

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Воронежский государственный университет инженерных технологий»

УТВЕРЖДАЮ  
Председатель приемной комиссии,  
ректор ФГБОУ ВО «ВГУИТ»

\_\_\_\_\_  
«31» марта 2022 г. Попов В. Н.

## **ПРОГРАММА ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ**

по научной специальности основной образовательной программы высшего образования – программы подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре

### **2.5.21 Машины, агрегаты и технологические процессы**

Воронеж 2022

Настоящая программа вступительного экзамена разработана в соответствии с основной образовательной программой послевузовского образования, учебным планом подготовки аспирантов и паспорта специальности 2.5.21 Машины, агрегаты и технологические процессы

### **Формула специальности**

Машины, агрегаты и технологические процессы – область науки и техники, включающая разработку научных и методологических основ конструирования, производства, ремонта и эксплуатации машин, агрегатов и процессов; теоретические и экспериментальные исследования; технико-экономическое обоснование применения отдельных типов и типоразмеров машин, высокопроизводительных комплексов машин и механизмов, механизированного инструмента на всех стадиях жизненного цикла (расчет, проектирование, монтаж/демонтаж, наладка, эксплуатация, ремонт и испытания, утилизация). Решение проблем данной отрасли знаний требует научно-технического обоснования новых эффективных методов и технологий проектирования, создания и модернизации процессов, машин и агрегатов и их эксплуатации в различных отраслях промышленности.

### **Направления исследований**

1. Разработка научных и методологических основ создания, модернизации и эксплуатации машин, агрегатов, производственных транспортно-технологических систем, механизированного (автоматизированного и роботизированного) технологического оборудования и инструмента с целью комплексной механизации, автоматизации и роботизации основных и вспомогательных технологических процессов и операций в соответствии с современными требованиями внутреннего и внешнего рынка, технологии производства и эксплуатации, качества, надежности, эргономики, охраны труда, промышленной и экологической безопасности.
2. Разработка параметрических рядов машин на основе унификации, стандартизации и оптимизации отдельных узлов, механизмов и агрегатов, оптимизационный синтез производственных транспортно-технологических систем.
3. Разработка научных и методологических основ формирования качественной и количественной структуры комплектов и парков машин и агрегатов в зависимости от их назначения и функционально-технологических взаимосвязей, региональных организационно-производственных и технологических параметров, природно-климатических и технических условий производства и эксплуатации.
4. Совершенствование производственных технологических процессов, включая погрузочно-разгрузочные, транспортные, перегрузочные и складские операции, на основе новых технических решений конструкций машин, транспортно-технологических систем, агрегатов, механизированного (автоматизированного и роботизированного) технологического оборудования и инструмента.

5. Разработка и совершенствование методов физического и математического моделирования рабочих процессов, прогнозирования, расчета конструкционных и технологических параметров, автоматизированного проектирования, оптимизации, управления, контроля качества технологических процессов, экспериментальных исследований и испытаний, диагностики и мониторинга, взаимодействия с окружающей средой и оператором (обслуживающем персоналом), риск-анализа и риск-ориентированного подхода при эксплуатации машин, комплектов машин, транспортно-технологических систем, агрегатов, механизированного технологического (автоматизированного и роботизированного) оборудования и инструмента.

6. Разработка научных и методологических основ повышения производительности машин, комплектов машин, транспортно-технологических систем, агрегатов и механизированного технологического (автоматизированного и роботизированного) оборудования, а также оценки их экономической эффективности и потребительских характеристик.

7. Разработка и повышение эффективности методов технического обслуживания, монтажа/демонтажа, технологии ремонта, диагностики и мониторинга, охраны труда, промышленной и экологической безопасности на стадии эксплуатации машин, комплектов машин, транспортно-технологических систем, агрегатов, механизированного (автоматизированного и роботизированного) технологического оборудования и инструмента.

8. Разработка методов расчета и проектирования систем, обеспечивающих безопасность функционирования при эксплуатации машин, комплектов машин, транспортно-технологических систем, агрегатов и технологических процессов.

9. Разработка нормативной базы проектирования, испытания, эксплуатации и утилизации машин, комплектов машин, транспортно-технологических систем, агрегатов, механизированного технологического оборудования и инструмента.

### **Перечень разделов базовых дисциплин, выносимых на вступительное испытание:**

#### **Раздел 1. Общие параметры и показатели машин**

1.1 Классификация машин. Основные признаки классификации, характер воздействия на обрабатываемый продукт, структура рабочего цикла, степень механизации и автоматизации, сочетание в производственном потоке по технологическому назначению.

1.2 Технико-экономические показатели и оценка эффективности машин и комплексов. Коэффициент полезного действия, удельные затраты энергии, материалоемкость,

1.3 Определение патентной чистоты и технического уровня изделий. Возможность выполнения процессов прогрессивной технологии при высоких технико-экономических показателях

1.4 Технологичность машин и агрегатов - соответствие их конструкций оптимальным способам изготовления и сборки при заданных объемах

производства. Статическое и динамическое уравнивание вращающихся частей машин.

1.5 Рациональность конструкции машины: формы траектории и скоростей движения рабочих органов, конструкции исполнительных и передаточных механизмов.

1.6 Унификация и нормализация деталей, а также открытая архитектура блоков и узлов машин. Значение стандартизации и стандартов в повышении технологичности и улучшении других показателей качества машин.

1.7 Специальные требования по технике безопасности, пожаро- взрывобезопасности, предъявляемые к машинам и агрегатам.

## **Раздел 2. Конструкционные материалы, применяемые для изготовления деталей машин и агрегатов**

2.1 Классификация материалов. Требования, предъявляемые к материалам деталей оборудования.

2.2 Сопротивление истиранию, коррозионная стойкость, отсутствие химического взаимодействия с сырьем и готовым продуктом.

2.3 Черные металлы. Углеродистая сталь (классификация, маркировка, область применения). Легированная сталь (классификация, маркировка, область применения).

2.4 Цветные металлы и сплавы. Неметаллические материалы (неорганические материалы, КМ на органической основе). Защита от коррозии.

2.5 Специальные металлы, сплавы и неметаллические материалы, применяемые в машинах. Методы защиты металлов. Металлические и металлизированные покрытия, покрытия полимерными материалами, эмалевые и лакокрасочные покрытия.

## **Раздел 3. Основные расчеты при проектировании машин**

3.1 Общие принципы и методы проектирования оборудования. Понятие ресурса оборудования и методы его расчета для квазистатического и циклического нагружения. Накопление повреждений в конструкциях при наличии усталостных явлений. Методы увеличения несущей способности.

3.2 Расчет производительности. Производительность машин непрерывного и циклического действия. Исходные данные для расчета производительности. Расчет потребной мощности привода рабочих органов машин. Последовательность проведения расчетов при конструировании машин и агрегатов.

3.3 Основы динамического расчета элементов оборудования. Основные понятия. Свободные, вынужденные, параметрические и автоколебания деталей и узлов оборудования. Определение частоты собственных колебаний системы с несколькими степенями свободы.

3.4 Расчет на прочность при наличии вибраций. Способы уменьшения вибраций узлов и деталей. Уравнивание. Проектирование виброизоляции.

3.5 Расчет и конструирование автоматов. Структурная схема автомата. Рабочий и холостой ход машины. Технологический, рабочий и кинематический циклы автоматов. Производительность машин-автоматов.

3.6 Способы задания законов движения рабочих органов. Функция положения, передаточные функции. Характеристики законов движения. Выбор законов движения рабочих органов с учетом требований технологической производительности. Коэффициент динамичности приложения нагрузки.

3.7 Исполнительные и передаточные механизмы машин. Общие требования. Классификация. Рычажные механизмы, винтовые механизмы, зубчатые механизмы, расчеты механизмов.

3.8 Механизмы с гибкими звеньями. Гидравлические, пневматические и электрические приводы рабочих органов. Кинематическое и силовое замыкание цепи. Выбор способа замыкания.

3.9 Пространственные и кулачковые исполнительные механизмы с прерывистым односторонним движением ведомого звена. Назначение и область применения. Мальтийские исполнительные механизмы. Мальтийские механизмы со встроенными зубчатой и планетарной передачами, силовой расчет мальтийских механизмов. Храповые и звездчатые исполнительные механизмы. Конструирование исполнительных механизмов прерывистого одностороннего движения.

#### **Раздел 4. Основные методы исследования машин и агрегатов**

4.1 Экспериментальный, аналитический и синтетический методы исследования. Экспериментальный метод. Основные этапы экспериментального исследования и их характеристика.

4.2 Понятие о моделировании процессов и аппаратов. Современные математические методы планирования многофакторных экспериментов. Полный факторный эксперимент.

4.3 Достоинства и недостатки экспериментального метода исследования. Аналитический метод, его значение, основные этапы: математическое описание физического процесса, формулировка условий однозначности. Граничные условия. Достоинства и недостатки аналитического метода.

4.4 Системный анализ технологических процессов. Синтетический метод исследования. Новейшие представления о подобии, как методе мышления в обобщенных переменных. Преимущества теории подобия по сравнению с экспериментальными и аналитическими методами исследования процессов и аппаратов. Геометрическое подобие. Константы и инварианты подобия. Подобие физических величин. Одноименные величины, сходственные точки и моменты времени. Формулировка подобия физических явлений.

4.5 Первая теорема подобия - вывод, формулировка и применение. Вторая теорема подобия, ее формулировка и применение. Определение необходимого и достаточного числа критериев подобия в критериальном уравнении, описывающем конкретный процесс.

4.6 Образование критериев и чисел подобия. Методика получения критериев подобия из дифференциальных уравнений. Образование критериев методом анализа размерностей.

4.7 Третья теорема подобия - ее формулировка и применение. Методы математической обработки результатов измерений. Определение

коэффициентов, входящих в критериальные уравнения, и показателей степеней в них.

4.8 Этапы исследования процессов, аппаратов и машин методом теории подобия. Анализ синтетического характера третьего метода исследования.

## **Раздел 5. Технологические процессы в машиностроении**

5.1 Система управления качеством как совокупность управляющего объекта и объекта управления. Информационные и технические мероприятия по обеспечению целей управления. Показатели качества изготовления машин и агрегатов. Обеспечение качества функционирования машин и аппаратов.

5.2 Система управления качеством функционирования машин и агрегатов на всех стадиях жизненного цикла. Качество функционирования изделий. Эксплуатационные показатели. Квалиметрический анализ машин и аппаратов. Количественная оценка технического уровня оборудования дифференциальным и комплексным методами.

5.3 Технологичность как показатель технического уровня машин и агрегатов. Показатели технологичности. Методы и способы обработки металлов резанием и давлением. Металлорежущие станки и инструмент. Технологические процессы получения заготовок.

5.4 Технологии литейного производства. Машины и агрегаты металлургических производств. Основные положения теории пластических деформаций металлов применительно к технологическим процессамковки и штамповки.

5.5 Методики проектирования технологического процесса формоизменяющей операции. Выбор температурно-силовых параметров операций обработки металлов давлением.

5.6 Кузнечно - прессовое и штамповочное оборудование, инструменты и приспособления. Оптимизация технологических параметров процессов обработки металлов давлением.

5.7 Функциональный анализ соединений базовых деталей аппаратуры. Установление причинных связей функциональных параметров. Технологическая последовательность формирования погрешностей параметров. Методы исследования отклонений параметров.

5.8 Методы и способы обеспечения точности форм и размеров базовых деталей и соединений аппаратов. Обеспечение принципов взаимозаменяемости при сборочных операциях.

5.9 Системный подход в решении задач точности. Математическое моделирование при обеспечении качества изготовления машин и агрегатов. Построение математических моделей оптимизации последовательного, параллельного и смешанного комплексов.

5.10 Технологии сварки, оборудование, инструменты. Особенности сборки свариваемых элементов в машиностроении. Свариваемость сталей. Термическая обработка изделий.

## **Раздел 6. Обеспечение надежности на стадии эксплуатации машин и агрегатов**

6.1 Разработка и повышение эффективности методов технического обслуживания, диагностики, ремонтпригодности и технологии ремонта машин и агрегатов в целях обеспечения надежной и безопасной эксплуатации и продления ресурса.

6.2 Принципы организации оценки технического состояния и ремонтных циклов. Виды и состав технического обслуживания машин и агрегатов.

6.3 Износ оборудования. Виды износа и методы их расчета. Теоретическая кривая износа.

6.4 Техническая диагностика. Диагностические параметры.

6.5 Методы определения предельного состояния деталей машин и агрегатов. Методы реализации и приборное оснащение.

6.6 Система планово-предупредительных ремонтов машин и агрегатов.

6.7 Надежность машин и агрегатов. Основные положения теории надежности. Классификация отказов. Ремонтпригодность машин и агрегатов. Количественное описание надежности. Долговечность элементов машин.

6.8 Технический ресурс. Пути повышения надежности. Обеспечение надежности оборудования на стадии проектирования, изготовления и эксплуатации. Понятие надежности конструкции, методы определения интегрального параметра надежности и его составляющих на стадии проектирования.

### **Оценка результатов вступительного экзамена**

При проведении экзаменов уровень знаний, поступающих определяется оценками: "отлично", "хорошо", "удовлетворительно" и "неудовлетворительно".

- **"Отлично"** заслуживает поступающий, ответы которого на вопросы экзаменационного билета и дополнительные вопросы полные, обстоятельные, аргументированные. Высказываемые положения подтверждены конкретными примерами.

- **"Хорошо"** заслуживает поступающий, который ответил на все вопросы задания и дополнительные вопросы, точно дал определения и понятия. Затрудняется подтвердить теоретические положения практическими примерами.

- **"Удовлетворительно"** заслуживает поступающий, который ответил фрагментарно, не всегда последовательно; определение понятий недостаточно четкие; допущены ошибки и неточности в использовании научной терминологии, определение понятий.

- **"Неудовлетворительно"** заслуживает поступающий, который дал ответ неправильный, не раскрыто основное содержание экзаменационных вопросов; не даны ответы на вспомогательные вопросы экзаменаторов; допущены грубые ошибки в определении понятий, при использовании терминологии. Экзаменуемый не смог ответить более чем на 50% вопросов задания.

### **Рекомендуемая основная литература для подготовки к экзамену:**

1. Ковшов А.Н. Электронные издания ЭБС «Лань». Пакет «Инженерные науки» - Машиностроение. Технологии машиностроения. (<http://elanbook.com>)
2. Крутов В.Н., Зубарев Ю.М., Демидович И.В., Тряель В.А. Электронные издания ЭБС «Лань». Пакет «Инженерные науки» - Машиностроение. Технологии машиностроения. (<http://elanbook.com>)
3. Кудрявцев Е.М. КОМПАС -3D. Проектирование в машиностроении. Электронные издания ЭБС «Лань». Пакет «Инженерные науки» - Машиностроение. Технологии машиностроения. (<http://elanbook.com>)
4. Бунаков П.Ю., Широких Э.В. Сквозное проектирование в машиностроении. Основы теории и практикум. Электронные издания ЭБС «Лань». (<http://elanbook.com>)
5. Тарабарин О.И., Абызов А.П., Ступко В.Б. Проектирование технологической оснастки в машиностроении. Электронные издания ЭБС «Лань». Технологии машиностроения. (<http://elanbook.com>)
6. Галимов Э.Р., Тарасенко Л.В., Унчикова М.В. материаловедение для транспортного машиностроения.
7. Зубарев Ю.М., Косаревский С.В. Автоматизация координатных измерений в машиностроении.

### **Дополнительная литература для подготовки:**

1. Ключев В.В. Испытательная техника: справочник: в 2-х книгах / Ред . - М.: Машиностроение, 1982.
2. Ключев В.В. Неразрушающий контроль и диагностика. - М.: Машиностроение, 19с.
3. Когаев В.П. Прочность и износостойкость деталей машин : учеб. пособие для машиностроительных вузов. - М.: Машиностроение, 1991.-318 с.
4. Детали машин: расчет и конструирование : справочник / Под ред. . – В 3-х т. – 3-е изд., перераб. - М.: Машиностроение, 1998. - Т. I – 440 с.; Т.2. – 408 с. ; Т.3.-472 с.
5. Машины и аппараты пищевых производств. В 2 кн. Кн. 1.: Учебн. для вузов / С.Т. Антипов, , и др.; Под ред. акад. РАСН . - М.: Высш. шк, 2001.-703 с.
6. Машины и аппараты пищевых производств. В 2 кн. Кн. 2.: Учебн. для вузов / С.Т. Антипов, , и др.; Под ред. акад. РАСН . - М.: Высш. шк., 2001.-680 с.
7. Орлов П.И. Основы конструирования. Справочно-методическое пособие в 3-х томах.- М.: Машиностроение, 1977. – Т.1.- 350с.; Т.2.-370.с.; Т.3.-357 с.
8. Пономарев С.Д. Расчеты на прочность в машиностроении в 3-х томах. Т.1-3 / Под. ред. и др. - М.: Машгиз, 1979. – 1118 с.
9. Тарасик В.П. Математическое моделирование технических систем. — Мн.: «Дизайн ПРО», 2004. — 640 с.
10. Крагельский И.В. Трение, изнашивание и смазка: справочник в 2- х кн. / Под ред. И.В.Крагельского. М.: Машиностроение,1978. – 760 с.
11. Энциклопедия машиностроения 40-томах М.: Машиностроение, 1995. Т.11-5; Т11-4; Т11-8; Т11-25



## **Примерный образец контрольно-измерительного материала**

Минобрнауки России  
Федеральное бюджетное государственное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Воронежский государственный университет инженерных технологий»

### **Экзаменационный билет № 1**

1. Классификация машин. Основные признаки классификации, характер воздействия на обрабатываемый продукт, структура рабочего цикла, степень механизации и автоматизации, сочетание в производственном потоке по технологическому назначению.

2. Сопротивление истиранию, коррозионная стойкость, отсутствие химического взаимодействия с сырьем и готовым продуктом.

3. Общие принципы и методы проектирования оборудования. Понятие ресурса оборудования и методы его расчета для квазистатического и циклического нагружения. Накопление повреждений в конструкциях при наличии усталостных явлений. Методы увеличения несущей способности.