохимические процессы?
111. Что называется электрохимической системой? Как выглядит условная запись электрохимической системы?
112. Охарактеризуйте понятия: химические источники тока, гальваническая ячейка, гальванический элемент.
113. В чем заключаются законы электролиза?
114. Охарактеризуйте области применения электролиза.
115. Технологические основы процесса электролиза воды. Принципы выбора состава электролитов, материал электродов и технологических параметров.

116. Теоретические основы получения перекиси водорода и пероксодвусерной кислоты. Принципы выбора материалов электродов, состава электролитов и режимов электролиза. Технологическая схема.
117. Теоретические основы мембранного способа электролиза растворов хлорида натрия. Свойство применяемых мембран. Конструкция электролизёров, технологическая схема.
118. Топливо и основы горения.
119. Вторичные энергетические ресурсы.
120. Источники природных энергоносителей. Топливно-энергетический комплекс.
121. Высокотемпературный окислительный пиролиз. Механизм пиролиза.
122. Реакции рекомбинации, диспропорционирования и  $\beta$ -распад.
123. Материальный баланс и расчет массообменных процессов.
124. Трубчатые печи. Назначение, типы, конструкция, тепловой баланс печи.
125. Расчёт реакторов гидроочистки.
126. Конструкционные особенности реакторов риформинга.

### **3. Рекомендуемая литература**

1. Абрамова Л.К. Материальные расчёты технологических процессов переработки природных энергоносителей (Химические процессы, Физические процессы) / Л.К. Абрамова Р.А. Наволокина, С.М. Данов. – НГТУ им. Р.Е. Алексеева, Дзерж. политехн. ин-т (фил.) 2015.
2. Андриевский Р.А. Наноструктурные материалы / Р.А. Андриевский, А.В. Рагуля. – М.: Академия, 2005.
3. Байрамов В.М. Основы химической кинетики / В.М. Байрамов. – М.: Академия, 2003.
4. Байрамов В.М. Основы химической кинетики примеры и задачи с решениями / В.М. Байрамов. – М.: Академия, 2003.
5. Белов А.Н., Электрохимические технологии в микро- и нано электронике / А.Н. Белов, С.А. Гаврилова. – М.: Высшее образование, 2009.
6. Белоусов В.В. Теория процессов и аппаратов очистки газов / В.В. Белоусов. – М.: Изд. дом МИСиС, 2008.
7. Вержичинская С.В. Химия и технология нефти и газа / С.В. Вержичинская, Н.Г. Дигуров С.А. Синицин. – М.: Форум, 2009.
8. Данов С.М., Примеры и задачи по теории химических процессов основного органического и нефтехимического синтеза / С.М. Данов, Р.А. Наволокина. – НГТУ им. Р.Е. Алексеева, Дзерж. политехн. ин-т (фил.) 2008.
9. Жук Н.П. Курс теории коррозии и защиты металлов / Н.П. Жук. – М.: Альянс, 2006.
10. Кудрявцева В.Н., Практикум по прикладной электрохимии / В.Н. Кудрявцева, В.Н. Варыпаева. – Химия, 1990.
11. Лукомский Ю.Я. Физико-химические основы электрохимии / Ю.Я. Лукоморский. – Долгопрудный: из-д дом «Интеллект», 2008.
12. Лукомский Ю.Я. Физико-химические основы электрохимии / Ю.Я. Лукомский. – Долгопрудный: изд. дом «Интеллект», 2008.
13. Пустов Ю.А. Коррозия и защита металлов в водных средах / Ю.А. Пустов, Б.В. Кошкин, А.Е. Кутырев. - МИСИС М.: Учеба, 2005.
14. Ролдугин В.И. Физикохимия поверхности / В.И. Ролдугин. – М.: изд. дом «Интеллект», 2008.

15. Стромберг А.Г., Семченко Д.П. Физическая химия / А.Г. Стромберг, Д.П. Семченко. – М.: Высшая школа, 2006.
16. Травень В.Ф. Органическая химия Т. 1, 2 / В.Ф. Травень. – М.: ИКЦ «Академкнига», 2008.
17. Ульянов В.М. Технологические расчёты машин и аппаратов химических и нефтеперерабатывающих производств / В.М. Ульянов, А.А. Сидягин, В.А. Диков. – НГТУ им. Р.Е. Алексеева, Дзерж. политехн. ин-т (фил.), 2015.
18. Флеров В.Н. Сборник задач по прикладной электрохимии / В.Н. Флеров. – Высшая школа, 1987.

**22.04.01 Материаловедение и технологии материалов**  
**Направленность программы «Материалы для высокотемпературных**  
**ядерных реакторов»**

**1. Общие требования**

В соответствии с документами, утвержденными ректором НГТУ, а именно: Правилами приема на обучение по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры в Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева на 2026/2027 учебный год, Порядком проведения конкурсного отбора в магистратуру университета на 2026/2027 учебный год, Дополнением к Порядку проведения конкурса отбора в магистратуру университета на 2026/2027 учебный год, для поступающих в магистратуру устанавливается одно вступительное испытание в форме экзамена по соответствующему направлению подготовки магистратуры.

Вступительное испытание проводится согласно расписанию, утвержденного председателем отборочной комиссии ПИШ. Формат испытания – письменный экзамен по вопросам, включенными в экзаменационные билеты (по 2 вопроса в экзаменационном билете). Продолжительность экзамена составляет 60 минут.

Ответы на каждый вопрос оформляются на проштампованных листах и сдаются приемной комиссии. Проверка сданных работ осуществляется тремя членами комиссии, которые совместно принимают решение о выставлении оценки.

После проведения вступительного экзамена аттестационная комиссия устанавливает абсолютное значение следующих рейтинговых показателей по каждому из кандидатов:

№ п/п	Виды оценочных средств	Балл
1	<b>Оценка, полученная на вступительном экзамене</b> (для абитуриентов, имеющих документ о высшем образовании по направлению подготовки или специальностям отличным от 22.03.01 Материаловедение и технологии материалов) <b>Оценка выпускной квалификационной работы</b> (для абитуриентов, имеющих документ о высшем образовании по направлению подготовки 22.03.01 Материаловедение и технологии материалов)	
2	<b>Баллы за индивидуальные достижения по направлению подготовки (портфолио)</b>	
3	<b>Средний балл по оценкам дисциплин, курсовых работ (проектов) и практик, включенных в приложение к документу о высшем образовании и о квалификации (умноженный на 10)</b>	
<b>ИТОГО</b>		

По результатам проведенных вступительных испытаний по программе магистратуры «Материалы для высокотемпературных ядерных реакторов» формируется ранжированный рейтинговый список (по принципу убывания итогового рейтинга).

## **Перечень вопросов для проведения экзамена**

1. Классификация материалов.
2. Кристаллические и аморфные вещества.
3. Полиморфизм и полиморфные превращения. Анизотропия. Дефекты кристаллического строения.
4. Кристаллизация материалов. Гомогенная и гетерогенная кристаллизация. Модифицирование. Строение металлического слитка.
5. Деформация твердых тел.
6. Механизмы пластической деформации. Текстура деформации.
7. Размножение дислокаций и взаимодействие дислокаций. Деформационное упрочнение. Разрушение металлов.
8. Возврат и рекристаллизация. Холодная и горячая деформация. Механические испытания и свойства материалов.
9. Металлы и металлические сплавы. Фазы в металлических сплавах. Твердые растворы.
10. Химические соединения.
11. Диаграммы состояния сплавов. Правило фаз. Правило отрезков.
12. Методы построения диаграмм состояния. Основные виды диаграмм состояния двойных сплавов. Неравновесная кристаллизация. Ликвация.
13. Диаграммы состояния железо–углерод. Компоненты и фазы в системе железо–углерод.
14. Диаграмма состояния железо–цементит (метастабильное равновесие). Диаграмма состояния железо–графит (стабильное равновесие).
15. Конструкционные стали общего назначения. Углеродистые стали. Химический состав сталей и его влияние на структуру и свойства. Легированные стали.
16. Конструкционные стали функционального назначения.
17. Высокопрочные стали. Рессорно-пружинные стали.
18. Шарикоподшипниковые стали. Стали, устойчивые к воздействию температуры и рабочей среды.
19. Коррозионностойкие (нержавеющие) стали. Жаростойкие (окалиностойкие) стали. Жаропрочные стали. Хладостойкие стали.
20. Классификация и маркировка инструментальных сталей.
21. Нетеплостойкие стали для режущего инструмента. Быстрорежущие стали. Стали для измерительного инструмента. Стали для штампового инструмента (холодного и горячего деформирования). Стали для прессформ, применяемых при литье под давлением. Твердые сплавы.
22. Классификация чугунов. Графитизация чугунов. Серые чугуны с пластинчатым графитом (СЧ).
23. Высокопрочные чугуны с шаровидным графитом (ВЧШГ). Чугуны с вермикулярным графитом (ЧВГ). Ковкие чугуны.
24. Сплавы на основе титана.
25. Сплавы на основе алюминия. Сплавы на основе меди.
26. Антифрикционные (подшипниковые) сплавы.
27. Особенности строения и свойств полимерных материалов (структура макромолекул, механические свойства, ориентационное упрочнение, релаксационные свойства, старение полимеров. радиационная стойкость, вакуумстойкость, абляция, адгезия).

28. Пластмассы. Состав и классификация пластмасс. Термопластичные пластмассы. Термореактивные пластмассы. Пенопласти (газонаполненные пластики). Резины. Неорганическое стекло. Ситаллы.
29. Механические свойства металлов. Напряженное и деформированное состояния.
30. Нормальные и касательные напряжения. Схемы напряженных состояний. Удлинения и сдвиги.
31. Упругая деформация. Закон Гука. Модуль нормальной упругости и коэффициент Пуассона. Пластическая деформация. Скольжение и двойникование.
32. Влияние температуры, скорости деформации, легирования и примесей на пластическую деформацию и упрочнение.
33. Хрупкое и вязкое состояния при разрушении металлов. Схема Иоффе. Схема Давиденкова.
34. Влияние напряженного состояния. Схема Фридмана.
35. Масштабный фактор. Влияние температуры и скорости деформации на разрушение металла.
36. Механизмы зарождения и роста трещин.
37. Испытания на растяжения. Условные и действительные напряжения.
38. Диаграммы растяжения. Характеристики, определяемые при растяжении.
39. Пределы пропорциональности, упругости и текучести и их определение. Временное сопротивление разрыву.
40. Равномерное и полное относительное удлинение. Относительное сужение. Работа деформации. Машины для испытаний растяжением.
41. Твердость металлов. Определение твердости по Бринеллю, Роквеллу, Виккерсу. Микротвердость.
42. Испытания на усталость. Мало и многоцикловая усталость. Кривые усталости и их построение. Механизм усталостного разрушения.
43. Методы исследования и контроля качества сталей и сплавов. Физические методы исследования свойств материалов.
44. Физические методы неразрушающего контроля структуры и дефектности металлов.
45. Магнитные, магнитошумовые, электромагнитные, термоэлектрические методы неразрушающего контроля структуры, свойств и состава материалов.
46. Ультразвуковая, рентгеновская и гамма-дефектоскопия, метод вихревых токов, магнитопорошковая дефектоскопия.
47. Основы теории термической обработки стали. Критические точки в железоуглеродистых сплавах. Превращения в сталях при нагревании.
48. Рост зерна аустенита при нагревании и выдержке. Превращения аустенита при охлаждении. Диаграмма изотермического распада аустенита.
49. Перлитное, мартенситное и бейнитное превращения. Механизм и кинетика превращения. Изотермическое превращение аустенита в доэвтектоидных, заэвтектоидных и легированных сталях.
50. Превращение аустенита при непрерывном охлаждении. Термокинетические диаграммы превращения переохлажденного аустенита.
51. Превращения в закаленной стали при отпуске. Влияние отпуска на механические свойства стали. Отпускная хрупкость сталей.
52. Основы технологии термической обработки стали.

53. Отжиг I рода (основанный не на фазовых превращениях). Гомогенизация (диффузионный отжиг). Рекристаллизационный отжиг.
54. Отжиг для уменьшения твердости. Отжиг для снятия остаточных напряжений. Отжиг II рода (с фазовыми превращениями).
55. Полный отжиг. Неполный отжиг. Изотермический отжиг. Нормализация (нормализационный отжиг).
56. Закалка стали (режимы, защитные среды, охлаждающие среды). Специальные способы закалки. Закаливаемость и прокаливаемость стали.
57. Отпуск закаленной стали.
58. Термомеханическая обработка стали (ТМО). Дефекты, возникающие, при термической обработке стали.
59. Поверхностная закалка. Закалка с индукционным нагревом. Закалка с газопламенным нагревом.
60. Поверхностная закалка с лазерным нагревом. Деформационное упрочнение поверхности. Химико-термическая обработка (ХТО) стали. Цементация стали. Способы цементации. Структура и свойства цементованной стали. Азотирование стали. Способы азотирования. Цианирование (нитроцементация) стали.

## **2. Рекомендуемая литература**

1. Горелик С.С. Рекристаллизация металлов и сплавов / С.С. Горелик. – М.: МИСиС, 2005.
2. Готтштайн Г. Физико-химические основы материаловедения / Г. Готтштайн. – М.: БИНОМ, 2009.
3. Лахтин Ю.М. Материаловедение / Ю.М. Лахтин, В.П. Леонтьева. – М.: Альянс, 2011.
4. Мальцев И.М. Композиционные материалы / И.М. Мальцев, Ю.А. Гетмановский, Е.С. Беляев, В.П. Могутнов, А.В. Тумасов. – Н. Новгород: НГТУ им. Р.Е. Алексеева, 2019.
5. Мерер Х. Диффузия в твердых телах / Х. Мерер. – Долгопрудный: Интеллект, 2011.
6. Новиков И.И. Металловедение. В 2-х т. Т.1: Основы металловедения / Новиков И.И. [и др.]. – М.: МИСиС, 2009.
7. Новицкий Н.И. Организация производства на предприятиях / Н.И. Новицкий. – М.: Финансы и статистика, 2003.
8. Пелих А.С. Экономика машиностроения для студентов вузов / А.С. Пелих, М.М. Баранников. – Ростов н/Д: Феникс, 2004.
9. Хлыбов А.А. Механические свойства материалов / А.А. Хлыбов, Д.А. Рябов, М.К. Чегуров, Ю.В. Бугров, Е.С. Беляев. – Н. Новгород: НГТУ им. Р.Е. Алексеева, 2021.
10. Чеэррова М.Н. Основы фрактографического анализа изломов образцов из конструкционных сплавов / М.Н. Чеэррова, Р.А. Воробьев, М.К. Чегуров, М.Г. Горшунов, Т.В. Нуждина, С.А. Сорокина. – Н. Новгород: НГТУ им. Р.Е. Алексеева, 2018.