

Принято на заседании  
Ученого совета ЭкоТех НИТУ МИСИС  
Протокол от 19.12.2024 № 4

ПРОГРАММА  
ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ  
ДЛЯ ПОСТУПАЮЩИХ  
НА ОБУЧЕНИЕ ПО ПРОГРАММАМ МАГИСТРАТУРЫ

**15.04.02 Технологические машины и оборудование (ЭкоТех)**

Москва 2024

## СОДЕРЖАНИЕ

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА .....	2
Раздел 1. Механика машин .....	3
Раздел 2. Проектирование механизмов .....	3
Раздел 3. Детали машин .....	4
Раздел 4. Технология конструкционных материалов .....	5
РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА .....	6

## 1. ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Цель вступительного испытания – определение возможности поступающего осваивать основные профессиональные образовательные программы высшего образования (ОПОП ВО) в пределах образовательных стандартов ВО НИТУ МИСИС по направлению 15.04.02 Технологические машины и оборудование (ИТ).

Вступительное испытание по направлению 15.04.02 Технологические машины и оборудование (ИТ) проводится в виде письменного экзамена.

Продолжительность вступительного испытания составляет 2 часа (120 минут).

Экзаменационный билет содержит 10 заданий.

Система оценивания письменного вступительного испытания:

1 вопрос - 10 баллов;

2 вопрос - 10 баллов;

3 вопрос - 10 баллов;

4 вопрос - 10 баллов;

5 вопрос - 5 баллов;

6 вопрос - 5 баллов;

7 вопрос - 10 баллов;

8 вопрос - 10 баллов;

9 вопрос - 15 баллов;

10 вопрос - 15 баллов;

В случае правильного и полного ответа поступающий получает количество баллов, соответствующее номеру вопроса, при неполном ответе или при наличии ошибок члены экзаменационной комиссии выставляют количество баллов пропорционально части правильного выполнения задания.

Результаты вступительных испытаний оцениваются по 100-балльной шкале.

Минимальный проходной балл, подтверждающий успешное прохождение вступительных испытаний, составляет 40.

Перечень принадлежностей, которые поступающий имеет право принести в аудиторию во время проведения вступительного испытания: ручка, пишущая черными или синими чернилами, простой карандаш, ластик, непрограммируемый калькулятор.

## ***Раздел 1. Механика машин***

1.1. Структура машинного агрегата. Машина и механизм. Силы, действующие в машинах, и их характеристики. Управление движением машинного агрегата. Структурные схемы системы автоматического регулирования хода машин.

1.2. Строение механизмов. Основные определения. Кинематические пары и соединения. Структурный анализ механизма. Контурные избыточные связи в квазиплоских механизмах и их исключение. Структурный синтез механизмов. Классификация механизмов.

1.3. Кинематические характеристики. Основные понятия. Графики движения (дуговой координаты), скорости, ускорения и кинематических передаточных функций. Координатный способ определения кинематических характеристик плоских рычажных механизмов. Векторный способ определения скоростей и ускорений плоских механизмов.

1.4. Модульная система кинематического анализа механизмов. Модульная система кинематического анализа механизмов. Примеры графического исследования механизмов. Кинематические характеристики плоских механизмов с высшими парами. Кинематические характеристики пространственных механизмов. Метод преобразования декартовых прямоугольных координат.

1.5. Исследование движения машинного агрегата с жесткими звеньями. Динамическая модель машинного агрегата. Приведение сил и масс. Уравнение движения механизма. Неравномерность движения механизма. Динамический синтез и анализ.

1.6. Исследование движения машинного агрегата с учетом упругости звеньев. Динамическая модель машинного агрегата. Установившееся движение машинного агрегата. Исследование влияния упругости звеньев.

1.7. Силовой расчет механизмов. Основные положения. Аналитический метод силового расчета механизма. Действие сил в кинематических парах с учетом трения. Силовой расчет механизма с учетом трения. Потери энергии на трение. Механический коэффициент полезного действия.

1.8. Трение и износ элементов кинематических пар механизмов и машин. Виды и характеристики внешнего трения. Основные понятия и определения, используемые в триботехнике. Механика контакта и основные закономерности изнашивания. Методика расчета износа элементов кинематических пар.

## ***Раздел 2. Проектирование механизмов***

2.1. Методы синтеза механизмов с высшими парами. Основные понятия и определения. Основная теорема зацепления. Скорость скольжения сопряженных профилей. Угол давления при передаче движения высшей парой. Графические методы синтеза сопряженных профилей. Дифференциальная форма основного уравнения зацепления профилей. Производящие поверхности.

2.2. Механизмы приводов машин. Основные понятия и определения. Строение и классификация зубчатых механизмов. Рядовые зубчатые механизмы и механизмы со ступенчато изменяющимися передаточными отношениями. Планетарные зубчатые механизмы. Волновые зубчатые передачи. Кинематические схемы зубчатых механизмов приводов и распределение передаточных отношений между ступенями.

2.3. Цилиндрическая зубчатая передача. Передачи внешнего и внутреннего зацепления. Эвольвента, ее свойства и уравнения. Эвольвентное прямозубое колесо. Эвольвентная прямозубая рейка. Эвольвентное зацепление. Основные положения станочного зацепления. Реечное станочное зацепление. Подрезание и заострение зуба. Эвольвентная зубчатая передача. Качественные показатели зубчатой передачи. Цилиндрическая передача, составленная из колес с косыми зубьями. Выбор коэффициентов смещения. Особенности точечного круговинтового зацепления Новикова.

- 2.4. Пространственные зубчатые передачи. Коническая зубчатая передача. Гиперболоидные зубчатые передачи.
- 2.5. Механизмы с низшими парами. Основные этапы синтеза. Выбор методов синтеза. Условия существования кривошипа в плоских четырехзвенных механизмах. Синтез четырехзвенных механизмов по двум положениям звеньев. Синтез четырехзвенных механизмов по трем положениям звеньев. Синтез механизмов по средней скорости звена и по коэффициенту изменения средней скорости выходного звена. Построение оптимизационной модели и выбор метода оптимизации.
- 2.6. Кулачковые механизмы. Виды кулачковых механизмов и их особенности. Закон перемещения толкателя и его выбор. Угол давления и коэффициент возрастания сил в кинематических парах. Определение размеров кулачкового механизма по заданному допускаемому углу давления. Определение габаритных размеров кулачка по условию выпуклости профиля. Определение координат профиля дисковых кулачков. Механизмы с цилиндрическими кулачками. Влияние упругости звеньев кулачкового механизма на закон движения толкателя и форму профиля кулачка.
- 2.7. Механизмы с прерывистым движением выходного звена. Зубчатые и храповые механизмы. Мальтийские механизмы. Рычажные механизмы с квазиостановками.
- 2.8. Управление движением системы механизмов. Система программного управления движением механизмов. Циклограмма системы механизмов.
- 2.9. Манипуляционные механизмы. Классификация, назначение и области применения. Кинематические схемы, структура и технические характеристики манипуляторов. Задачи о положениях манипуляторов. Задачи уравнивания и динамики.

### *Раздел 3. Детали машин*

- 3.1. Критерии работоспособности и расчета деталей машин. Надежность машин. Стандартизация. Машиностроительные материалы. Пути экономии материалов при конструировании. Технологичность конструкции. Точность. Взаимозаменяемость. Конструирование. Оптимизация. Сопряжение деталей машин и контактные напряжения.
- 3.2. Резьбовые соединения. Основные типы и параметры резьб. Материалы классы прочности резьбовых деталей, допускаемые напряжения. Момент завинчивания. Стопорение резьбовых соединений. Распределение силы между витками резьбы. Распределение силы между витками резьбы. Прочность винтов при постоянных нагрузках. Расчет групповых резьбовых соединений. Расчет винтов при переменной нагрузке. Способы повышения несущей способности резьбовых соединений.
- 3.3. Заклепочные соединения. Сварные соединения. Сварные соединения стыковыми швами. Сварные соединения угловыми швами. Швы контактной сварки. Допускаемые напряжения сварных соединений. Расчет сварных соединений при переменном нагружении. Соединения деталей с натягом. Соединения шпоночные и шлицевые. Соединения конусные, коническими стяжными кольцами и клеммовые.
- 3.4. Фрикционные передачи и вариаторы. Общие вопросы конструирования. Расчет фрикционных передач. Передачи с постоянным передаточным отношением. Передачи с переменным передаточным отношением. Схемы расчетов вариаторов и основные направления развития их конструкций.
- 3.5. Зубчатые передачи. Цилиндрические зубчатые передачи. Краткие сведения по геометрии и кинематике. Параметры передач. Конструкция зубчатых колес. Точность зубчатых передач. Силы в зацеплении цилиндрических передач. Материалы. Термическая и химико-термическая обработка. Виды разрушения зубьев. Критерии работоспособности и расчета зубчатых передач. Расчетная нагрузка. Расчет зубьев цилиндрических передач на контактную прочность. Расчет зубьев цилиндрических передач на прочность при изгибе. Допускаемые напряжения.

- 3.6. Цилиндрические передачи с зацеплением Новикова. Конические зубчатые передачи. КПД зубчатых передач. Планетарные передачи. Волновые зубчатые передачи.
- 3.7. Червячные передачи. Типы червяков. Критерии работоспособности червячных передач. Материалы червяка и червячного колеса. Основные параметры, геометрия червячных передач. Скольжение в червячной передаче, КПД передачи. Силы, действующие в зацеплении. Расчетная нагрузка. Коэффициент нагрузки. Допускаемые напряжения. Расчет червячной передачи по контактным напряжениям. Расчет червячной передачи по напряжениям изгиба зуба колеса. Тепловой расчет и охлаждение передач.
- 3.8. Цепные передачи. Типы цепей. Критерии работоспособности цепных передач. Материалы и термическая обработка деталей цепей. Основные параметры цепных передач. Расчет цепных передач. Силы, действующие в ветвях передачи. Переменность скорости движения цепи. Передача винт-гайка
- 3.9. Ременные передачи. Классификация передач. Конструкция и материалы ремней. Основные геометрические соотношения. Взаимодействие ремня со шкивами, критерии расчета ременных передач. Кинематика ременных передач. Силы и напряжения в ремне. Расчет ременной передачи по тяговой способности, КПД передачи. Расчет долговечности ремня. Расчет плоскоремennых передач. Силы, действующие на валы передачи. Зубчато-ременная передача.
- 3.10 Валы и оси. Конструкции и материалы. Расчеты валов и осей на прочность. Расчеты валов и осей на жесткость. Расчеты валов на виброустойчивость.
- 3.11. Подшипники качения. Критерии работоспособности. Распределение нагрузки между телами качения. Статическая грузоподъемность подшипника. Кинематика подшипников качения. Расчетный ресурс подшипников качения. Зазоры и предварительные натяги в подшипниках качения. Минимальные осевые силы в радиально-упорных подшипниках. Расчеты сдвоенных подшипников. Расчетный ресурс при повышенной надежности. Расчет эквивалентной динамической нагрузки при переменных режимах нагружения. Быстроходность подшипников. Трение в подшипниках. Посадки подшипников. Смазывание подшипников и технический уход. Основные направления в конструировании и расчетах опор качения.
- 3.12. Подшипники скольжения. Характер и причины выхода из строя подшипников скольжения. Подшипниковые материалы. Критерии работоспособности подшипников. Условные расчеты подшипников. Несущая способность масляного слоя при жидкостной смазке. Трение в подшипниках скольжения. Тепловой расчет подшипника. Расчет подшипников скольжения. Гидростатические подшипники. Подшипники с газовой смазкой. Подпятники. Магнитные подшипники.
- 3.13. Муфты приводов. Назначение муфт, применяемых в машинах. Муфты, постоянно соединяющие валы. Муфты сцепные управляемые. Муфты сцепные самоуправляемые.

#### ***Раздел 4. Технология конструкционных материалов***

- 4.1. Современное металлургическое производство. Состав оборудования доменного цеха. Производство чугуна. Продукты доменной плавки.
- 4.2. Производство стали. Основные способы производства стали: в кислородных конвертерах, в мартеновских электродуговых и индукционных печах.
- 4.3. Внепечная обработка стали.
- 4.4. Производство цветных металлов: меди, алюминия, титана.
- 4.5. Заготовительное производство. Выбор метода и способа получения заготовки.
- 4.6. Основы литейного производства. Модельный комплект. Формовочные и стрижневые смеси.
- 4.7. Технология изготовления литейных форм и стержней.
- 4.8. Получение жидкого металла и отливок. Специальные способы литья.

- 4.9 Физико-механические основы процессов обработки металлов давлением.
- 4.10. Процессы прокатки. Общие сведения о процессе.
- 4.11. Устройство и классификация прокатных станков.
- 4.12. Основы технологии прокатного производства. Специальные процессы прокатки.
- 4.13. Процессы прессования. Основы технологии прессования. Специальные способы прессования.
- 4.14. Процессы волочения. Основы технологии волочения. Специальные способы волочения.
- 4.15. Основы технологииковки, горячей объемной штамповки.
- 4.16. Холодная штамповка.
- 4.17. Физические основы и классификация способов сварки.
- 4.18. Дуговая сварка. Сущность процесса. Основы теории электрической дуги.
- 4.19. Газовая и плазменная сварка и резка. Термомеханический и механический способы сварки.
- 4.20. Физико-химические основы резания. Кинематические и геометрические параметры процесса резания.
- 4.21. Обработка поверхностей деталей лезвийным инструментом. Обработка поверхностей деталей абразивным инструментом.
- 4.22. Общие сведения о металлорежущих станках. Способы резания: точение, сверление, протягивание.
- 4.23. Способы резания: фрезерование, шлифование.
- 4.24. Методы финишной обработки: хонингование, суперфиниширование, полирование.
- 4.25. Основы порошковой металлургии. Методы получения порошков. Предварительная обработка порошков перед деформированием. Формование порошков. Спекание и его разновидности.
- 4.26. Неметаллические материалы. Полимеры. Молекулярная структура полимеров. Термопластичные и термореактивные пластмассы. Резиновые смеси. Формообразование деталей из резины.
- 4.27. Понятие о наноматериалах. Основная классификация, особенности свойств, применение и технологии получения. Фуллерены, фуллериты, нанотрубки.

### **РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА**

#### **а) основная литература**

- 1а. Теория механизмов и механика машин: Учебник для вузов / К.В.Фролов, С.А.Попов, А.К. Мусатов и др. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э.Баумана, 2004.
- 2а. Детали машин: Учебник для вузов / Л.А. Андриенко, Б.А. Байков, И.К. Ганулич и др. Под ред. О.А. Ряховского. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э.Баумана, 2004.
- 3а. Технология конструкционных материалов: учебник для студентов машиностроительных специальностей ВУЗов, 6-е издание исправленное и дополненное. А.М. Дальский, Т.М. Барсукова, А.Ф. Вязов и др. - М.: Машиностроение, 2005-592 с.

#### **б) дополнительная литература**

- 1б. Артоболевский И.И. Теория механизмов и машин: Учебник для вузов. - М.: Наука, 1984.
- 2б. Биргер И.А., Шорр Б.Ф., Иосилевич Г.Б. Расчет на прочность деталей машин. – М.: Машиностроение, 1993.
- 3б. Иванов М.Н. Детали машин: Учебник для вузов. - М.: Высшая школа, 1999.
- 4б. Решетов Д.Н. Детали машин: Учебник для вузов. - М.: Машиностроение, 1989.
- 5б. Орлов П.И. Основы конструирования: Справочно-методическое пособие в 3-х книгах. - М.: Машиностроение, 1988.
- 6б. Конструирование машин: Справочно-методическое пособие: в 2-х томах. Под общ. Ред. К. Ф. Фролова. - М.: Машиностроение, 1994.

76. «Материаловедение и технология конструкционных материалов»: учебник для студентов высших учебных заведений. В.Б. Арзамасов, О.Н. Волчков, В.А. Головин и др. под редакцией В.Б. Арзамасова, А.А. Черпахина – М. Издательский центр, «Академия», 2007-448 с.

86. Б.М. Балоян, А.Г. Колмаков, М.И. Алымов, А.М. Кротов. Наноматериалы. Классификация, особенности свойств, применение и технологии получения. Учебное пособие. Международный университет природы, общества и человека «Дубна». Филиал «Угреша». 2008, - 125 с.