

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Южно-Уральский государственный университет  
(национальный исследовательский университет)»

«УТВЕРЖДАЮ»

Первый проректор-  
проректор по научной работе



А.В. Коржов

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2024г.

## ПРОГРАММА

вступительного испытания в аспирантуру по специальной дисциплине  
группа научной специальности – 2.5 Машиностроение

по научным специальностям

- 2.5.2 – Машиноведение
- 2.5.6 – Технология машиностроения
- 2.5.8 – Сварка, родственные процессы и технологии
- 2.5.10 – Гидравлические машины, вакуумная, компрессорная техника, гидро- и пневмосистемы
- 2.5.11 – Наземные транспортно-технологические средства и комплексы
- 2.5.13 – Проектирование, конструкция, производство, испытания и эксплуатация летательных аппаратов

Челябинск

2024

~~Зав. ОТДЕЛОМ  
АСПИРАНТУРЫ  
ШАБИРОВА Н.А.~~

## ПРОГРАММА

вступительного испытания в аспирантуру по научной специальности:

### 2.5.2 – Машиноведение

#### 1. ПРОЦЕДУРА ПРОВЕДЕНИЯ ЭКЗАМЕНА

Экзамен проводится в очном формате.

Форма проведения экзамена – письменно (ответы на вопросы выбранного претендентом билета).

Количество вопросов в билете определяется Программой вступительных испытаний по соответствующей научной специальности и равно 2.

Время для подготовки письменных ответов на вопросы – не менее 60 минут. Максимальное время для подготовки 180 минут (точное время указывается экзаменационной комиссией).

Перед началом экзамена вместе с билетом все претенденты получают карточки с указанием ID поступающего.

Ответы на вопросы абитуриенты оформляют на экзаменационных листах с указанием на них индивидуального кода (ID поступающего), без указания Фамилии Имени Отчества.

По истечении времени, обозначенного экзаменационной комиссией на подготовку ответов, претенденты сдают экзаменационные листы на проверку. Карточки ID хранятся у претендентов до объявления результатов экзамена. Члены комиссии озвучивают дату и время оглашения результатов.

При оглашении результатов проверки письменных ответов члены комиссии называют ID поступающего и его результат в баллах. Названный поступающий предъявляет карточку с соответствующим ID поступающего и называет свою Фамилию Имя Отчество для внесения информации в протокол экзамена.

В случае несогласия поступающего с выставленными баллами он вправе пройти собеседование с экзаменационной комиссией. Вопросы, выносимые на собеседование, должны быть в рамках программы вступительных испытаний. Количество вопросов на собеседовании – не более трех.

Вопросы собеседования отражаются в протоколе экзамена.

Баллы за ответы на дополнительные вопросы собеседования отражаются в протоколе экзамена и суммируются с баллами за письменные ответы на вопросы. При этом суммарный балл за общепрофессиональные компетенции (сумма баллов за ответы претендента на вопросы по билету и ответы на дополнительные вопросы) не должен превышать 100 баллов.

Баллы, выставленные за ответы претендента на вопросы по билету и ответы на дополнительные вопросы, обсуждению не подлежат. В случае несогласия поступающего с выставленными баллами он вправе, согласно п.35 Правил приема, подать апелляцию.

Добавление баллов за каждое индивидуальное достижение производится только при предоставлении комиссии подтверждающих документов.

Сведения об индивидуальных достижениях и подтверждающие их документы должны быть предоставлены комиссии до получения карточки с указанием ID поступающего и экзаменационного билета. Сведения, предоставленные позднее оговоренного срока, не учитываются. Во время подготовки ответов экзаменационная комиссия проверяет предоставленные документы и производит их оценку на основании п.37 Правил приема.

Баллы за индивидуальные достижения засчитываются при условии их соответствия научной специальности программы аспирантуры, на которую поступает абитуриент.

Баллы за индивидуальные достижения заполняются комиссией в листе Индивидуальных достижений и вносятся в протокол экзамена.

Протоколы вступительных экзаменов, экзаменационные листы и листы учета индивидуальных достижений передаются в центральную приемную комиссию для ввода оценок в систему Универсис в день оглашения результатов экзамена.

После ввода баллов протоколы, экзаменационные листы и листы учета индивидуальных достижений передаются в отдел аспирантуры и хранятся в личном деле поступающего.

## 2. СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ

В основу настоящей программы положены базовые разделы по основам конструирования машин, основам теории надежности, основам метрологии и стандартизации, теории машин и механизмов, динамике и прочности конструкций, строительной механики, системам гидро-, пневмо- и электроприводов, системам управления приводами, компьютерным методам проектирования и моделирования и др.

Вопросы сгруппированы в 2 раздела:

1. Машиноведение и детали машин.
2. Системы приводов. - Техничко-экономическая эффективность и интеллектуальная собственность.

В состав экзаменационного билета входят по одному вопросу из 1-го и 2-го раздела.

Научная составляющая (индивидуальные достижения). Абитуриент имеет право предоставить на рассмотрение следующие виды интеллектуальной деятельности:

- научные статьи, опубликованные в рецензируемых изданиях (в международных базах данных Scopus и Web of Science);
- научная статья, опубликованная в рецензируемом издании, включенном в Перечень ВАК или индексируемом в РИНЦ;
- тезисы докладов на конференциях;
- патенты, свидетельство о регистрации программы ЭВМ.

### 3. ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЕ ВОПРОСЫ

#### Раздел 1 Машиноведение и детали машин

1. Роль машин в повышении производительности труда. Краткие сведения из истории машиностроения. Основные направления в совершенствовании конструкций машин. Классификация технических объектов машиностроения и деталей машин.
2. Краткий исторический обзор развития теории расчета и проектирования машин; роль российских ученых-механиков. Тенденции развития образования в области машиностроения.

*Расчеты на прочность деталей машин; работоспособность и надежность машин*

3. Требования к деталям машин и критерии их работоспособности: прочность, жесткость, вибростойкость, износостойкость, теплостойкость. Понятие качества изделия в машиностроении. Критерии качества и управление' показателями качества изделий. Методы обеспечения работоспособности и надёжности машин. Общая характеристика расчетных методов оценки работоспособности деталей машин. Проверочные и проектировочные расчеты.
4. Основы расчетов на прочность. Характеристики статической и циклической прочности материалов. Расчетные, предельные и допускаемые напряжения. Расчетные и нормативные коэффициенты запаса прочности.
5. Надежность машин. Основные положения и показатели надежности. Общие зависимости надежности. Надежность в период нормальной эксплуатации машин. Надежность восстанавливаемых изделий. Оценка надежности систем по надежности элементов. Надежность систем с резервированием. Статистический контроль надежности и долговечности.
6. Вероятностные методы расчета деталей машин. Типовые режимы нагружения и их параметры. Понятие несущей способности деталей машин как случайной величины. Определение вероятности безотказной работы деталей и механизмов.
7. Расчеты на выносливость. Расчетно-экспериментальное определение пределов длительной и ограниченной выносливости деталей. Учет сложного напряженного состояния материала деталей. Расчеты на выносливость при нерегулярном нагружении.
8. Трение, изнашивание и смазка деталей. Виды трения и изнашивания. Геометрические характеристики поверхностей и площадь касания. Сухое трение. Граничное трение. Трение в условиях гидродинамической и

- гидростатической смазки. Газовое трение. Износ. Надежность в период износных отказов. Способы повышения износостойкости.
9. Метод конечных элементов, основные понятия. Возможности метода для анализа работоспособности деталей по критериям прочности, жесткости, вибростойкости, теплостойкости.
  10. Выбор материалов. Стандартизация. Взаимозаменяемость.
  11. Характеристики прочности материалов и классификация условий работы деталей машин. Критерии выбора материалов.
  12. Основные методы поверхностных упрочнений деталей машин: термические, химико-термические, механические, термомеханические. Основные пути экономии металла. Новые материалы и перспективы их применения в машинах.
  13. Стандартизация деталей машин и ее значение. Система стандартов. Использование стандартов при проектировании машин. Типизация. Унификация моделей. Проектирование машин с учетом требований стандартизации. Агрегатирование машин.
- Взаимозаменяемость. Допуски и посадки*
14. Основные принципы проектирования деталей машин. Составление задания. Оптимизация конструкции. Расчетные схемы. Этапы разработки конструкций. Учет технологических требований.
- Соединения*
15. Классификация соединений. Соединения неразъемные и разъемные. Соединения фрикционные и нефрикционные (зацеплением).
  16. Резьбовые (винтовые) соединения. Основные определения. Классификация резьбы. Основные параметры резьбы. Материалы, применяемые для изготовления резьбовых деталей.
  17. Конструкторские и технологические мероприятия по повышению выносливости болтов, винтов, шпилек.
  18. Сварные соединения и их роль в машиностроении. Соединения дуговой электросваркой, электрошлаковой сваркой, контактной сваркой. Концентрация напряжений. Остаточные напряжения и деформации. Расчеты на прочность сварных соединений.
  19. Заклепочные соединения. Паяные соединения. Клеевые соединения. Область применения. Расчет на прочность.
  20. Соединения деталей с натягом и области их применения в машиностроении. Несущая способность соединений. Соединения с помощью стяжных колец и планок.
  21. Шпоночные, зубчатые (шлицевые) и профильные (бесшпоночные) соединения. Основные типы и области применения.

### *Механические передачи*

22. Назначение и роль передач в машинах. Классификация механических передач. Передачи трением и передачи зацеплением. Передачи с постоянным и переменным передаточным отношением.

23. Основные параметры передач: кинематические, энергетические, геометрические.

### *Зубчатые передачи*

24. Основные сведения. Классификация. Области применения. Стандартные параметры зубчатых передач.

25. Конические зубчатые передачи с прямолинейными и криволинейными зубьями. Основные сведения из геометрии конических зацеплений.

26. Планетарные зубчатые передачи. Расчет и конструирование, типы. Кинематика, силы в зацеплении.

27. Волновые передачи. Кинематика и профилирование. Расчеты на прочность. Конструкции и область применения.

28. Передачи цилиндрическими винтовыми колесами. Гипоидные передачи.

29. Основные типы редукторов. Стандарты на основные параметры редукторов. Зубчатые коробки передач.

### *Червячные передачи*

30. Основные понятия и определения. Общая характеристика. Область применения. Кинематика и геометрия червячных передач. Основные параметры.

31. Стандарты червячных передач. Коэффициент полезного действия червячных передач. Применяемые материалы.

32. Виды повреждений червячных передач. Критерии работоспособности.

33. Современные конструкции червячных редукторов. Смазка червячных передач.

### *Ременные передачи*

34. Общие сведения и основные характеристики. Область применения. Разновидности ременных передач.

35. Особенности расчета клиноременных передач. Расчет на тяговую способность и долговечность.

36. Способы натяжения ремней. Передача с натяжным роликом. Силы, действующие на валы ременной передачи. Шкивы ременных передач. Расчет основных элементов цельных и сварных шкивов.

37. Поликлиноременные передачи. Зубчато-ременные передачи.

### *Цепные передачи*

38. Классификация и конструкции приводных цепей. Область применения цепных передач в машиностроении. Коэффициент полезного действия.

39. Виды повреждений, критерии работоспособности цепных передач и исходные положения для расчета. Натяжение в цепных передачах. Несущая способность и подбор цепей.
40. Проектирование звездочек. Смазка и эксплуатация цепных передач.
- Передачи винт-гайка*
41. Области применения. Типы ходовой резьбы. Допускаемые напряжения и скорости.
- Фрикционные передачи и вариаторы*
42. Принцип работы. Основные типы и область применения. Общие эксплуатационные характеристики.
43. Кинематика передач. Точность передаточного отношения. Силы прижатия тел качения. Потери на трение; коэффициент полезного действия.
- Оси, валы и их соединения*
44. Классификация валов и осей. Конструкции. Критерии расчета: прочность, жесткость, колебания. Материалы. Выбор расчетных нагрузок. Выбор расчетных схем.
45. Проектный расчет валов. Проверочный расчет валов на выносливость при совместном действии напряжений кручения и изгиба. Упрочнения валов путем поверхностной термической и химико-термической обработки, поверхностного наклепа.
46. Расчет валов на жесткость. Допускаемые углы наклона упругой линии и прогибы.
47. Расчет многоопорных валов. Конструкции и расчет коленчатых валов. Конструкции и расчет гибких валов.
- Подшипники скольжения*
48. Общие сведения. Основные типы и параметры подшипников скольжения.
49. Условия работы и виды разрушения подшипников скольжения. Подшипниковые материалы. Биметаллические и полиметаллические вкладыши, пластмассовые вкладыши и вкладыши с пропиткой.
50. Режимы трения и критерии расчета. Основы теории жидкостного трения. Распределение давления в смазочном слое. Расчет подшипников при условии жидкостного трения.
51. Тепловой расчет подшипников. Подвод смазки в подшипниках. Расположение смазочных канавок. Расход смазки. Системы смазки.
52. Конструкции подшипников скольжения. Регулирование зазора. Сегментные подшипники.
53. Подшипники с газовой смазкой. Гидростатические подшипники, расчет и конструкции. Расчет и конструкции подпятников скольжения.

### *Подшипники качения*

54. Классификация подшипников качения. Система условных обозначений. Выбор типов подшипников в зависимости от условий работы. Материалы тел качения и сепараторов. Потери на трение в подшипниках.
55. Условия работы подшипника, качения, влияющие на его работоспособность. Распределение нагрузки между телами качения, контактные напряжения в деталях подшипника.
56. Посадки подшипников. Выбор предварительного натяга в подшипниках. Смазка подшипников. Сборка и разборка подшипниковых сборочных единиц.
57. Направляющие прямолинейного движения. Назначение и области применения. Направляющие скольжения. Направляющие качения. Общие основания расчета.

### *Муфты для соединения валов*

58. Назначение и классификация муфт.
59. Глухие муфты: втулочные и фланцевые. Конструкции и схемы расчета.
60. Жесткие компенсирующие и подвижные муфты: зубчатые, крестовые и шарнирные.
61. Упругие муфты. Работа упругих муфт при действии переменных и ударных моментов. Упругие муфты с резиновыми и пластмассовыми упругими элементами. Демпфирующая способность упругих муфт.
62. Сцепные управляемые муфты. Жесткие сцепные муфты: кулачковые и зубчатые. Форма зубьев. Включение и выключение муфт.
63. Муфты трения. Классификация. Механизмы управления. Динамика включения.
64. Самоуправляемые сцепные муфты. Предохранительные муфты со срезными штифтами, пружинно-кулачковые и фрикционные. Особенности конструкций.

### *Пружины*

65. Назначение пружин. Классификация пружин по виду нагружения и по форме. Области применения отдельных типов пружин.
66. Материалы пружин. Допускаемые напряжения. Схемы технического расчета (подбора) цилиндрических винтовых пружин растяжения и сжатия.

### *Испытание деталей машин*

67. Испытание деталей машин. Основные средства испытаний. Компьютерная обработка результатов испытаний.
68. Автоматизированное проектирование. Программные комплексы рабочего места конструктора для твердотельного моделирования, генерации чертежей с использованием библиотек стандартных деталей, расчетов



конструкций по различным критериям работоспособности. CAD системы, PDM системы.

## **Раздел 2 Системы приводов. Технико-экономическая эффективность и интеллектуальная собственность**

1. Классификация приводов. Электрические, гидравлические, пневматические и смешанные приводы. Основные характеристики и области применения.
2. Состояние теории, расчета и проектирования приводов, перспективы развития. Детерминированные и статистические методы. Задача оптимального проектирования.

### *Системы гидроприводов*

3. Структурные и принципиальные схемы объемных гидроприводов, гидродинамических передач, следящих и электрогидроприводов. Сравнительная оценка. Область применения систем гидроприводов.
4. Объемные гидравлические машины. Их классификация, конструктивные схемы. Области применения.
5. Гидроцилиндры. Основные схемы. Методы выбора и расчет основных параметров гидроцилиндров.
6. Гидравлические усилители мощности. Основные схемы, характеристики и параметры гидравлических усилителей мощности.
7. Статические и динамические характеристики гидравлических усилителей без обратной связи.
8. Электрогидравлические следящие системы. Основные принципы построения.
9. Основные элементы электрогидравлических систем.
10. Объемные гидропередачи. Автоматическое регулирование гидропередач в режиме постоянной мощности.
11. Двухпоточные гидропередачи с внутренним и внешним разделением потока мощности, основные схемы и особенности расчета.
12. Гидродинамические передачи. Основные схемы систем с гидродинамическими передачами. Область применения.
13. Гидромуфты. Баланс энергии, внутренняя и внешняя характеристики. Тормозные режимы.
14. Синтез гидромуфт с учетом неустановившихся режимов их работы в приводах различных машин и механизмов.

### *Системы пневмоприводов. Классификация и области применения приводов*

15. Основные характеристики процесса сжатия воздуха. Понятие давления, влажности, состава газообразного рабочего тела.

16. Типы пневматических исполнительных устройств поступательного и вращательного движения. Поршневые, мембранные, шланговые, сильфонные, роторные приводы, пневматический «мускул».
17. Стандарты ISO для пневматических приводов.
18. Пневматический привод одностороннего действия. Статическая характеристика привода одностороннего действия.
19. Пневматический поршневой привод двустороннего действия. Циклограмма работы. Динамика привода.
20. Пневматические мембранные приводы.
21. Пневмогидравлические приводы. Области применения. Преимущества и недостатки по сравнению с гидравлическими и пневматическими приводами.
22. Усилители давления. Расчёт параметров усилителей давления.
23. Различные виды пневматических систем управления. Централизованные системы с временным управлением. Централизованные системы с путевым управлением. Децентрализованные системы с путевым управлением.

#### *Системы электроприводов*

24. Назначение и области применения электропривода. Обобщенная функциональная схема электропривода.
  25. Механическая часть электропривода. Моменты и силы сопротивления. Приведение моментов, моментов инерции, инерционных масс, упругих моментов и моментов диссипативных сил к одной оси.
  26. Механические характеристики и регулировочные свойства электродвигателей постоянного тока, питаемых от сети или от регулируемых преобразователей: генератора, управляемого выпрямителя, широтноимпульсного преобразователя.
  27. Механические характеристики и регулировочные свойства электродвигателей переменного тока.
  28. Динамика разомкнутых электромеханических систем. Структурные схемы и передаточные функции электроприводов постоянного и переменного тока.
- Технико-экономическая эффективность и интеллектуальная собственность*
29. Охраняемые результаты интеллектуальной деятельности и средства индивидуализации.
  30. Интеллектуальные права и право собственности. Автор результата интеллектуальной деятельности. Государственная регистрация результатов интеллектуальной деятельности. Защита интеллектуальных прав.
  31. Исключительное право. Переход исключительного права к другим лицам. Авторские права. Принципы авторского права. Соавторство.

32. Цели фундаментальных, поисковых, прикладных НИР. Основные этапы научного исследования.
33. Классификация и функции инноваций. Основные этапы инновационного процесса.
34. Основные факторы, влияющие на реализацию инновационного процесса на предприятии.
35. Сущность и основные этапы разработки инвестиционного проекта. Критерии оценки эффективности инвестиций. Стадии инвестиционного проекта. Оценка коммерческой эффективности инвестиционного проекта.

#### 4. КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ ПИСЬМЕННЫХ ОТВЕТОВ ПРЕТЕНДЕНТОВ И ОТВЕТОВ НА ВОПРОСЫ УСТНОГО СОБЕСЕДОВАНИЯ

##### 4.1. КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ ПИСЬМЕННЫХ ОТВЕТОВ

Каждый вопрос оценивается по категориям. Максимальное количество баллов за вопрос составляет 50 баллов и складывается из количества баллов за каждую категорию.

Категория	Критерий
1. Основные понятия и определения	10 баллов – даны определения всех понятий 8 баллов - даны определения всех понятий; имеются неточности в определениях 6 баллов – даны правильные определения менее половины понятий 4 балла – даны определения менее половины понятий; имеются неточности в определениях 2 балла – все определения содержат грубые ошибки 0 баллов – определения основных понятия отсутствуют
2. Типы, виды объекта	10 баллов – перечислены все типы, виды 8 баллов – перечислены все типы, виды; имеются неточности 6 баллов – правильно перечислены менее половины типов, видов 4 балла – перечислены менее половины типов, видов; имеются неточности 2 балла – все перечисленные типы, виды содержат грубые ошибки 0 баллов – отсутствуют типы, виды
3. Состав (составные элементы) объекта	10 баллов – перечислены все составные элементы 8 баллов – перечислены все составные элементы; имеются неточности 6 баллов – правильно перечислены менее половины составные элементы 4 балла – перечислены менее половины составные элементы; имеются неточности 2 балла – все перечисленные составные элементы содержат грубые ошибки 0 баллов – отсутствуют составные элементы

4. Схемы, математические выражения и формулы, графическое изображение объекта	10 баллов – представлены все схемы, математические выражения и формулы, графическое изображение 8 баллов – представлены все схемы, математические выражения и формулы, графическое изображение; имеются неточности 6 баллов – правильно представлено менее половины схем, математических выражений и формул, графических изображений 4 балла – представлено менее половины схем, математических выражений и формул, графических изображений; имеются неточности 2 балла – все представленные схем, математических выражений и формул, графических изображений содержат грубые ошибки 0 баллов – отсутствуют схем, математических выражений и формул, графических изображений
5. Параметры оценки показателей объекта	10 баллов – перечислены все параметры 8 баллов – перечислены все параметры; имеются неточности 6 баллов – правильно перечислены менее половины параметров 4 балла – перечислены менее половины параметров; имеются неточности 2 балла – все перечисленные параметры содержат грубые ошибки 0 баллов – отсутствуют параметры

#### 4.2 КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ УСТНЫХ ОТВЕТОВ

Общий балл за ответы на вопросы собеседования не должен превышать 15 баллов.

Сумма баллов за ответы по билету и устные ответы на собеседовании не должна превышать 100 баллов.

### 5. ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Анурьев В.И. Справочник конструктора-машиностроителя: в 3 т. изд. 8-е. – М.: Машиностроение, 1999.
2. Биргер И.А., Иосилевич Г.Б. Резьбовые и фланцевые соединения. – М., 1990.
3. Биргер И.А., Шорр Б.Ф., Иосилевич Г.Б. Расчеты на прочность деталей машин. – М.: Машиностроение, 1993.
4. Детали машин: учеб. для вузов / Л.А. Андриенко, Б.А. Байков, И.К. Ганулич и др.; под ред. О.А. Ряховского. – М.: Изд-во МГТУ, 2002.
5. Дунаев П.Ф., Леликов О.П. Конструирование узлов и деталей машин. 7-е изд. – М.: Высш. шк., 2001.
6. Иванов М.Н. Волновые зубчатые передачи. – М.: Высш. шк., 1981.
7. Иванов В.М. Детали машин. 7-е изд. – М.: Высш. шк., 2000.

8. Когаев В.П., Дроздов Ю.Н. Прочность и износостойкость деталей машин. – М., 1991.
9. Машиностроение. Энциклопедия: Детали машин. Конструкционная прочность. Трение, износ, смазка / под общ. ред. Д.Н. Решетова. – М.: Машиностроение, 1995. – Т. 4.
10. Николаев Г.А., Винокуров В.А. Сварные конструкции. Расчет и проектирование. – М., 1990.
11. Орлов П.И. Основы конструирования. Справочно-методическое пособие. В 2-х кн. – М.: Машиностроение, 1988.
12. Подшипниковые узлы современных машин и приборов: Энциклопедический справочник / В.Б. Носов, И.М. Карпучин, Н.Н. Федотов и др. – М.: Машиностроение, 1997.
13. Расчет деталей машин на ЭВМ / под ред. Д.Н. Решетова, С.А. Шувалова. – М.: Высш. шк., 1985.
14. Решетов Д.Н. Детали машин. 4-е изд. – М.: Машиностроение, 1989.
15. Решетов Д.Н., Иванов А.С., Фадеев В.З. Надежность машин. – М.: Высш. шк., 1988.
16. Ряховский О.А., Иванов С.С. Справочник по муфтам. – Л.: Политехника, 1991.
17. Автоматизированное проектирование машиностроительного гидропривода / И.И. Бажин, Ю.Г. Беренгард, М.М. Гайцгорг и др.; под общ. ред. С.А. Ермакова. – М.: Машиностроение, 1988.

## 6. ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

18. Герц Е.В. Динамика пневматических систем машин. – М.: Машиностроение, 1985.
19. Гидропневмоавтоматика и гидропривод мобильных машин. Объемные гидро- и пневмомшины и передачи: учебн. пособие для вузов / А.Ф. Андреев, Л.В. Барташевич, Н.В. Богдан и др.; под ред. В.В. Гуськова. – Минск: Высш. шк., 1987.
20. Гренко Л.П., Исаев Ю.М. Гидродинамические и гидрообъемные передачи в трансмиссиях транспортных средств. – СПб, 2000.
21. Гидроприводы и гидропневмоавтоматика станков / В.А. Федорец, М.Н. Педченко, А.Ф. Пичко и др.; под ред. В.А. Федорца. – Киев: Вища школа, 1987.
22. Идельчик И.Е. Справочник по гидравлическим сопротивлениям. – М.: Энергия, 1992.
23. Техническая диагностика гидравлических приводов. / Т.В. Алексеева и др. – М.: Машиностроение, 1989.
24. Навроцкий К.Л. Теория и проектирование гидро- и пневмоприводов: учеб. – М.: Машиностроение, 1991.

25. Объемные гидромеханические передачи: Расчет и конструирование / О.М. Бабаев, Л.Н. Игнатьев, Е.С. Кисточкин и др.; под ред. Е.С. Кисточкина. – Л.: Машиностроение, 1987.
26. Попов Д.Н. Динамика и регулирование гидро- и пневмосистем: учеб. для вузов. 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1987.
27. Проектирование гидравлических систем машин: учеб. пособие / Г.М. Иванов, СЕ. Ермаков, Б.Л. Коробочкин и др.; под ред. Г.М. Иванова. – М.: Машиностроение, 1992.
28. Каверзин СВ. Курсовое и дипломное проектирование по гидроприводу мобильных машин: учеб. пособие. – Красноярск: ПИК «Офсет», 1997.
29. Задачник по гидравлике, гидромашинам и гидроприводу / Б.Б. Некрасов, И.В. Фатеев, Ю.А. Блинков и др.; под ред. Б.Б. Некрасова. – М.: Высш. шк., 1989.
30. Свешников В.К. Станочные гидроприводы: справочник. 3-е изд. – М.: Машиностроение, 1995.
31. Гейер В.Г., Дулин В.С., Заря А.Н. Гидравлика и гидропривод. – М.: Недра, 1991.
32. Локвис З.В. Гидроприводы сельскохозяйственных машин. Конструирование и расчет. – М.: Агропромиздат, 1990.
33. Баранов В.Н. Электрогидравлические следящие приводы вибрационных машин. – М.: Машиностроение, 1988.
34. Аппаратура объемных гидроприводов / Ю.А. Данилов и др. – М.: Машиностроение, 1990.
35. Справочное пособие по гидравлике, гидромашинам и гидроприводам / под ред. Б.Б. Некрасова. – Минск: Машиностроение, 1985.
36. Идельчик И.Е. Справочник по гидравлическим сопротивлениям. – М.: Энергия, 1992.
37. Технические средства диагностирования: справочник / В.В. Клюев, П.П. Пархоменко, В.Е. Абрамчук и др.; Под. ред. В.В.Клюева. – М.: Машиностроение, 1989.
38. Башарин А.В., Новиков В.А., Соколовский Г.Г. Управление электроприводами. – Л.: Энергоиздат, 1982.
39. Борцов Ю.А., Соколовский Г.Г. Автоматизированный электропривод с упругими связями. – Л.: Энергоатомиздат, 1992.
40. Ковчин С.А., Сабинин Ю.А. Теория электропривода. – СПб.: Энергоатомиздат, 2000.
41. Сабинин Ю.А. Позиционные и следящие электромеханические системы. – СПб.: Энергоатомиздат, 2001.
42. Чиликин М.Г., Ключев В.И., Сандлер А.С. Теория автоматизированного электропривода. – М.: Энергия, 1979.

## 7. ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ И ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ

1. Российская Государственная библиотека URL: <http://www.rsl.ru/>
2. Российская национальная библиотека URL: <http://www.nlr.ru/>
3. Public.ru – публичная интернет-библиотека URL: <http://www.public.ru/>
4. Университетская библиотека «Online» URL: <http://www.lib.susu.ru/>
5. ЭБС «Лань», доступ к бесплатному пакету <http://e.lanbook.com>
6. Научная электронная библиотека eLIBRARY (<http://www.elibrary.ru/>)

### РАЗРАБОТЧИКИ

Зав. каф. «Автомобильный транспорт»,  
д.т.н., проф.



Ю.В. Рождественский

Профессор каф. «Автомобильный транспорт»,  
д.т.н., проф.



Е.А. Задорожная

## ПРОГРАММА

вступительного испытания в аспирантуру по научной специальности:

### 2.5.6 – Технология машиностроения

#### 1. ПРОЦЕДУРА ПРОВЕДЕНИЯ ЭКЗАМЕНА

Экзамен проводится в очном формате.

Форма проведения экзамена – письменно (ответы на вопросы выбранного претендентом билета).

Количество вопросов в билете определяется Программой вступительных испытаний по соответствующей научной специальности и равно 2.

Время для подготовки письменных ответов на вопросы – не менее 60 минут. Максимальное время для подготовки 180 минут (точное время указывается экзаменационной комиссией).

Перед началом экзамена вместе с билетом все претенденты получают карточки с указанием ID поступающего.

Ответы на вопросы абитуриенты оформляют на экзаменационных листах с указанием на них индивидуального кода (ID поступающего), без указания Фамилии Имени Отчества.

По истечении времени, обозначенного экзаменационной комиссией на подготовку ответов, претенденты сдают экзаменационные листы на проверку. Карточки ID хранятся у претендентов до объявления результатов экзамена. Члены комиссии озвучивают дату и время оглашения результатов.

При оглашении результатов проверки письменных ответов члены комиссии называют ID поступающего и его результат в баллах. Названный поступающий предъявляет карточку с соответствующим ID поступающего и называет свою Фамилию Имя Отчество для внесения информации в протокол экзамена.

В случае несогласия поступающего с выставленными баллами он вправе пройти собеседование с экзаменационной комиссией. Вопросы, выносимые на собеседование, должны быть в рамках программы вступительных испытаний. Количество вопросов на собеседовании – не более трех.

Вопросы собеседования отражаются в протоколе экзамена.

Баллы за ответы на дополнительные вопросы собеседования отражаются в протоколе экзамена и суммируются с баллами за письменные ответы на вопросы. При этом суммарный балл за общепрофессиональные компетенции (сумма баллов за ответы претендента на вопросы по билету и ответы на дополнительные вопросы) не должен превышать 100 баллов.



Баллы, выставленные за ответы претендента на вопросы по билету и ответы на дополнительные вопросы, обсуждению не подлежат. В случае несогласия поступающего с выставленными баллами он вправе, согласно п.35 Правил приема, подать апелляцию.

Добавление баллов за каждое индивидуальное достижение производится только при предоставлении комиссии подтверждающих документов.

Сведения об индивидуальных достижениях и подтверждающие их документы должны быть предоставлены комиссии до получения карточки с указанием ID поступающего и экзаменационного билета. Сведения, предоставленные позднее оговоренного срока, не учитываются. Во время подготовки ответов экзаменационная комиссия проверяет предоставленные документы и производит их оценку на основании п.37 Правил приема.

Баллы за индивидуальные достижения засчитываются при условии их соответствия научной специальности программы аспирантуры, на которую поступает абитуриент.

Баллы за индивидуальные достижения заполняются комиссией в листе Индивидуальных достижений и вносятся в протокол экзамена.

Протоколы вступительных экзаменов, экзаменационные листы и листы учета индивидуальных достижений передаются в центральную приемную комиссию для ввода оценок в систему Универс в день оглашения результатов экзамена.

После ввода баллов протоколы, экзаменационные листы и листы учета индивидуальных достижений передаются в отдел аспирантуры и хранятся в личном деле поступающего.

## **2. СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ**

### **Раздел 1. Технология изготовления машин**

В разделе рассматриваются вопросы проектирования технологических процессов изготовления деталей машин и их сборки. Обеспечение точности и качества обработки заготовок на металлорежущих станках.

### **Раздел 2. Моделирование технических объектов и процессов.**

Содержит вопросы назначения и сущности процедуры моделирования технических объектов и процессов. Рассматриваются понятие и виды моделей, требования к моделям и алгоритмы их построения. Сущность теоретических и эмпирических моделей, в том числе статистических.

В состав экзаменационного билета входит по одному вопросу из каждого раздела.

### 3. ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЕ ВОПРОСЫ

#### Раздел 1 Технология изготовления машин

1. Понятия и определения: изделия, детали, узлы, группы и другие сборочные единицы.
2. Типы производства. Формы организации производственного процесса. Производственный и технологический процессы. Классификация технологических процессов (по ЕСТПП). Технологическая операция. Элементы технологической операции их определение и назначение.
3. Производительность труда. Состав нормы времени и норма выработки. Программа выпуска изделий, производственная и операционная партия, цикл технологической операции, такт и ритм выпуска. Трудоемкость и станкоёмкость.
4. Расчетно-аналитический метод нормирования. Расчет машинного времени. Нормирование ручных приемов работы. Способы изучения затрат времени в условиях производств. Способы сокращения затрат на производство изделий.
5. Расчёт производительности и экономической эффективности разработанных операций и всего техпроцесса.
6. Техничко-экономические показатели обработки деталей на станках с программным управлением.
7. Характеристики качества изделий: надёжность, функциональность, себестоимость (рентабельность), эргономичность, экологичность и т.п. Показатели качества изделий и деталей. Технические условия, нормы точности, стандарты.
8. Отклонение характеристик качества изделий от требуемых значений. Виды погрешностей. Расчетно-аналитический и статистический методы анализа погрешностей.
9. Методика построения технологических размерных цепей: расчет номинальных размеров звеньев; расчет погрешностей и допусков замыкающего и составляющих звеньев; расчет координат середин полей допусков. Методы достижения точности замыкающего звена.
10. Основа определения положения твердого тела в пространстве. Классификация баз. Основы выбора технологических и измерительных баз. Расчет грешностей базирования при различных схемах установки заготовок.
11. Принципы выбора баз и последовательности обработки заготовок. Роль и значение первой операции в техпроцессе для достижения оптимальной структуры маршрута обработки заготовки. Классификация деталей для выбора технологических баз. Рекомендации по выбору баз.
12. Погрешности установки как сумма погрешностей базирования закрепления и положения. Принципы расчета, пути уменьшения данных погрешностей.
13. Понятие технологической системы (ТС). Этапы достижения точности: установка заготовки, настройка технологической системы, обработка заготовки. Причины возникновения погрешностей по выдерживаемым параметрам качества детали.
14. Качество поверхности: шероховатость поверхности, остаточные напряжения, физико-механическое состояние поверхностного слоя металла и его

микроструктура. Влияние шероховатости и остаточных напряжений на основные эксплуатационные свойства деталей машин.

15. Причины возникновения неровностей поверхности: влияние способов и режимов механической обработки резанием, состава и структуры обрабатываемого материала, геометрии режущего инструмента, состояния ТС.

16. Влияние технологии обработки на изменение микроструктуры поверхностного слоя металла. Механизм образования остаточных напряжений в поверхностном слое.

17. Погрешность статической настройки ТС. Настройка с требуемой точностью на обработку партии заготовок. Методы статической настройки технологической системы: использование эталонов, мерных длин, лимбов, корригирующих устройств. Настройки инструментов вне станка. Прогрессивные методы настройки и под настройки станков на размер: автоматическая под настройка с помощью под наладчиков, самоподнастраивающиеся станки; адаптивные системы.

18. Основы проектирования техпроцесса изготовления детали: исходная информация и её анализ, расчет такта выпуска и установление типа производства, выбор средств технологического оснащения, оценка конструкции детали на технологичность.

19. Последовательность проектирования техпроцесса изготовления детали: выбор последовательности обработки элементарных поверхностей детали; выбор технологических баз для обработки поверхностей; разработка маршрутного техпроцесса; разработка технологических операций; разработка контрольных операций; расчет точности (размерный анализ), разработка технического задания на проектирование специального технологического оснащения (набор рассматриваемых этапов по указанию комиссии).

20. Особенности разработки техпроцессов обработки деталей на станках с ЧПУ: технологические возможности оборудования с ЧПУ: выбор деталей для обработки на станках с ЧПУ, проектирование технологических операций обработки деталей на станках с ЧПУ. Специфика обработки и построения операций на станках типа «обрабатывающий центр».

21. Основы разработки технологического процесса сборки машин: общая и узловая сборка, схема сборки. Основные технологические переходы процесса сборки. Организационные формы сборки.

22. Нормирование сборочных работ. Определение способов транспортировки деталей и изделий. Автоматизация процессов сборки.

23. Технология сборки типовых сборочных единиц:

- монтаж валов на опорах скольжения и качения;
- сборка зубчатых и червячных передач;
- сборка винтовых передач и резьбовых соединений;
- сборка уплотнений (Выбор сборочной единицы по указанию комиссии).

24. Особенности технологий изготовления деталей машиностроения: изготовление корпусных деталей, ступенчатых валов, зубчатых колёс (по указанию комиссии)

25. Электроэрозионная, электрохимическая, ультразвуковая, лазерная обработка изделий в машиностроении: сущность, технологические возможности, область и перспективы применения этих методов (методы – по указанию комиссии).

## **Раздел 2. Моделирование технических объектов и процессов**

1. Понятие, сущность, виды и цели моделирования системного объекта. Задачи, решаемые моделированием.
2. Сущность гипотетического, имитационного и компьютерного моделирования.
3. Основные виды моделей, требования к моделям. Свойства модели: полнота, адекватность, потенциальность, целенаправленность, простота, надёжность, вариативность.
4. Понятие адекватности модели и цели проверки адекватности. Качественная и количественная адекватность. Причины неадекватности модели.
5. Соотношение понятий «модель» и «теория». Научная и интуитивная модели. Понятие инвариантной и алгоритмической моделей. Теоретические и эмпирические модели.
6. Логика построения модели: понятия когнитивной, содержательной, концептуальной и формальной моделей.
7. Сущность линейного программирования и виды решаемых задач. Модель задачи ЛП, область допустимых решений и положение точки наибольшего или наименьшего значения целевой функции.
8. Сущность точных, асимптотических, приближённых и численных методов исследования математических моделей.
9. Требования к численным методам и их основные недостатки. Сущность численного моделирования обыкновенного дифференциального уравнения первого порядка.
10. Причина использования статистических методов обработки результатов. Понятия генеральной совокупности и выборки. Основные характеристики средних значений и рассеяния случайных величин в выборке.
11. Что такое «распределение случайной величины»? Теоретические и эмпирические распределения. Закон распределения. Сущность интегрального и дифференциального законов распределения.
12. Понятие статистической гипотезы и статистического критерия. Виды гипотез. О чём говорят неотрицательный и отрицательный результаты проверки статистической гипотезы?
13. Что такое и как проявляется корреляционная связь между случайными величинами? Как определяется коэффициент корреляции, его размерность и диапазон изменения?
14. Назначение, понятие и виды дисперсионного анализа. Условия применения дисперсионного анализа.

15. Назначение и сущность, основные допущения и задачи регрессионного анализа. Что такое уравнение регрессии. Наиболее распространённая форма уравнения регрессии.

16. Программное обеспечение Mathcad: назначение, интерфейс пользователя, панели инструментов и инструментарий.

17. Классификация экспериментов. Требования к элементам экспериментов. Область применения эмпирических моделей. Достоинства и недостатки эмпирических моделей.

18. Понятие подобия. Критерии подобия. Условия подобия.

#### **4. КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ ПИСЬМЕННЫХ ОТВЕТОВ ПРЕТЕНДЕНТОВ И ОТВЕТОВ НА ВОПРОСЫ УСТНОГО СОБЕСЕДОВАНИЯ**

##### **4.1. КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ ПИСЬМЕННЫХ ОТВЕТОВ ЗА КАЖДЫЙ ВОПРОС**

Каждый вопрос оценивается по категориям. Максимальное количество баллов за вопрос составляет 50 баллов и складывается из количества баллов за каждую категорию.

Категория	Критерий
1. Основные понятия и определения	10 баллов – даны определения всех понятий 8 баллов - даны определения всех понятий; имеются неточности в определениях 6 баллов – даны правильные определения менее половины понятий 4 балла – даны определения менее половины понятий; имеются неточности в определениях 2 балла – все определения содержат грубые ошибки 0 баллов – определения основных понятия отсутствуют
2. Типы, виды объекта	10 баллов – перечислены все типы, виды 8 баллов – перечислены все типы, виды; имеются неточности 6 баллов – правильно перечислены менее половины типов, видов 4 балла – перечислены менее половины типов, видов; имеются неточности 2 балла – все перечисленные типы, виды содержат грубые ошибки

	0 баллов – отсутствуют типы, виды
3. Состав (составные элементы) объекта	<p>10 баллов – перечислены все составные элементы</p> <p>8 баллов – перечислены все составные элементы; имеются неточности</p> <p>6 баллов – правильно перечислены менее половины составные элементы</p> <p>4 балла – перечислены менее половины составные элементы; имеются неточности</p> <p>2 балла – все перечисленные составные элементы содержат грубые ошибки</p> <p>0 баллов – отсутствуют составные элементы</p>
4. Схемы, математические выражения и формулы, графическое изображение объекта	<p>10 баллов – представлены все схемы/графические изображения</p> <p>8 баллов – представлены все схемы/графические изображения; имеются неточности</p> <p>6 баллов – правильно представлено менее половины схем/графических изображений</p> <p>4 балла – представлено менее половины схем/графических изображений; имеются неточности</p> <p>2 балла – все представленные схемы/графические изображения содержат грубые ошибки</p> <p>0 баллов – отсутствуют схемы/графические изображения</p>
5. Параметры оценки показателей объекта	<p>10 баллов – перечислены все параметры</p> <p>8 баллов – перечислены все параметры; имеются неточности</p> <p>6 баллов – правильно перечислены менее половины параметров</p> <p>4 балла – перечислены менее половины параметров; имеются неточности</p> <p>2 балла – все перечисленные параметры содержат грубые ошибки</p> <p>0 баллов – отсутствуют параметры</p>

## 4.2 КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ УСТНЫХ ОТВЕТОВ

Общий балл за ответы на вопросы собеседования не должен превышать 15 баллов.

Сумма баллов за ответы по билету и устные ответы на собеседовании не должна превышать 100 баллов.

## 5. ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Базров, Б. М. Основы технологии машиностроения [Текст] : учебник для вузов по направлениям 15.03.01 "Машиностроение", 15.03.05 "Конструкт.-технол. обеспечение машиностроит. пр-в" / Б. М. Базров М. : Машиностроение , 2016. – 681 с.
2. Батуев, В. А. Защита интеллектуальной собственности Текст учеб. пособие по направлениям 151900.68 "Конструкт.-технол. обеспечение машиностр. пр-в" и 221400.68 "Упр. качеством" /В. А. Батуев, О. В. Колотилова. – Челябинск: Издательский Центр ЮУрГУ, 2013. – 59 с.
3. Бояршинова, А. К. Теория инженерного эксперимента [Текст] текст лекций /А. К. Бояршинова, А. С. Фишер – Челябинск: Издательство ЮУрГУ, 2006. - 84 с.
4. Введение в математическое моделирование: учебное пособие / В.Н. Ашихмин, М.Б. Гитман, И.Э. Келлер и др.; Под ред. П.В. Трусова. – М.: Логос, 2004. – 440 с.
5. Воскобойников, Ю. Е. Регрессионный анализ данных в пакете Mathcad Текст учеб. пособие для техн. и экон. специальностей вузов Ю. Е. Воскобойников. - СПб. и др.: Лань, 2011. – 223 с.
6. Гмурман, В.Е. Теория вероятностей и математическая статистика: учебное пособие / В.Е. Гмурман – 2-е изд. – М.: Высшая шк., 1999. – 479 с.
7. ГОСТ 25751-83. Инструменты режущие. Термины, определения и обозначения общих понятий. – М.: Издательство стандартов, 1990. – 26 с.
8. ГОСТ 25762-83. Обработка резанием. Термины и определения общих понятий. – М.: Издательство стандартов, 1985. – 42 с
9. Гузеев, В. И. Математическое моделирование технологических процессов и производств Текст учеб. пособие по направлению "Конструкт.-технол. обеспечение машиностр. пр-в" В. И. Гузеев ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Технология машиностроения ; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательский Центр ЮУрГУ, 2015. - 101.
10. Кирьянов, Д. В. Mathcad 13 Наиболее полн. рук. Д. В. Кирьянов. - СПб.: БХВ-Петербург, 2006. - 590 с.
11. Крюков, А.Ю. Математическое моделирование процессов в машиностроении: учебное пособие / А.Ю. Крюков, Б.Ф. Потапов. – Пермь: Издательство ПГТУ, 2007. – 323 с.
12. Редников, С. Н. Защита интеллектуальной собственности Текст конспект лекций /С. Н. Редников – Челябинск: Издательский Центр ЮУрГУ, 2010. – 43 с.

13. Суслов, А. Г. Технология машиностроения [Текст] : учебник для вузов по направлению "Конструкт.-технол. обеспечение машиностроит. пр-в" / А. Г. Суслов Технология машиностроения [Текст] : учебник для вузов по направлению "Конструкт.-технол. обеспечение машиностроит. пр-в" / А. Г. Суслов М. : КНОРУС , 2013. – 336 с.
14. Шаламов, В.Г. Моделирование в машиностроении: Учебное пособие / В.Г. Шаламов. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2016. – 136 с.
15. Шаламов, В. Г. Математическое моделирование при резании металлов: учебное пособие / В.Г. Шаламов. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2007. – 134 с.
16. Шаламов, В.Г. Моделирование при фрезеровании: учебное пособие / В.Г. Шаламов. – Челябинск: Изд-во ЧГТУ, 1997. – 141 с.
17. Шаламов, В.Г. Эксперимент и его результаты: учебное пособие / В.Г. Шаламов, П.В. Шаламов. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2013. – 136 с.
18. Щуров, И. А. Численные методы расчета в металлообработке Текст лекций И. А. Щуров; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Станки и инструмент; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательство ЮУрГУ, 2005. - 82, [1] с.
19. Экономика предприятия (фирмы) Текст учеб. для вузов по экон. специальностям О. И. Волков и др.; под ред. О. И. Волкова, О. В. Девяткина ; Рос. экон. акад. им. Г. В. Плеханова. - 3-е изд., перераб. и доп. - М.: ИНФРА-М, 2009. - 602.
20. Кулыгин, В. Л. Методология проектирования эффективных технологий изготовления машиностроительных изделий Текст учеб. пособие для вузов по направлению "Конструкт.-технол. обеспечение машиностр. пр-в" В. Л. Кулыгин, И. А. Кулыгина ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Технология машиностроения ; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательский Центр ЮУрГУ, 2014. - 142, [2] с. ил. электрон. версия
- 21 Кулыгин, В. Л. Технология машиностроения Текст учеб. пособие для вузов по направлению "Технология, оборудование и автоматизация машиностр. пр-в" и специальности "Технология машиностроения" направления "Конструктор.-технол. обеспечение машиностр. пр-в" В. Л. Кулыгин, В. И. Гузеев, И. А. Кулыгина. - М.: БАСТЕТ, 2011. - 182, [1] с. ил. 22 см
22. Мясников, Ю. И. Технологическая оснастка металлорежущих станков Текст Ч. 1 Станочные приспособления как часть технологической оснастки учеб.-метод. комплекс Ю. И. Мясников ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Технология машиностроения ; ЮУрГУ. - 3-е изд., перераб. и доп. - Челябинск: Издательство ЮУрГУ, 2007. - 266 с. ил.
23. Мясников, Ю. И. Технологическая оснастка металлорежущих станков Текст Ч. 2 Системное проектирование станочных приспособлений учеб.-метод. комплекс Ю. И. Мясников ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Технология машиностроения ;



ЮУрГУ. - 3-е изд., перераб. и доп. - Челябинск: Издательство ЮУрГУ, 2007. - 378 с. ил.

24. Мясников, Ю. И. Технологическая оснастка металлорежущих станков Текст Ч. 3 Автоматизация проектирование станочных приспособлений учеб.-метод. комплекс Ю. И. Мясников ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Технология машиностроения ; ЮУрГУ. - 3-е изд., перераб. и доп. - Челябинск: Издательство ЮУрГУ, 2007. - 160 с. ил.

25. Шамин, В. Ю. Теория и практика решения конструкторских и технологических размерных цепей Учеб. пособие для вузов по направлению 552900 "Технология, оборудование и автоматизация машиностр. пр-в" и специальностям 120100 "Технология машиностроения", 120200 "Металлорежущие станки и инструмент" Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Технология, бизнес и компьютер. упр. машиностроит. пр-в; ЮУрГУ. - 2-е изд., перераб. и доп. - Челябинск: Издательство ЮУрГУ, 1999. - 429 с.

#### Электронная основная литература

Наименование разработки	Наименование ресурса в электронной форме	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
Гузеев, В.И. Теоретические основы базирования деталей и расчета размерных цепей при механической обработке [Электронный ресурс]: электронное учебное пособие. / В.И. Гузеев, Г.И. Буторин, В.Ю. Шамин. – Электрон. текст. дан. (4,07 Мб). – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2013.	Электронный ресурс библиотеки ЮУрГУ	Интернет / Авторизованный
Гузеев, В.И. Размерно-точностное проектирование технологических процессов обработки на основе расчета технологических размерных цепей [Электронный ресурс]: электронное учебное пособие. / В.И. Гузеев, Г.И. Буторин, В.Ю. Шамин. – Электрон. текст. дан. (1,44 Мб). – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2013.	Электронный ресурс библиотеки ЮУрГУ	Интернет / Авторизованный
Гузеев, В.И. Прогнозирование точности и качества при проектировании	Электронный ресурс	Интернет / Авторизованный

технологических процессов механической обработки [Электронный ресурс]: электронное учебное пособие. / В.И. Гузеев, Г.И. Буторин, В.Ю. Шамин. – Электрон. текст. дан. (1,94 Мб). – Челябинск : Издательский центр ЮУрГУ, 2013	библиотеки ЮУрГУ	
Шамин, В.Ю. Теория и практика решения конструкторских и технологических размерных цепей [Электронный ресурс]: электронное учебное пособие. – 5-е изд., перераб. и доп. / В.Ю. Шамин. – Электрон. текст. дан. (1,44 Мб). – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2013.	Электронный ресурс библиотеки ЮУрГУ	Интернет / Авторизованный

### 6. ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Кулыгин, В. Л. Основы технологии машиностроения Текст учеб. пособие для вузов по направлению "Технология, оборудование и автоматизация машиностр. пр-в" и специальности "Технология машиностроения" направления "Конструктор.-технол. обеспечение машиностр. пр-в" В. Л. Кулыгин, И. А. Кулыгина. - М.: БАСТЕТ, 2011. - 166, [1] с. ил., табл. 22 см
2. Мясников, Ю. И. Проектирование технологической оснастки Ч. 1 Методика инженерного проектирования станочных приспособлений Учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений, обучающихся по направлению 552900, по спец. 120100 и 120200 ЧГТУ, Каф. Технология машиностроения. - Челябинск: Издательство ЧГТУ, 1996. - 104,[1] с. ил.
3. Мясников, Ю. И. Проектирование технологической оснастки Ч. 2 Примеры проектирования станочных приспособлений Учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений, обучающихся по направлению 552800, по спец. 12100,120200 ЧГТУ, Каф. технологии машиностроения; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательство ЧГТУ, 1996. - 83,[1] с. ил.
4. Мясников, Ю. И. Проектирование технологической оснастки Ч. 3 Особенности проектирования станочных приспособлений гибкого автоматизированного производства Учеб. пособие для студ. вузов, обучающихся по направлению 552900 по спец. 120100 и 120200 ЧГТУ, Каф. Технология машиностроения. - Челябинск: Издательство ЧГТУ, 1996. - 90,[2] с. ил.
5. Мясников, Ю. И. Проектирование технологической оснастки Ч. 4 Практические занятия и самостоятельная работа Учеб. пособие ЧГТУ, Каф. Технология, бизнес и компьютеризир. упр. машиностроит. пр-вом. - Челябинск: Издательство ЮУрГУ, 1997. - 73,[2] с. ил.

## 7. ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ И ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ

1. Российская Государственная библиотека URL: <http://www.rsl.ru/>
2. Российская национальная библиотека URL: <http://www.nlr.ru/>
3. Public.ru – публичная интернет-библиотека URL: <http://www.public.ru/>
4. Университетская библиотека «Online»
5. ЭБС «Лань», доступ к бесплатному пакету <http://e.lanbook.com>
6. Научная электронная библиотека eLIBRARY (<http://www.elibrary.ru/>)
7. Microsoft-Visio
8. ANSYS-ANSYS Academic Multiphysics Campus Solution (Mechanical, Fluent, CFX, Workbench, Maxwell, HFSS, Simplorer, Designer, PowerArtist, RedHawk)
9. ASCON-Компас 3D

## 7. РАЗРАБОТЧИКИ

Зав. кафедрой «Технология автоматизированного машиностроения», д.т.н., профессор



Гузеев В.И.

## ПРОГРАММА

вступительного испытания в аспирантуру по научной специальности:

### *2.5.8 – Сварка, родственные процессы и технологии*

#### 1. ПРОЦЕДУРА ПРОВЕДЕНИЯ ЭКЗАМЕНА

Экзамен проводится в очном формате.

Форма проведения экзамена – письменно (ответы на вопросы выбранного претендентом билета).

Количество вопросов в билете определяется Программой вступительных испытаний по соответствующей научной специальности и равно 2.

Время для подготовки письменных ответов на вопросы – не менее 60 минут. Максимальное время для подготовки 180 минут (точное время указывается экзаменационной комиссией).

Перед началом экзамена вместе с билетом все претенденты получают карточки с указанием ID поступающего.

Ответы на вопросы абитуриенты оформляют на экзаменационных листах с указанием на них индивидуального кода (ID поступающего), без указания Фамилии Имени Отчества.

По истечении времени, обозначенного экзаменационной комиссией на подготовку ответов, претенденты сдают экзаменационные листы на проверку. Карточки ID хранятся у претендентов до объявления результатов экзамена. Члены комиссии озвучивают дату и время оглашения результатов.

При оглашении результатов проверки письменных ответов члены комиссии называют ID поступающего и его результат в баллах. Названный поступающий предъявляет карточку с соответствующим ID поступающего и называет свою Фамилию Имя Отчество для внесения информации в протокол экзамена.

В случае несогласия поступающего с выставленными баллами он вправе пройти собеседование с экзаменационной комиссией. Вопросы, выносимые на собеседование, должны быть в рамках программы вступительных испытаний. Количество вопросов на собеседовании – не более трех.

Вопросы собеседования отражаются в протоколе экзамена.

Баллы за ответы на дополнительные вопросы собеседования отражаются в протоколе экзамена и суммируются с баллами за письменные ответы на вопросы. При этом суммарный балл за общепрофессиональные компетенции (сумма баллов за ответы претендента на вопросы по билету и ответы на дополнительные вопросы) не должен превышать 100 баллов.

Баллы, выставленные за ответы претендента на вопросы по билету и ответы на дополнительные вопросы, обсуждению не подлежат. В случае несогласия поступающего с выставленными баллами он вправе, согласно п.35 Правил приема, подать апелляцию.

Добавление баллов за каждое индивидуальное достижение производится только при предоставлении комиссии подтверждающих документов.

Сведения об индивидуальных достижениях и подтверждающие их документы должны быть предоставлены комиссии до получения карточки с указанием ID поступающего и экзаменационного билета. Сведения, предоставленные позднее оговоренного срока, не учитываются. Во время подготовки ответов экзаменационная комиссия проверяет предоставленные документы и производит их оценку на основании п.37 Правил приема.

Баллы за индивидуальные достижения засчитываются при условии их соответствия научной специальности программы аспирантуры, на которую поступает абитуриент.

Баллы за индивидуальные достижения заполняются комиссией в листе Индивидуальных достижений и вносятся в протокол экзамена.

Протоколы вступительных экзаменов, экзаменационные листы и листы учета индивидуальных достижений передаются в центральную приемную комиссию для ввода оценок в систему Универсис в день оглашения результатов экзамена.

После ввода баллов протоколы, экзаменационные листы и листы учета индивидуальных достижений передаются в отдел аспирантуры и хранятся в личном деле поступающего.

## **2. СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ**

Раздел 1. СВАРИВАЕМОСТЬ ВЫСОКОПРОЧНЫХ СТАЛЕЙ И СПЛАВОВ

Раздел 2. ПРОЧНОСТЬ И ДОЛГОВЕЧНОСТЬ СВАРНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Раздел 3. СПЕЦИАЛЬНЫЕ МЕТОДЫ СВАРКИ И ПАЙКИ  
ВЫСОКОПРОЧНЫХ СТАЛЕЙ

Раздел 4. СВАРКА СПЕЦИАЛЬНЫХ СТАЛЕЙ И СПЛАВОВ

Раздел 5. РОБОТИЗАЦИЯ СБОРОЧНО-СВАРОЧНЫХ ОПЕРАЦИЙ

Раздел 6. АВТОМАТИЗАЦИЯ СВАРОЧНЫХ ПРОЦЕССОВ

Раздел 7. КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ

В состав экзаменационного билета входят 2 вопроса:

Первый вопрос из раздела 1 или из раздела 2.

Второй вопрос из раздела 3 или из раздела 4 или из раздела 5 или из раздела 6 или из раздела 7.

### 3. ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЕ ВОПРОСЫ

#### Раздел I. СВАРИВАЕМОСТЬ ВЫСОКОПРОЧНЫХ СТАЛЕЙ И СПЛАВОВ

- 1 Назовите факторы, определяющие развитие в сварных соединениях холодных и горячих трещин.
- 2 Поры в сварных швах, причины их образования и меры предупреждающие их образование.
- 3 Чем отличаются углеродистые стали от легированных и с какой целью в стали вводят легирующие элементы?
- 4 Назовите марки известных Вам высокопрочных сталей.
- 5 В чём заключаются преимущества дуплексных сталей перед высоколегированными аустенитными сталями?
- 6 Чем отличается физическая свариваемость от технологической?
- 7 По какому показателю определяют свариваемость углеродистых и низколегированных сталей?
- 8 Какое влияние на свариваемость углеродистых и низколегированных сталей оказывает содержание в свариваемой стали углерода?
- 9 В каких случаях и с какой целью при сварке углеродистых сталей применяют предварительный и сопутствующий подогрев?
- 10 Какое влияние на свариваемость оказывает химический состав стали?
- 11 Какие сложности возникают при сварке высокопрочных низколегированных сталей?
- 12 Какое влияние на свариваемость низколегированных высокопрочных сталей оказывает имеющиеся в них легирующие элементы?
- 13 Какие технологические приёмы применяют для повышения свариваемости низколегированных высокопрочных сталей?
- 14 Что такое эквивалент хрома и эквивалент никеля и для чего применяют эти понятия?
- 15 Проблемы, возникающие при сварке аустенитных сталей?
- 16 Принцип оценки свариваемости нержавеющих сталей по диаграммам состояния А. Шеффлера, Де Лонга и WRC 92?
- 17 Что в легированных сталях означает ферритное число?
- 18 Горячие трещины, причины образования и меры предупреждающие их образование.
- 19 Сущность оценки свариваемости низкоуглеродистых и низколегированных сталей по углеродному эквиваленту
- 20 Что собой представляют S – образные кривые и как их используют для оценки свариваемости сталей?
- 21 Холодные трещины. Технологические приёмы предупреждения образования холодных трещин в сварных соединениях среднелегированных сталей.
- 22 Высоколегированные стали их классификация и особенности сварки.

- 23 Какие технологические приёмы используют для обеспечения стойкости металла шва и ЗТВ против образования трещин при сварке высоколегированных сталей.
- 24 Подрезы, причины их образования и меры предупреждающие их образование.
- 25 Кристаллизационные трещины и механизм образования кристаллизационных трещин при сварке высокопрочных сталей.
- 26 В чём заключается вредное влияние серы в сварных швах.
- 27 С какой целью при сварке высокопрочных сталей применяют предварительный подогрев?
- 28 Какое влияние на свариваемость сталей оказывает углерод?
- 29 Назовите известные Вам диаграммы состояния нержавеющей аустенитных сталей, применяемых для оценки их свариваемости.
- 30 Напльвы, причины их образования и меры предупреждающие их образование.
- 31 Шлаковые каналы и шлаковые включения, причины их образования.
- 32 Чем отличается диаграмма состояния WRC 92 от диаграмм от диаграмм Шеффлера и Де-Лонга?
- 33 Несплавления, прожоги, свищи и причины их образования.
- 34 Устройство и назначение диаграммы состояния Маурера.
- 35 Устройство и назначение диаграммы состояния Шеффлера.
- 36 Устройство и назначение диаграммы состояния Де-Лонга.

## Раздел II. ПРОЧНОСТЬ И ДОЛГОВЕЧНОСТЬ СВАРНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

1. Что принимают за нормативное сопротивление в методе расчёта строительных конструкций?
2. Как рассчитывают прочность конструкций и сварных соединений в машиностроении?
3. Чем отличаются рабочие сварные швы от связующих?
4. Что такое концентрация напряжений и какими показателями она характеризуется?
5. Как влияет на прочность деталей и сварных соединений из пластичных материалов концентрация напряжений?
6. Какие приборы существуют для измерения твёрдости материалов и чем они отличаются друг от друга?
7. Что такое механическая неоднородность и чем можно объяснить её появление в сварных соединениях?
8. Как сказывается на прочности сварных соединений наличие твёрдых и мягких прослоек, расположенных параллельно приложенному усилию?
9. Как можно объяснить упрочнение металла мягкой прослойки в случае, когда прослойка расположена перпендикулярно к растягивающему усилию?
10. Почему теоретическая прочность материалов значительно выше реальной, получаемой при испытании образцов?

11. Чем отличается вязкая прочность материалов и сварных соединений от хрупкой?
12. В чём состоит отличие коэффициента интенсивности напряжений от коэффициента концентрации напряжений?
13. Какие существуют критерии оценки напряжённо-деформированного состояния и прочности при наличии острых концентраторов напряжений?
14. Какие факторы оказывают влияние на концентрацию напряжений?
15. Что такое коэффициент интенсивности напряжений и для каких целей его используют?
16. От каких факторов зависит прочность деталей и сварных соединений при переменных нагрузках?
17. Что называют пределом выносливости при переменных нагрузках?
18. Какое влияние на усталостную прочность оказывают технологические дефекты сварки?
19. Как влияют на хладостойкость технологические дефекты сварки?
20. Какое влияние на механические свойства оказывают высокие температуры эксплуатации?
21. Что в технике называют ползучестью и релаксацией при высоких температурах эксплуатации?
22. Как классифицируются углеродистые стали по содержанию в них углерода и как влияет содержание углерода на прочность и пластичность сталей?
23. Как разделяются угловые швы по отношению к направлению приложенному усилию и как в зависимости от этого производится их расчёт на прочность?
24. Чем отличается условная диаграмма деформации от действительной?
25. Какие параметры сварного соединения влияют на концентрацию напряжений в нём?
26. Исторические этапы развития теории надёжности механических систем.
27. Понятие надёжности и его основные свойства.
28. Единичные и комплексные показатели надёжности.
29. Классификация отказов механических систем.
30. Физические причины отказов.
31. Предельные состояния механических систем
32. Виды и механизмы разрушения конструкционных материалов при однократном статическом нагружении.
33. Виды и механизмы разрушения конструкционных материалов при повторно-переменном нагружении.
34. Понятия случайного события, величины и функции в теории надёжности.
35. Типы случайной величины и способы ее задания.
36. Числовые характеристики случайной величины.
37. Математические модели надёжности механических систем.
38. Расчетные методы оценки надёжности технических систем.
39. Экспериментальные методы оценки надёжности технических систем.
40. Конструктивно-технологическая отработка изделия на надёжность.
41. Методы обеспечения надёжности на стадии эксплуатации.



### Раздел III. СПЕЦИАЛЬНЫЕ МЕТОДЫ СВАРКИ И ПАЙКИ

1. Пайка металлов. Теоретические основы пайки. Основные понятия
2. Холодная сварка металлов
3. Пайка. Виды пайки
4. Флюсы и их роль при пайке. Виды флюсов
5. Холодная стыковая сварка. Сущность процесса и сварочные режимы
6. Пайка. Припой, используемые при пайке
7. Сварка трением: раскрыть сущность процесса сварки, привести схему процесса, управление процессом, параметры режима, применяемое оборудование, свариваемые материалы и номенклатура изделий, преимущества и недостатки способа
8. Сварка взрывом: раскрыть сущность процесса сварки, привести схему процесса, управление процессом, параметры режима, применяемое оборудование, свариваемые материалы и номенклатура изделий, преимущества и недостатки способа
9. Холодная сварка: раскрыть сущность процесса сварки, привести схему процесса, управление процессом, параметры режима, применяемое оборудование, свариваемые материалы и номенклатура изделий, преимущества и недостатки способа
10. Диффузионная сварка: раскрыть сущность процесса сварки, привести схему процесса, управление процессом, параметры режима, применяемое оборудование, свариваемые материалы и номенклатура изделий, преимущества и недостатки способа
11. Ультразвуковая сварка: раскрыть сущность процесса сварки, привести схему процесса, управление процессом, параметры режима, применяемое оборудование, свариваемые материалы и номенклатура изделий, преимущества и недостатки способа
12. Плазменная сварка: раскрыть сущность процесса сварки, привести схему процесса, управление процессом, параметры режима, применяемое оборудование, свариваемые материалы и номенклатура изделий, преимущества и недостатки способа
13. Электронно-лучевая сварка: раскрыть сущность процесса сварки, привести схему процесса, управление процессом, параметры режима ЭЛС, применяемое оборудование, свариваемые материалы и номенклатура изделий, преимущества и недостатки способа
14. Стыковая холодная сварка. Сущность процесса и основные параметры режима сварки
15. Окисные пленки и процесс их удаления при пайке и сварке.
16. Наплавка металлов: раскрыть сущность процесса наплавки, привести схему процесса, управление процессом, параметры режима, применяемое оборудование, свариваемые материалы и номенклатура изделий, преимущества и недостатки способа
17. Лазерная сварка: раскрыть сущность процесса наплавки, привести схему процесса, управление процессом, параметры режима, применяемое

- оборудование, свариваемые материалы и номенклатура изделий, преимущества и недостатки способа
18. Сварка под водой: сущность процесса наплавки, привести схему процесса, управление процессом, параметры режима, применяемое оборудование, свариваемые материалы и номенклатура изделий, преимущества и недостатки способа
  19. Гибридная сварка: сущность процесса наплавки, привести схему процесса, управление процессом, параметры режима, применяемое оборудование, свариваемые материалы и номенклатура изделий, преимущества и недостатки способа

#### Раздел IV. СВАРКА СПЕЦИАЛЬНЫХ СТАЛЕЙ И СПЛАВОВ

1. Дать классификацию легирующих элементов и вредных примесей
2. Никель и его влияние на свойства сталей?
3. Марганец и его влияние на свойства сталей?
4. Хром и его влияние на свойства сталей?
5. Кремний и его влияние на свойства сталей.
6. Какие легирующие элементы относятся к карбидообразующим?
7. Назовите легирующие элементы, расширяющие альфа область диаграммы состояния Fe-C.
8. Назовите легирующие элементы, расширяющие гамма область диаграммы состояния Fe-C.
9. Какие основные карбиды, образующиеся в стали, вы знаете?, На какие группы они делятся?
10. Влияние легирующих элементов на превращение аустенита при охлаждении.
11. Классификация легированных сталей
12. Показатель свариваемости низколегированных сталей
13. Свариваемость среднелегированных малоуглеродистых сталей
14. Особенности сварки высоколегированных сталей
15. Сварка чугунов
16. Сварка меди и ее сплавов
17. Сварка алюминия и его сплавов
18. Сварка титана и его сплавов

#### Раздел V. РОБОТИЗАЦИЯ СБОРОЧНО-СВАРОЧНЫХ ОПЕРАЦИЙ

1. При помощи каких технических решений увеличивают рабочую зону промышленных роботов?
2. Как обеспечивается защита РТК от несанкционированного проникновения человека?

3. Устройство, преимущества и недостатки роботизированного технологического комплекса для контактной точечной сварки с использованием манипулятора робота в качестве позиционера.
4. Различие производства по серийности (количеству выпуска продукции), особенности использования промышленных роботов в зависимости от серийности производства.
5. Из каких элементов состоит РТК для дуговой сварки?
6. Дать определение «Промышленный робот». Привести основные схемы применения промышленных роботов (ПР) на производстве и дать им характеристику.
7. Применение роботов для дуговой сварки. Назовите особенности конструкции и характеристик роботов для дуговой сварки. При каких условиях будет получен положительный эффект от роботизации дуговой сварки на производстве?
8. Какие правила необходимо выполнять при проектировании РТК для обеспечения безопасности работающего персонала?
9. Какие существуют разновидности компоновки манипулятора промышленного робота для дуговой сварки? Охарактеризуйте каждую. Начальная адаптация робота при дуговой сварке, текущая адаптация робота при дуговой сварке.
10. Как производится борьба с простоем оборудования при выходе из строя робота в автоматической линии.
11. Дать определение поточные производственные линии, классификация поточных линий в сварочном производстве.
12. На каких этапах использования промышленных роботов могут возникать несчастные случаи и какие?
13. Какие компоненты включает в себя и как работает РТК для дуговой сварки с применением одного робота и поворотного стола?
14. Какие опасные и вредные факторы возникают при эксплуатации промышленных роботов на производстве?
15. Какие показатели робота входят в число его общих и технических характеристик?
16. Устройство, преимущества и недостатки, область применения ПР для контактной сварки со встроенным в исполнительное устройство промышленного робота источником сварочного тока.
17. Варианты совместного использования позиционеров и роботов в РТК для дуговой сварки (четыре варианта). Позиционеры, применяемые в РТК для дуговой сварки. Технологические задачи, решаемые при построении РТК для дуговой сварки (пять задач).
18. Определение промышленного робота. Почему на современном машиностроительном производстве обычно не используют роботов менее чем с шестью осями подвижности?
19. Отличие технических характеристик параллелограммного и коромыслового промышленных роботов, преимущества и недостатки каждого типа. Привести кинематическую схему.

20. Устройство, преимущества и недостатки, область применения ПР для контактной сварки со встроенным в рабочий орган промышленного робота источником сварочного тока.
21. Состав и основные функции системы управления промышленных роботов.
22. Технологические особенности построения РТК для дуговой сварки
23. Способы увеличения рабочей зоны промышленного робота. Перечислить причины введения дополнительных степеней подвижности механической части манипулятора.
24. Построение РТК и автоматических линий для контактной сварки
25. Механическая система промышленных роботов. Общее устройство. Выбор робота с учетом особенностей механической системы.
26. Классификация промышленных роботов для контактной сварки
27. Дать определение устройству «Позиционер». Программно-управляемые универсальные позиционеры
28. Дать определение устройству «Кантователь». Привести схему устройства и примеры применения данного оборудования на производстве.

#### Раздел VI. АВТОМАТИЗАЦИЯ СВАРОЧНЫХ ПРОЦЕССОВ

1. Вольт-амперная характеристика дуги и источника питания, режимы работы источников питания, основные зависимости параметров электрической сварочной цепи, коэффициент устойчивости системы
2. Управление переносом электродного металла.
3. Сварочная дуга: катодная, анодная области, столб дуги. Статическая характеристика дуги. Условие устойчивости системы «сварочная дуга – источник питания»
4. Сварочные выпрямители. Особенности стабилизации сварочной дуги, принцип работы, преимущества и недостатки по сравнению с преобразователями
5. Однопостовые выпрямители с крутопадающими внешними характеристиками. Устройства регулирования и стабилизации тока и напряжения в сварочных выпрямителях
6. Возбуждение дуги. Особенности дуги переменного тока. Сварочная цепь и классификация источников.
7. Трансформаторы и их работа при разных режимах. Классификация электромагнитных схем в сварочных трансформаторах
8. Сварочные генераторы с независимым возбуждением и последовательной размагничивающей обмоткой. Стабильность работы источника
9. Перечислить факторы, влияющие на качество соединения. Перечислить пути повышения качества сварочного процесса
10. Сварочные агрегаты с коллекторными генераторами. Особенности стабилизации сварочной дуги
11. Многопостовые выпрямители. Устройства стабилизации сварочной дуги
12. Вспомогательные устройства источников питания: осциллятор, импульсный стабилизатор, устройство для плавного снижения тока

13. Трансформаторы с механическим регулированием
14. Сравнить системы АРДС и АРНД. На примере объяснить принцип действия систем
15. Трансформаторы с подвижными магнитными шунтами
16. Система автоматического регулирования напряжения (АРНД)
17. Универсальные выпрямители. Принцип регулирования параметров режима сварки, переключение между ВАХ источника
18. Системы автоматического регулирования параметров дуги при сварке неплавящимся электродом
19. Трансформаторы с подвижной частью магнитопровода. Описать принцип действия и регулировку сварочных параметров режима
20. Система автоматического регулирования параметров дуги саморегулированием (АРДС)
21. Сравнить преимущества и недостатки выпрямительных и инверторных источников питания для сварки
22. Трансформаторы с электрическим регулированием. Обеспечение стабилизации сварочных процессов
23. Инверторные выпрямители. Особенности стабилизации сварочной дуги
24. Сварочная дуга (катодная, анодная области, столб дуги). Классификация источников питания
25. Генераторы с жесткими характеристиками (сварка в защитных газах)
26. Тиристорные и транзисторные выпрямители
27. Трансформаторы, регулируемые подмагничиванием
28. Принцип действия выпрямителя инверторного типа. Системы стабилизации дуги
29. Сварочные трансформаторы. Устройства регулирования и стабилизации тока и напряжения в сварочных трансформаторах
30. Сварочные преобразователи и агрегаты с вентильными генераторами. Принципы работы и формирование статических характеристик генератора
31. Трансформатор с подмагничиваемым шунтом
32. Устройство и работа сварочного преобразователя. Классификация преобразователей
33. Многопостовые сварочные выпрямители. Устройство, схема. Балластный реостат
34. Трансформаторы с нормальным и увеличенным рассеянием, конструктивные особенности. Коэффициент магнитной связи
35. Способы регулирования режимов в сварочных трансформаторах. Грубая, плавная регулировка тока в трансформаторах.
36. Универсальные сварочные выпрямители
37. Сварочные свойства источников питания. Оценка сварочных свойств источников питания (согласно ГОСТ 25616-83).
38. Универсальные сварочные выпрямители ВДУ. Системы стабилизации и управления дугой
39. Выпрямители с тиристорным инвертором.

40. Основные требования к источникам общепромышленного назначения (в общем виде).
41. Единая система обозначения и классификации источников питания (структура обозначения источников)
42. Инверторные выпрямители с транзисторным инвертором
43. Специфика и основные трудности и проблемы автоматизации сварочных процессов
44. Правила эксплуатации и техника безопасности при работе с источниками питания
45. Устройство и назначение осциллятора в цепи источника питания. Описать принцип действия последовательно включенного осциллятора
46. Объяснить принцип работы пускозащитной аппаратуры в выпрямительных источниках питания. Привести схему подключения.
47. Устройство и назначение импульсного стабилизатора. Особенности работы устройства
48. Описать принцип работы и устройства ВДУ, объяснить возможность стабильной работы при разных способах сварки

## Раздел VII. КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ

1. Основные требования к НК?
2. Требования к специалистам НК?
3. Определение дефекта, допустимый, недопустимый дефект?
4. Определение трещины, горячие трещины, холодные трещины, причины появления?
5. Контроль качества? Что является объектом технического контроля и его стадии?
6. Перечислите методы неразрушающего контроля
7. Выбор методов НК
8. Визуально измерительный контроль сущность метода
9. Порядок проведения визуального и измерительного контроля
10. Средства визуального и измерительного контроля
11. Параметры, подлежащие визуальному и измерительному контролю при подготовке свариваемых изделий под сварку
12. Параметры, подлежащие визуальному и измерительному контролю при сборке изделий под сварку
13. Порядок выполнения визуального и измерительного контроля сварных соединений
14. Радиографический контроль сущность метода
15. Радиоскопический контроль сущность метода
16. Требования к средствам радиографического контроля
17. Требования к рентген пленкам и усиливающим экранам
18. Схемы просвечивания сварных соединений
19. Акустический вид неразрушающего сущность метода
20. Метод фазированной решетки сущность метода

- 21.Порядок проведения ультразвукового контроля. Подготовка сварного соединения к контролю.
- 22.Магнитопорошковый метод контроля сущность метода
- 23.Магнитографический метод контроля сущность метода
- 24.Капиллярный контроль сущность метода
- 25.Порядок проведения капиллярного контроля
- 26.Требования к контролируемой поверхности
- 27.Вихретоковый вид неразрушающего контроля сущность метода
- 28.Тепловой вид неразрушающего контроля сущность метода
- 29.Электрический вид неразрушающего контроля сущность метода
- 30.Течеискание сущность метода.

#### **4. КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ ПИСЬМЕННЫХ ОТВЕТОВ ПРЕТЕНДЕНТОВ И ОТВЕТОВ НА ВОПРОСЫ УСТНОГО СОБЕСЕДОВАНИЯ**

##### **4.1. КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ ПИСЬМЕННЫХ ОТВЕТОВ ЗА КАЖДЫЙ ВОПРОС**

Каждый вопрос оценивается по категориям. Максимальное количество баллов за вопрос составляет 50 баллов и складывается из количества баллов за каждую категорию.

Категория	Критерий
1. Основные понятия и определения	10 баллов – даны определения всех понятий 8 баллов - даны определения всех понятий; имеются неточности в определениях 6 баллов – даны правильные определения менее половины понятий 4 балла – даны определения менее половины понятий; имеются неточности в определениях 2 балла – все определения содержат грубые ошибки 0 баллов – определения основных понятия отсутствуют
2. Типы, виды объекта	10 баллов – перечислены все типы, виды 8 баллов – перечислены все типы, виды; имеются неточности 6 баллов – правильно перечислены менее половины типов, видов 4 балла – перечислены менее половины типов, видов; имеются неточности 2 балла – все перечисленные типы, виды содержат грубые ошибки 0 баллов – отсутствуют типы, виды
3. Состав (составные элементы)	10 баллов – перечислены все составные элементы 8 баллов – перечислены все составные элементы; имеются неточности

объекта	<p>6 баллов – правильно перечислены менее половины составные элементы</p> <p>4 балла – перечислены менее половины составные элементы; имеются неточности</p> <p>2 балла – все перечисленные составные элементы содержат грубые ошибки</p> <p>0 баллов – отсутствуют составные элементы</p>
4. Схемы, математические выражения и формулы, графическое изображение объекта	<p>10 баллов – представлены все схемы, математические выражения и формулы, графическое изображение</p> <p>8 баллов – представлены все схемы, математические выражения и формулы, графическое изображение; имеются неточности</p> <p>6 баллов – правильно представлено менее половины схем, математических выражений и формул, графических изображений</p> <p>4 балла – представлено менее половины схем, математических выражений и формул, графических изображений; имеются неточности</p> <p>2 балла – все представленные схем, математических выражений и формул, графических изображений содержат грубые ошибки</p> <p>0 баллов – отсутствуют схем, математических выражений и формул, графических изображений</p>
5. Параметры оценки показателей объекта	<p>10 баллов – перечислены все параметры</p> <p>8 баллов – перечислены все параметры; имеются неточности</p> <p>6 баллов – правильно перечислены менее половины параметров</p> <p>4 балла – перечислены менее половины параметров; имеются неточности</p> <p>2 балла – все перечисленные параметры содержат грубые ошибки</p> <p>0 баллов – отсутствуют параметры</p>

#### 4.2 КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ УСТНЫХ ОТВЕТОВ

Общий балл за ответы на вопросы собеседования не должен превышать 15 баллов.

Сумма баллов за ответы по билету и устные ответы на собеседовании не должна превышать 100 баллов.



## 5. ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Технология и оборудование сварки плавлением и термической резки Учеб. для вузов по направлению 651400 "Машиностр. технологии и оборудование" по специальности 120500 "Оборудование и технология свароч. пр-ва" А. И. Акулов, В. П. Алехин, С. И. Ермаков и др.; Под ред. А. И. Акулова. - 2-е изд., испр. и доп. - М.: Машиностроение, 2003. - 588 с.
2. Акулов, А. И. Технология и оборудование сварки плавлением Учебник для вузов. - М.: Машиностроение, 1977. - 432 с. ил.
3. Технология электрической сварки металлов и сплавов плавлением С. А. Островский, Б. Е. Патон; Г. И. Лесков и др.; Под ред. Б. Е. Патона. - М.: Машиностроение, 1974. - 767 с. ил.
4. Рыкалин, Н. Н. Расчеты тепловых процессов при сварке Учеб. пособие для машиностроит. вузов Н. Н. Рыкалин. - М.: Машгиз, 1951. - 296 с. ил.
5. Николаев Г.А. Сварные конструкции. Прочность сварных соединений и деформации конструкций /Г.А. Николаев, С.А. Куркин, В.А. Винокуров – М.; «Высшая школа», 1982. – 273 с.
6. Винокуров В.А. Сварные конструкции. Механика разрушения и критерии работоспособности. Под редакцией Б.Е. Патона /В.А. Винокуров, С.А. Куркин, Г.А. Николаев – Издательство «Машиностроение», 1996. – 579 с.
7. Труфяков В.И. Усталость сварных соединений /В.И. Труфяков – Киев.: Наукова думка, 1973. – 216 с.
8. Прочность сварных конструкций Текст учеб. пособие М. В. Шахматов, В. В. Ерофеев, В. Б. Кульневич, Б. Г. Кульневич ; Челябин. гос.техн. ун-т, Каф. Оборудование и технология сварочного производства ; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательство ЧГТУ, 1996. - 64 с. ил.
9. 621.791 Н632 Николаев, Г. А.Специальные методы сварки Учеб. для вузов по спец."Оборуд. и технология свароч. пр-ва" / 2-е изд., испр. и доп. / М. Машиностроение 1975 / 232 с. Ил
10. И.В. Смирнов, Сварка специальных сталей и сплавов, Издательство лань. 2012 - 272с
11. Копельман, Л.А. Основы теории прочности сварных конструкций. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2010. — 464 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/626> — Загл. с экрана
12. Овчинников, В.В. Металловедение сварки алюминиевых сплавов. [Электронный ресурс] / В.В. Овчинников, М.А. Гуреева, В.И. Рязанцев. — Электрон. дан. — М. : МГИУ, 2012. — 281 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/51745> — Загл. с экрана
13. Куркин, С. А. Сварные конструкции: Технология изготовления, механизация, автоматизация и контроль качества в свароч. пр-ве Учеб. для вузов по спец."Оборуд. и технология свароч. пр-ва". - М.: Высшая школа, 1991. - 398 с. Ил
14. Николаев, Г. А. Сварные конструкции: Технология изготовления. Автоматизация пр-ва и проектирование сварных конструкций Учеб. для вузов по спец. "Технология свароч. пр-ва". - М.: Высшая школа, 1983. - 344 с. Ил

15. Автоматизация сварочных процессов Текст учеб. пособие по специальности 15.04.01 "Машиностроение" А. М. Уланов, М. А. Иванов; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Оборудование и технология свароч. пр-ва; ЮУрГУ / Челябинск Издательский Центр ЮУрГУ 2015 / 80 стр., [2] с. Ил

16. Львов, Н. С. Автоматика и автоматизация сварочных процессов Учеб. пособие для вузов по спец."Оборуд. и технология свароч. пр-ва" Н. С. Львов, Э. А. Гладков. - М.: Машиностроение, 1982. - 302 с. ил.

#### Электронная основная литература

Наименование разработки	Наименование ресурса в электронной форме	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
Козловский, С.Н. Введение в сварочные технологии. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2011. — 416 с.	Электронно-библиотечная система издательства "Лань"	Интернет / Авторизованный
Климов, А.С. Роботизированные технологические комплексы и автоматические линии в сварке [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.С. Климов, Н.Е. Машнин. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2017. — 236 с.	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Интернет / Авторизованный
Волчкевич, Л.И. Автоматизация производственных процессов [Электронный ресурс] : учебное пособие / Л.И. Волчкевич. — Электрон. дан. — Москва : Машиностроение, 2007. — 380 с.	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Интернет / Авторизованный
Косов, Н.П. Технологическая оснастка: вопросы и ответы [Электронный ресурс] : учебное пособие / Н.П. Косов, А.Н. Исаев, А.Г. Схиртладзе. — Электрон. дан. — Москва : Машиностроение, 2007. — 304 с.	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Интернет / Авторизованный
Алексеев, Г.В. Математические методы в инженерии. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — СПб. : НИУ ИТМО, 2014. — 68 с.	Электронно-библиотечная система издательства "Лань"	Интернет / Авторизованный
Осташков, В.Н. Практикум по решению инженерных задач математическими	Электронно-библиотечная	Интернет / Авторизованный

методами : учебное пособие. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — М. : Издательство "Лаборатория знаний", 2013. — 200 с.	система издательства "Лань"	
Мышкис, А.Д. Лекции по высшей математике. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2009. — 688 с.	Электронно-библиотечная система издательства "Лань"	Интернет / Авторизованный
Автоматизация сварочных процессов Текст учеб. пособие по специальности 15.04.01 "Машиностроение" А. М. Уланов, М. А. Иванов; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Оборудование и технология свароч. пр-ва; ЮУрГУ / Челябинск Издательский Центр ЮУрГУ 2015 / 80 стр., [2] с. ил. <a href="http://www.lib.susu.ac.ru/ftd?base=SUSU_METHOD&amp;key=000539560">http://www.lib.susu.ac.ru/ftd?base=SUSU_METHOD&amp;key=000539560</a>	Электронный ресурс библиотеки ЮУрГУ	Интернет / Свободный
Климов, А.С. Контактная сварка. Вопросы управления и повышения стабильности качества. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — М. : Физматлит, 2011. — 216 с. <a href="http://e.lanbook.com/book/59613">http://e.lanbook.com/book/59613</a>	Электронно-библиотечная система издательства "Лань"	Интернет / Авторизованный
Гладков, Э.А. Управление технологическими параметрами сварочного оборудования для дуговой сварки. [Электронный ресурс] / Э.А. Гладков, А.В. Малолетков. — Электрон. дан. — М. : МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2007. — 148 с. <a href="http://e.lanbook.com/book/62060">http://e.lanbook.com/book/62060</a>	Электронно-библиотечная система издательства "Лань"	Интернет / Авторизованный

## 6. ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Погодин-Алексеев, Г. И. Теория сварочных процессов [Текст] учеб. пособие для вузов по курсу "Теория сварочных процессов" Г. И. Погодин-Алексеев. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Машгиз, 1950. - 416 с. ил. 1 л. ил.
2. Прохоров, Н. Н. Горячие трещины при сварке [Текст] Н. Н. Прохоров. - М.: Машгиз, 1952. - 220 с. ил.
3. Зайцев, Н. Л. Теоретические основы сварки плавлением [Текст] учеб. пособие по направлению 150700.68 "Машиностроение" Н. Л. Зайцев ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Оборудование и технология свароч. пр-ва ; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательский Центр ЮУрГУ, 2014. - 77, [1] с. ил. электрон. версия
4. Попков, А. М. Руководство к лабораторным работам "Теория сварочных процессов" [Текст] А. М. Попков, В. А. Баутина ; Челяб. политехн. ин-т им. Ленинского комсомола, Каф. Оборудование и технология свароч. пр-ва ;

ЮУрГУ. - Челябинск: ЧПИ, 1972. - 45 с. ил.

5. Попков, А. М. Теория сварочных процессов Метод. указ. по выполнению домашних заданий ЧПИ им Ленинского комсомола; Каф. Технология и оборудование свароч. пр-ва. - Челябинск: ЧПИ, 1990. - 20 с. ил.
6. Попков, А. М. Теория сварочных процессов [Текст] метод. указания по выполнению лаб. работ и домашних заданий А. М. Попков, В. А. Стихин ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Оборудование и технология свароч. пр-ва ; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательство ЮУрГУ, 2007. - 28, [2] с. ил.
7. Зайцев, Н. Л. Прочность сварных конструкций. Специальные главы Текст лекций ЧПИ им. Ленинского комсомола, Каф. Технологии и оборудование свароч. пр-ва. - Челябинск: ЧПИ, 1982. - 55 с.
8. Куркин, С. А. Прочность сварных тонкостенных сосудов, работающих под давлением. - М.: Машиностроение, 1976. - 184 с. ил.
9. ГОСТ 5264-80 "Швы сварных соединений. Ручная электродуговая сварка".
10. ГОСТ 8713-79 "Швы сварных соединений. Автоматическая и полуавтоматическая сварка".
11. ГОСТ 14771-76 "Швы сварных соединений. Электродуговая сварка в защитных газах".
12. ГОСТ 16037-84 "Швы сварных соединений стальных трубопроводов".
13. ГОСТ 15164-80 "Швы сварных соединений. Электрошлаковая сварка".
14. ГОСТ 30482-97 "Сварка сталей электрошлаковая". Требования к технологическому процессу.
15. Козловский, С.Н. Введение в сварочные технологии. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2011. — 416 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/700> — Загл. с экрана
16. Блюменштейн, В.Ю. Проектирование технологической оснастки. [Электронный ресурс] / В.Ю. Блюменштейн, А.А. Клепцов. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2014. — 224 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/628> — Загл. с экрана
17. Демихов, К.Е. Вакуумная техника: справочник. [Электронный ресурс] / К.Е. Демихов, Ю.В. Панфилов, Н.К. Никулин, И.В. Автономова. — Электрон. дан. — М. : Машиностроение, 2009. — 590 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/723> — Загл. с экрана
18. Зубченко, А.С. Марочник сталей и сплавов. [Электронный ресурс] / А.С. Зубченко, М.М. Колосков, Ю.В. Каширский, Ю.И. Астахов. — Электрон. дан. — М. : Машиностроение, 2011. — 784 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/3325> — Загл. с экрана
19. "Автоматическая сварка" междунар. науч.-техн. и произв. журн. Нац. акад. наук Украины, Ин-т электросварки им. Е. О. Патона, Междунар. ассоц. "Сварка" журнал. - Киев, 1948-
20. Автоматизация сварочных процессов Текст учеб. пособие по специальности 15.04.01 "Машиностроение" А. М. Уланов, М. А. Иванов; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Оборудование и технология свароч. пр-ва; ЮУрГУ / Челябинск Издательский Центр ЮУрГУ 2015 / 80 стр., [2] с. ил

Электронная дополнительная литература

Наименование разработки	Наименование ресурса в электронной форме	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
Федосов, С.А. Основы технологии сварки: учебное пособие. [Электронный ресурс] / С.А. Федосов, И.Э. Оськин. — Электрон. дан. — М. : Машиностроение, 2011. — 125 с.	Электронно-библиотечная система издательства "Лань"	Интернет / Авторизованный
Богодухов, С.И. Технологические процессы в машиностроении: учебник для вузов. [Электронный ресурс] / С.И. Богодухов, Е.В. Бондаренко, А.Г. Схиртладзе, Р.М. Сулейманов. — Электрон. дан. — М. : Машиностроение, 2009. — 640 с.	Электронно-библиотечная система издательства "Лань"	Интернет / Авторизованный
Климов, А.С. Основы технологии и построения оборудования для контактной сварки [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.С. Климов, И.В. Смирнов, А.К. Кудинов, Г.Э. Кудинова. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2011. — 336 с.	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Интернет / Авторизованный
Бушуев, В.В. Металлорежущие станки. В двух томах. Том 2 [Электронный ресурс] : учебник / В.В. Бушуев, А.В. Еремин, А.А. Какоило, В.М. Макаров. — Электрон. дан. — Москва : Машиностроение, 2011. — 586 с.	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Интернет / Авторизованный
Петрушко, И.М. Курс высшей математики. Введение в математический анализ. Дифференциальное исчисление. Лекции и практикум. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2009. — 288 с	Электронно-библиотечная система издательства "Лань"	Интернет / Авторизованный
Первозванский, А.А. Курс теории автоматического управления. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2010. — 624 с. <a href="http://e.lanbook.com/book/301">http://e.lanbook.com/book/301</a>	Электронно-библиотечная система издательства "Лань"	Интернет / Авторизованный
Коновалов, Б.И. Теория автоматического управления. [Электронный ресурс] / Б.И. Коновалов, Ю.М. Лебедев. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2010. — 224 с.	Электронно-библиотечная система издательства	Интернет / Авторизованный

<a href="http://e.lanbook.com/book/538">http://e.lanbook.com/book/538</a>	"Лань"	
Петраков, Ю.В. Теория автоматического управления технологическими системами: учебное пособие для студентов вузов. [Электронный ресурс] / Ю.В. Петраков, О.И. Драчев. — Электрон. дан. — М. : Машиностроение, 2009. — 336 с. <a href="http://e.lanbook.com/book/751">http://e.lanbook.com/book/751</a>	Электронно-библиотечная система издательства "Лань"	Интернет / Авторизованный

## 1. ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ И ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ

1. Российская Государственная библиотека URL: <http://www.rsl.ru/>
2. Российская национальная библиотека URL: <http://www.nlr.ru/>
3. Public.ru – публичная интернет-библиотека URL: <http://www.public.ru/>
4. Университетская библиотека «Online»
5. ЭБС «Лань», доступ к бесплатному пакету <http://e.lanbook.com>
6. Научная электронная библиотека eLIBRARY (<http://www.elibrary.ru/>)

## 7. РАЗРАБОТЧИКИ

Зав. кафедрой ОиТСП, к.т.н.

Доцент каф. ОиТСП, к.т.н.

Доцент каф. ОиТСП, к.т.н.

М.А. Иванов

А.К. Тиньгаев

С.Ф. Айметов

## ПРОГРАММА

вступительного испытания в аспирантуру по научной специальности:  
**2.5.10 Гидравлические машины, вакуумная, компрессорная техника,  
гидро- и пневмосистемы**

### 1. ПРОЦЕДУРА ПРОВЕДЕНИЯ ЭКЗАМЕНА

Экзамен проводится в очном формате.

Форма проведения экзамена – письменно (ответы на вопросы выбранного претендентом билета).

Количество вопросов в билете определяется Программой вступительных испытаний по соответствующей научной специальности и равно 2.

Время для подготовки письменных ответов на вопросы – не менее 60 минут. Максимальное время для подготовки 180 минут (точное время указывается экзаменационной комиссией).

Перед началом экзамена вместе с билетом все претенденты получают карточки с указанием ID поступающего.

Ответы на вопросы абитуриенты оформляют на экзаменационных листах с указанием на них индивидуального кода (ID поступающего), без указания Фамилии Имени Отчества.

По истечении времени, обозначенного экзаменационной комиссией на подготовку ответов, претенденты сдают экзаменационные листы на проверку. Карточки ID хранятся у претендентов до объявления результатов экзамена. Члены комиссии озвучивают дату и время оглашения результатов.

При оглашении результатов проверки письменных ответов члены комиссии называют ID поступающего и его результат в баллах. Названный поступающий предъявляет карточку с соответствующим ID поступающего и называет свою Фамилию Имя Отчество для внесения информации в протокол экзамена.

В случае несогласия поступающего с выставленными баллами он вправе пройти собеседование с экзаменационной комиссией. Вопросы, выносимые на собеседование, должны быть в рамках программы вступительных испытаний. Количество вопросов на собеседовании – не более трех.

Вопросы собеседования отражаются в протоколе экзамена.

Баллы за ответы на дополнительные вопросы собеседования отражаются в протоколе экзамена и суммируются с баллами за письменные ответы на вопросы. При этом суммарный балл за общепрофессиональные компетенции (сумма баллов за ответы претендента на вопросы по билету и ответы на дополнительные вопросы) не должен превышать 100 баллов.

Баллы, выставленные за ответы претендента на вопросы по билету и ответы на дополнительные вопросы, обсуждению не подлежат. В случае несогласия

поступающего с выставленными баллами он вправе, согласно п.35 Правил приема, подать апелляцию.

Добавление баллов за каждое индивидуальное достижение производится только при предоставлении комиссии подтверждающих документов.

Сведения об индивидуальных достижениях и подтверждающие их документы должны быть предоставлены комиссии до получения карточки с указанием ID поступающего и экзаменационного билета. Сведения, предоставленные позднее оговоренного срока, не учитываются. Во время подготовки ответов экзаменационная комиссия проверяет предоставленные документы и производит их оценку на основании п.37 Правил приема.

Баллы за индивидуальные достижения засчитываются при условии их соответствия научной специальности программы аспирантуры, на которую поступает абитуриент.

Баллы за индивидуальные достижения заполняются комиссией в листе Индивидуальных достижений и вносятся в протокол экзамена.

Протоколы вступительных экзаменов, экзаменационные листы и листы учета индивидуальных достижений передаются в центральную приемную комиссию для ввода оценок в систему Универсис в день оглашения результатов экзамена.

После ввода баллов протоколы, экзаменационные листы и листы учета индивидуальных достижений передаются в отдел аспирантуры и хранятся в личном деле поступающего.

## **2. СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ**

Раздел 1. Механика жидкости и газа.

Раздел 2. Гидравлическое и пневматическое оборудование и элементы.

Раздел 3. Исследования и испытания гидромашин.

Раздел 4. Гидропривод и гидравлические средства автоматизации.

В состав экзаменационного билета входят 3 вопроса:

1 вопрос из раздела «Механика жидкости и газа»;

2 вопрос из раздела «Гидравлическое и пневматическое оборудование и элементы».



### 3. ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЕ ВОПРОСЫ

#### Раздел 1. МЕХАНИКА ЖИДКОСТИ И ГАЗА

1. Дифференциальные уравнения равновесия жидкости. Вывод, анализ интегрирования для случая абсолютного покоя капельной жидкости в поле силы тяжести.
2. Основные характеристики потока в живом сечении и их анализ.
3. Уравнение энергии и его анализ для одномерного стационарного течения жидкой среды. Механическая форма уравнения энергии.
4. Изменение параметров газового потока в каналах с переменным сечением.
5. Разгон и торможение потока при различных воздействиях. Закон обращения воздействий.
6. Гидравлические сопротивления. Характер задач и классификация. Сила сопротивления и потери удельной механической энергии. Понятие о пограничном слое.
7. Моделирование потоков жидкости и газа. Условия и критерии подобия потоков.
8. Истечение капельных жидкостей через отверстия и насадки. Коэффициенты истечения, формула Торичелли, напор истечения.
9. Кинематические характеристики потока (поля линейной и угловой скорости, ускорения скорости, линейной и угловой деформаций).
10. Дифференциальные уравнения движения идеальной жидкости и их анализ.

#### Раздел 2. ГИДРАВЛИЧЕСКОЕ И ПНЕВМАТИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ И ЭЛЕМЕНТЫ

1. Линейные и дросселирующие гидрораспределители, типы назначения, устройства, принцип действия. Основные схемы подключения в гидравлических системах. Регулировочные и энергетические характеристики.
2. Гидравлические усилители без обратных связей и с ними, конструктивные особенности, принцип действия. Коэффициенты усиления гидроусилителей типа "сопло-заслонка", "струйная трубка".
3. Гидравлические аппараты регулирования давления и потока жидкости, их назначение, устройство, типы, принцип действия. Гидравлические предохранительные и переливные клапаны. Их классификация по принципу действия.
4. Гидравлические распределители потока. Классификация по виду перекрытия. Уравнения статических характеристик дросселирующих

распределителей. Коэффициенты расхода. Гидродинамические силы. Способы управления распределителями. Примеры применения.

5. Гидравлические устройства стабилизации потока жидкости, типы, устройство, принцип действия, область применения, особенности применения.

6. Гидравлические делители и сумматоры потоков объемного и дроссельного типов, устройство, принцип действия, область применения.

7. Электрогидравлические усилители (ЭГУ) мощности. Классификация по основным конструктивным признакам. Назначение. Виды и устройство применяемых в ЭГУ электромеханических преобразователей. Виды обратных связей. Математические модели ЭГУ основных типов (золотникового, с элементом «сопло-заслонка», с элементом «струйная трубка»). Частотные характеристики. Качество переходных процессов в ЭГУ.

8. Пропорциональная гидравлическая техника, ее особенности, разновидности, устройство, принцип работы, область применения.

9. Дроссельное регулирование скорости исполнительных механизмов гидравлического привода: принцип действия, механическая характеристика.

10. Гидравлическим привод с дроссельным регулированием скорости посредством пропорционального распределителя.

11. Фильтрация рабочей жидкости гидравлических приводов.

12. Объемное регулирование скорости исполнительных механизмов гидравлического привода: принцип действия, механическая характеристика

13. Следящие гидроприводы с объемным регулированием. Принципиальная и расчетная схема. Математическая модель. Структурная схема. Динамический расчет.

14. Математическая модель объемного гидропривода с регулируемым насосом, учитывающая реальные и условные утечки. Передаточная функция такой модели и частотные характеристики.

15. Насосные станции: назначение, классификация, состав.

#### 4. КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ ПИСЬМЕННЫХ ОТВЕТОВ ПРЕТЕНДЕНТОВ И ОТВЕТОВ НА ВОПРОСЫ УСТНОГО СОБЕСЕДОВАНИЯ

##### 4.1. КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ ПИСЬМЕННЫХ ОТВЕТОВ ЗА КАЖДЫЙ ВОПРОС

Каждый вопрос оценивается по категориям. Максимальное количество баллов за вопрос составляет 50 баллов и складывается из количества баллов за каждую категорию.

Категория	Критерий
1. Основные понятия и определения	<p>10 баллов – даны определения всех понятий</p> <p>8 баллов - даны определения всех понятий; имеются неточности в определениях</p> <p>6 баллов – даны правильные определения менее половины понятий</p> <p>4 балла – даны определения менее половины понятий; имеются неточности в определениях</p> <p>2 балла – все определения содержат грубые ошибки</p> <p>0 баллов – определения основных понятия отсутствуют</p>
2. Типы, виды объекта	<p>10 баллов – перечислены все типы, виды</p> <p>8 баллов – перечислены все типы, виды; имеются неточности</p> <p>6 баллов – правильно перечислены менее половины типов, видов</p> <p>4 балла – перечислены менее половины типов, видов; имеются неточности</p> <p>2 балла – все перечисленные типы, виды содержат грубые ошибки</p> <p>0 баллов – отсутствуют типы, виды</p>
3. Состав (составные элементы) объекта	<p>10 баллов – перечислены все составные элементы</p> <p>8 баллов – перечислены все составные элементы; имеются неточности</p> <p>6 баллов – правильно перечислены менее половины составные элементы</p> <p>4 балла – перечислены менее половины составные элементы;</p>

	<p>имеются неточности</p> <p>2 балла – все перечисленные составные элементы содержат грубые ошибки</p> <p>0 баллов – отсутствуют составные элементы</p>
<p>4. Схемы, математические выражения и формулы, графическое изображение объекта</p>	<p>10 баллов – представлены все схемы, математические выражения и формулы, графическое изображение</p> <p>8 баллов – представлены все схемы, математические выражения и формулы, графическое изображение; имеются неточности</p> <p>6 баллов – правильно представлено менее половины схем, математических выражений и формул, графических изображений</p> <p>4 балла – представлено менее половины схем, математических выражений и формул, графических изображений; имеются неточности</p> <p>2 балла – все представленные схем, математических выражений и формул, графических изображений содержат грубые ошибки</p> <p>0 баллов – отсутствуют схем, математических выражений и формул, графических изображений</p>
<p>5. Параметры оценки показателей объекта</p>	<p>10 баллов – перечислены все параметры</p> <p>8 баллов – перечислены все параметры; имеются неточности</p> <p>6 баллов – правильно перечислены менее половины параметров</p> <p>4 балла – перечислены менее половины параметров; имеются неточности</p> <p>2 балла – все перечисленные параметры содержат грубые ошибки</p> <p>0 баллов – отсутствуют параметры</p>

#### 4.2 КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ УСТНЫХ ОТВЕТОВ

Общий балл за ответы на вопросы собеседования не должен превышать 15 баллов.

Сумма баллов за ответы по билету и устные ответы на собеседовании не должна превышать 100 баллов.

## 5. ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Попов, Д.Н. Гидромеханика: Учебник для вузов / Д.Н. Попов, С.С. Панаиотти, М.В. Рябинин; под ред. Д.Н. Попова. – М.: Изд-во МГТУ им. Баумана, 2002. – 382 с.

2. Иванов, В.И. Гидравлика. Т.1: Основы механики жидкостей и газов: учебник для вузов по направлению "Конструктор.-технол. обеспечение машиностроит. пр-в": в 2 т. / В.И. Иванов и др. - М.: Академия, 2012. – 186 с.

3. Иванов, В.И. Гидравлика. Т.2: Гидравлические машины и приводы: учебник для вузов по направлению "Конструктор.-технол. обеспечение машиностроит. пр-в": в 2 т. / В.И. Иванов и др. - М.: Академия, 2013. - 200 с.

4. Свешников, В.К. Станочные гидроприводы: Справочник. – М.: Машиностроение, 2008. – 695 с.

5. Целищев, В.А. Гидравлический привод и гидроагрегаты: учебное пособие. – Уфа: УГАТУ, 2008,– 268 с.

### Электронная основная литература

Наименование разработки	Наименование ресурса в электронной форме	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
Моргунов, К. П. Механика жидкости и газа / К. П. Моргунов. — 4-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2023. — 208 с. — ISBN 978-5-507-47902-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/332123">https://e.lanbook.com/book/332123</a> (дата обращения: 14.02.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.	Электронно-библиотечная система издательства "Лань"	Интернет / Авторизованный
Доманский, И. В. Механика жидкости и газа : учебное пособие / И. В. Доманский, В. А. Некрасов. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 140 с. — ISBN 978-5-8114-3158-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/213182">https://e.lanbook.com/book/213182</a> (дата обращения: 14.02.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Интернет / Авторизованный

<p>Лукьяненко, О. В. Гидропривод и гидропневмоавтоматика. Лабораторный практикум : учебное пособие / О. В. Лукьяненко, П. В. Сеница. — Минск : РИПО, 2021. — 76 с. — ISBN 978-985-895-001-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/334043">https://e.lanbook.com/book/334043</a> (дата обращения: 12.02.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.</p>	<p>Электронно-библиотечная система издательства Лань</p>	<p>Интернет / Авторизованный</p>
<p>Борисов, Б. П. Объемные гидромашины : методические указания / Б. П. Борисов. — Москва : МГТУ им. Баумана, 2018. — 240 с. — ISBN 978-5-7038-4765-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/103297">https://e.lanbook.com/book/103297</a> (дата обращения: 14.02.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.</p>	<p>Электронно-библиотечная система издательства Лань</p>	<p>Интернет / Авторизованный</p>
<p>Трифонова, Г. О. Гидропневмопривод: следящие системы приводов : учебное пособие для среднего профессионального образования / Г. О. Трифонова, О. И. Трифонова. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 140 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-13670-8. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <a href="https://urait.ru/bcode/543129">https://urait.ru/bcode/543129</a> (дата обращения: 12.02.2024).</p>	<p>Электронно-библиотечная система издательства "Юрайт"</p>	<p>Интернет / Авторизованный</p>

## 6. ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Фабер, Т.Е. Гидроаэродинамика / Т.Е. Фабер; Пер. с англ. В.В. Коляды; под ред. А.А. Павельева. — М.: Постмаркет. — 2001. — 559 с.
2. Орлов, Ю.М. Объемные гидромашины с золотниковым распределением: Учеб. пособие / Ю.М. Орлов; Пермь: Пермский политехнический институт, 2001, 115 с.: ил.
3. Гиргидов, А.Д. Механика жидкости и газа (гидравлика): учебник для вузов по направлениям / А.Д. Гиргидов. — СПб.: Издательство Политехнического университета, 2007. — 544 с.

4. Башта, Т.М. Гидравлика, гидромашины и гидроприводы: учебник для машиностроительных вузов/Т.М. Башта, С.С. Руднев, Б.Б. Некрасов и др.2-е изд., перераб. – М.: Машиностроение, 1982. – 423 с., ил.

#### Электронная дополнительная литература

Наименование разработки	Наименование ресурса в электронной форме	Доступность (сеть Интернет /локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
<p>Механика жидкости и газа : учебное пособие / Е. Н. Миркина, О. В. Михеева, С. С. Орлова, Т. А. Панкова. — Саратов : Вавиловский университет, 2022. — 85 с. — ISBN 978-5-9999-3572-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/363710">https://e.lanbook.com/book/363710</a> (дата обращения: 14.02.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.</p>	<p>Электронно-библиотечная система издательства "Лань"</p>	<p>Интернет / Авторизованный</p>
<p>Завистовский, С. Э. Гидропривод и гидропневмоавтоматика : учебное пособие / С. Э. Завистовский. — Минск : РИПО, 2020. — 271 с. — ISBN 978-985-7234-87-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/194922">https://e.lanbook.com/book/194922</a> (дата обращения: 12.02.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.</p>	<p>Электронно-библиотечная система издательства "Лань"</p>	<p>Интернет / Авторизованный</p>
<p>Коноплев, Е. Н. Виртуальный лабораторный практикум по напорной гидравлике и гидромашинам : учебное пособие / Е. Н. Коноплев. — Тверь : ТвГТУ, 2020. — 108 с. — ISBN 978-5-7995-1069-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/171306">https://e.lanbook.com/book/171306</a> (дата обращения: 14.02.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.</p>	<p>Электронно-библиотечная система издательства Лань</p>	<p>Интернет / Авторизованный</p>

## 7. ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ И ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ

1. Российская Государственная библиотека URL: <http://www.rsl.ru/>
2. Российская национальная библиотека URL: <http://www.nlr.ru/>
3. Public.ru – публичная интернет-библиотека URL: <http://www.public.ru/>
4. Университетская библиотека «Online»
5. ЭБС «Лань», доступ к бесплатному пакету <http://e.lanbook.com>
6. Научная электронная библиотека eLIBRARY (<http://www.elibrary.ru/>)
7. ЭБС «Юрайт», доступ к бесплатному пакету <https://urait.ru>

## 8. РАЗРАБОТЧИКИ

И.о. зав. кафедрой ГиГПС, к.т.н.



Д.Ф. Хабарова



## ПРОГРАММА

вступительного испытания в аспирантуру по научной специальности:

### *2.5.11 – Наземные транспортно-технологические средства и комплексы*

#### **1. ПРОЦЕДУРА ПРОВЕДЕНИЯ ЭКЗАМЕНА**

Экзамен проводится в очном формате.

Форма проведения экзамена – письменно (ответы на вопросы выбранного претендентом билета).

Количество вопросов в билете определяется Программой вступительных испытаний по соответствующей научной специальности и равно 2.

Время для подготовки письменных ответов на вопросы – не менее 60 минут. Максимальное время для подготовки 180 минут (точное время указывается экзаменационной комиссией).

Перед началом экзамена вместе с билетом все претенденты получают карточки с указанием ID поступающего.

Ответы на вопросы абитуриенты оформляют на экзаменационных листах с указанием на них индивидуального кода (ID поступающего), без указания Фамилии Имени Отчества.

По истечении времени, обозначенного экзаменационной комиссией на подготовку ответов, претенденты сдают экзаменационные листы на проверку. Карточки ID хранятся у претендентов до объявления результатов экзамена. Члены комиссии озвучивают дату и время оглашения результатов.

При оглашении результатов проверки письменных ответов члены комиссии называют ID поступающего и его результат в баллах. Названный поступающий предъявляет карточку с соответствующим ID поступающего и называет свою Фамилию Имя Отчество для внесения информации в протокол экзамена.

В случае несогласия поступающего с выставленными баллами он вправе пройти собеседование с экзаменационной комиссией. Вопросы, выносимые на собеседование, должны быть в рамках программы вступительных испытаний. Количество вопросов на собеседовании – не более трех.

Вопросы собеседования отражаются в протоколе экзамена.

Баллы за ответы на дополнительные вопросы собеседования отражаются в протоколе экзамена и суммируются с баллами за письменные ответы на вопросы. При этом суммарный балл за общепрофессиональные компетенции (сумма баллов за ответы претендента на вопросы по билету и ответы на дополнительные вопросы) не должен превышать 100 баллов.

Баллы, выставленные за ответы претендента на вопросы по билету и ответы на дополнительные вопросы, обсуждению не подлежат. В случае

несогласия поступающего с выставленными баллами он вправе, согласно п.35 Правил приема, подать апелляцию.

Добавление баллов за каждое индивидуальное достижение производится только при предоставлении комиссии подтверждающих документов.

Сведения об индивидуальных достижениях и подтверждающие их документы должны быть предоставлены комиссии до получения карточки с указанием ID поступающего и экзаменационного билета. Сведения, предоставленные позднее оговоренного срока, не учитываются. Во время подготовки ответов экзаменационная комиссия проверяет предоставленные документы и производит их оценку на основании п.37 Правил приема.

Баллы за индивидуальные достижения засчитываются при условии их соответствия научной специальности программы аспирантуры, на которую поступает абитуриент.

Баллы за индивидуальные достижения заполняются комиссией в листе Индивидуальных достижений и вносятся в протокол экзамена.

Протоколы вступительных экзаменов, экзаменационные листы и листы учета индивидуальных достижений передаются в центральную приемную комиссию для ввода оценок в систему Универсис в день оглашения результатов экзамена.

После ввода баллов протоколы, экзаменационные листы и листы учета индивидуальных достижений передаются в отдел аспирантуры и хранятся в личном деле поступающего.

## **2. СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ**

### **Раздел 1. Общие вопросы теории движения.**

Технико-экономические характеристики машины, их оценочные показатели. Этапы развития и роль теории движения в прогнозировании основных свойств проектируемой транспортной машины. Плоское движение эластичного колеса по недеформируемой опорной поверхности. Кинематические и силовые характеристики колеса, сцепление с опорной поверхностью, сопротивление качению. Напряжения и деформации в контакте эластичного колеса с дорогой. Эластичное колесо как передаточный механизм. Кинематика гусеничной цепи. Особенности кинематики звенчатой гусеницы. Коэффициент неравномерности. Демпфирующие факторы. Статика и динамика гусеничного обвода. Статическое натяжение гусеницы. Натяжение от центробежных сил. Полное натяжение гусеницы. Потери в гусеничном движителе. Коэффициент полезного действия гусеничного движителя, влияние предварительного натяжения и скорости движения машины на к.п.д. Движение эластичного колеса по деформируемой опорной

поверхности. Сопротивление движению, сцепление колеса на деформируемой опорной поверхности. Взаимодействие гусеницы с деформируемым основанием. Давление на опорную поверхность и погружение гусеницы. Распределение нормальных давлений под гусеницами. Сцепление гусеницы с грунтом и коэффициент сцепления. Буксование гусеницы. Потери мощности на буксование. Особенности взаимодействия колесного и гусеничного движителей с сыпучими опорными поверхностями и снежным покровом. Силы, действующие на транспортную машину. Движущая сила и силы сопротивления движению. Потери энергии при движении. Уравнение прямолинейного движения машины. Силы тяги: потребная, по сцеплению с грунтом, по двигателю. Тяговая, динамическая и мощностная характеристики. Приемистость машины со ступенчатой и бесступенчатой трансмиссиями. Ускорение, время и путь разгона колесной и гусеничной машины. Оценочные показатели тягово-скоростных свойств. Экспериментальный и расчетный методы определения оценочных показателей. Нормирование показателей. Предельные параметры движения по сцеплению. Влияние тяговой характеристики на среднюю скорость движения и топливную экономичность. Содержание и задачи проектного и проверочного тяговых расчетов. Распределение сил и моментов по колесам при прямолинейном движении многоосных и полноприводных АТС. Циркуляция мощности.

## Раздел 2. Динамические явления в трансмиссии.

Динамические модели торможения. Методы расчета замедления машины и тормозного пути. Понятие об эффективности торможения методы её оценки. Оценочные показатели тормозных свойств. Экспериментальный и расчетный методы определения оценочных показателей. Нормирование показателей. Влияние распределения тормозных сил по колесам на эффективность торможения. Оптимизация распределения тормозных сил. Пути улучшения тормозных свойств. Способы и кинематика поворота машины. Особенности кинематики поворота автомобильных и тракторных поездов, сочлененных машин. Боковой увод при установившемся и неустановившемся движении колеса. Влияющие на него факторы. Качение эластичного колеса по криволинейной траектории. Силы, действующие на колесо при этом. Качение колеса с развалом и схождение. Стабилизирующий момент шины. Уравнения криволинейного движения многоосного АТС. Принцип поворота гусеничной машины. Кинематический фактор механизма поворота. Понятие об устойчивости движения и положении. Силы, действующие на машину в общем случае её криволинейного движения. Критическая скорость кругового движения по боковому скольжению, опрокидывания, сползания, потери курсовой устойчивости. Влияние на критические скорости продольных сил и их распределение по колесам. Влияние бокового крена и параметров подвески. Критические углы косогора по боковому скольжению и опрокидыванию.

Устойчивость на косогоре по скольжению. Допустимый курсовой угол на косогоре. Устойчивость при действии случайных внешних сил. Аэродинамическая устойчивость. Устойчивость при торможении. Понятие управления и управляемости. Транспортная машина, как объект управления и регулирования. Управляемость, как эксплуатационное свойство автотранспортного средства. Оценочные показатели управляемости и их нормирование. Уравнение кругового движения. Поворачиваемость автотранспортного средства и её влияние на управляемость. Переходные процессы. Колебание управляемых лес относительно осей поворота колес (шкворней). Стабилизация управляемых колес. Автоколебания управляемых колес. Понятие плавности хода. Оценочные параметры и нормы. Влияние плавности хода на производительность, топливную экономичность и безопасность движения автотранспортных средств. Характеристика опорной поверхности, как причины возмущающих воздействий. Расчетные уравнения свободных и вынужденных колебаний двухосных и многоосных автотранспортных средств. Парциальные частоты, коэффициенты связи, параметры, характеризующие гашение колебаний. Амплитудно-частотная характеристика. Параметры, определяющие плавность хода гусеничной машины. Понятие о проходимости по твердым, деформируемым, сыпучим грунтам и снегу. Методы оценки проходимости. Оценочные показатели проходимости и их нормирование. Влияние на проходимость различных конструктивных и эксплуатационных факторов. Преодоление препятствий. Профильная проходимость транспортных машин. Опорная проходимость. Движение эластичного колеса по деформируемой опорной поверхности. Сопротивление движению, сцепление колеса на деформируемой опорной поверхности. Взаимодействие гусеницы с деформируемым основанием. Давление на опорную поверхность и погружение гусеницы. Распределение нормальных давлений под гусеницами. Сцепление гусеницы с грунтом и коэффициент сцепления. Буксование гусеницы. Потери мощности на буксование. Особенности взаимодействия колесного и гусеничного движителей с сыпучими опорными поверхностями и снежным покровом. Связь топливной экономичности транспортной машины с энергетической программой страны. Значение улучшения топливной экономичности транспортный машин для народного хозяйства. Оценочные параметры топливной экономичности. Нормы топливной экономичности. Расчетные методы определения оценочных показателей топливной экономичности. Влияние конструктивных и эксплуатационных факторов на топливную экономичность. Пути улучшения топливной экономичности автотранспортных средств и тракторов. Применение альтернативных топлив для уменьшения расхода топлива нефтяного происхождения. Связь топливной экономичности с загрязнением окружающей среды. Назначение и основные требования к трансмиссии. Классификация трансмиссий. Оценка различных типов и схем трансмиссий и их механизмов. Прогрессивные трансмиссии. Основные характеристики гидравлических, электрических и механических бесступенчатых передач. Характер нагружения агрегатов,

узлов и деталей трансмиссий транспортных машин. Внешние и внутренние возмущения. Статистические характеристики внешних возмущений. Кинематический анализ трансмиссий, передаточные числа механизмов и их выбор. Основные и раздаточные коробки передач. Требования, анализ конструкций. Исходные данные для расчета. Общие принципы выбора конструктивных схем. Определение передаточных чисел. Методы расчета основных деталей. Технические требования, обуславливаемые назначением и областями использования машин с учетом этапов их жизненного цикла. Типы нормативных документов, регламентирующих структуру, состав, основные свойства и порядок создания машин разного назначения. Унификация и стандартизация. Основы технико-экономической оценки эффективности. Понятие о качестве и сертификации образцов. Особенности экологического воздействия на окружающую среду. Колесная и гусеничная машина, как часть системы «машина-водитель-внешняя среда». Силовой и мощностной баланс колесного и гусеничного движителя. Влияние основных конструктивных параметров на тягово-экономические показатели работы колесного и гусеничного движителя. Уравнение тягового и мощностного баланса машины. Тягово-скоростные свойства колесной и гусеничной машины. Динамический фактор. Динамическая характеристика и мощностная диаграмма машины. Оценочные показатели управляемости колесной и гусеничной машины. Показатели плавности хода и пути её повышения. Способы поворота колесной и гусеничной машины, показатели оценки поворотливости. Уравнения криволинейного движения, кинематика и динамика процесса поворота. Определение базовых параметров машины, выбор числа осей (опорных катков), удельных показателей и общих компоновочных решений. Расчетные схемы типовых агрегатов, уравнения связи между параметрами агрегатов и их функциональными свойствами. Динамические нагрузки в агрегатах колесных и гусеничных машин и методы их снижения. Виды лабораторных и дорожных испытаний. Принципы и методы форсированных испытаний.

В состав экзаменационного билета входят 3 вопроса:

1 вопрос из раздела «ОБЩИЕ ВОПРОСЫ ТЕОРИИ ДВИЖЕНИЯ»

2 вопрос из раздела «Динамические явления в трансмиссии»

3 вопрос, связанный с предполагаемой темой диссертационного исследования.

### **3. ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЕ ВОПРОСЫ**

1. Техничко-экономические характеристики машины, их оценочные показатели. Этапы развития и роль теории движения в прогнозировании основных свойств проектируемой транспортной машины.

2. Плоское движение эластичного колеса по недеформируемой опорной поверхности. Кинематические и силовые характеристики колеса, сцепление

с опорной поверхностью, сопротивление качению.

3. Напряжения и деформации в контакте эластичного колеса с дорогой. Эластичное колесо как передаточный механизм.

4. Кинематика гусеничной цепи. Особенности кинематики звенчатой гусеницы. Коэффициент неравномерности. Демпфирующие факторы.

5. Статика и динамика гусеничного обвода. Статическое натяжение гусеницы. Натяжение от центробежных сил. Полное натяжение гусеницы.

6. Потери в гусеничном движителе. Коэффициент полезного действия гусеничного движителя, влияние предварительного натяжения и скорости движения машины на к.п.д.

7. Движение эластичного колеса по деформируемой опорной поверхности. Сопротивление движению, сцепление колеса на деформируемой опорной поверхности. Взаимодействие гусеницы с деформируемым основанием. Давление на опорную поверхность и погружение гусеницы. Распределение нормальных давлений под гусеницами. Сцепление гусеницы с грунтом и коэффициент сцепления. Буксование гусеницы. Потери мощности на буксование. Особенности взаимодействия колесного и гусеничного движителей с сыпучими опорными поверхностями и снежным покровом.

8. Силы, действующие на транспортную машину. Движущая сила и силы сопротивления движению. Потери энергии при движении. Уравнение прямолинейного движения машины. Силы тяги: потребная, по сцеплению с грунтом, по двигателю. Тяговая, динамическая и мощностная характеристики. Приемистость машины со ступенчатой и бесступенчатой трансмиссиями. Ускорение, время и путь разгона колесной и гусеничной машины.

9. Оценочные показатели тягово-скоростных свойств. Экспериментальный и расчетный методы определения оценочных показателей. Нормирование показателей. Предельные параметры движения по сцеплению.

10. Влияние тяговой характеристики на среднюю скорость движения и топливную экономичность. Содержание и задачи проектного и проверочного тяговых расчетов.

11. Распределение сил и моментов по колесам при прямолинейном движении многоосных и полноприводных АТС. Циркуляция мощности. Динамические явления в трансмиссии.

12. Динамические модели торможения. Методы расчета замедления машины и тормозного пути. Понятие об эффективности торможения методы её оценки. Оценочные показатели тормозных свойств. Экспериментальный и расчетный методы определения оценочных показателей. Нормирование показателей. Влияние распределения тормозных сил по колесам на эффективность торможения. Оптимизация распределения тормозных сил. Пути улучшения тормозных свойств.

13. Способы и кинематика поворота машины. Особенности кинематики поворота автомобильных и тракторных поездов, сочлененных машин.

Боковой увод при установившемся и неуставившемся движении колеса. Влияющие на него факторы. Качение эластичного колеса по криволинейной траектории. Силы, действующие на колесо при этом. Качение колеса с развалом и схождение. Стабилизирующий момент шины.

14. Уравнения криволинейного движения многоосного АТС.

15. Принцип поворота гусеничной машины. Кинематический фактор механизма поворота.

16. Понятие об устойчивости движения и положении. Силы, действующие на машину в общем случае её криволинейного движения. Критическая скорость кругового движения по боковому скольжению, опрокидывания, сползания, потери курсовой устойчивости. Влияние на критические скорости продольных сил и их распределение по колесам. Влияние бокового крена и параметров подвески. Критические углы косогора по боковому скольжению и опрокидыванию. Устойчивость на косогоре по скольжению. Допустимый курсовой угол на косогоре. Устойчивость при действии случайных внешних сил. Аэродинамическая устойчивость. Устойчивость при торможении.

17. Понятие управления и управляемости. Транспортная машина, как объект управления и регулирования. Управляемость, как эксплуатационное свойство автотранспортного средства. Оценочные показатели управляемости и их нормирование. Уравнение кругового движения. Поворачиваемость автотранспортного средства и её влияние на управляемость. Переходные процессы. Колебание управляемых лес относительно осей поворота колес (шкворней). Стабилизация управляемых колес. Автоколебания управляемых колес.

18. Понятие плавности хода. Оценочные параметры и нормы. Влияние плавности хода на производительность, топливную экономичность и безопасность движения автотранспортных средств. Характеристика опорной поверхности, как причины возмущающих воздействий. Расчетные уравнения свободных и вынужденных колебаний двухосных и многоосных автотранспортных средств. Парциальные частоты, коэффициенты связи, параметры, характеризующие гашение колебаний. Амплитудно-частотная характеристика.

19. Параметры, определяющие плавность хода гусеничной машины.

20. Понятие о проходимости по твердым, деформируемым, сыпучим грунтам и снегу. Методы оценки проходимости. Оценочные показатели проходимости и их нормирование. Влияние на проходимость различных конструктивных и эксплуатационных факторов. Преодоление препятствий. Профильная проходимость транспортных машин. Опорная проходимость.

21. Движение эластичного колеса по деформируемой опорной поверхности. Сопrotивление движению, сцепление колеса на деформируемой опорной поверхности. Взаимодействие гусеницы с деформируемым основанием. Давление на опорную поверхность и погружение гусеницы. Распределение нормальных давлений под гусеницами. Сцепление гусеницы с грунтом и коэффициент сцепления. Буксование гусеницы. Потери мощности на буксование. Особенности

взаимодействия колесного и гусеничного движителей с сыпучими опорными поверхностями и снежным покровом.

22. Связь топливной экономичности транспортной машины с энергетической программой страны. Значение улучшения топливной экономичности транспортных машин для народного хозяйства. Оценочные параметры топливной экономичности. Нормы топливной экономичности. Расчетные методы определения оценочных показателей топливной экономичности. Влияние конструктивных и эксплуатационных факторов на топливную экономичность. Пути улучшения топливной экономичности автотранспортных средств и тракторов. Применение альтернативных топлив для уменьшения расхода топлива нефтяного происхождения. Связь топливной экономичности с загрязнением окружающей среды.

23. Назначение и основные требования к трансмиссии. Классификация трансмиссий. Оценка различных типов и схем трансмиссий и их механизмов. Прогрессивные трансмиссии. Основные характеристики гидравлических, электрических и механических бесступенчатых передач.

24. Характер нагружения агрегатов, узлов и деталей трансмиссий транспортных машин. Внешние и внутренние возмущения. Статистические характеристики внешних возмущений.

25. Кинематический анализ трансмиссий, передаточные числа механизмов и их выбор.

26. Основные и раздаточные коробки передач. Требования, анализ конструкций. Исходные данные для расчета. Общие принципы выбора конструктивных схем. Определение передаточных чисел. Методы расчета основных деталей.

27. Технические требования, обуславливаемые назначением и областями использования машин с учетом этапов их жизненного цикла.

28. Типы нормативных документов, регламентирующих структуру, состав, основные свойства и порядок создания машин разного назначения. Унификация и стандартизация. Основы технико-экономической оценки эффективности. Понятие о качестве и сертификации образцов. Особенности экологического воздействия на окружающую среду.

29. Колесная и гусеничная машина, как часть системы «машина-водитель-внешняя среда». Силовой и мощностной баланс колесного и гусеничного движителя. Влияние основных конструктивных параметров на тягово-экономические показатели работы колесного и гусеничного движителя. Уравнение тягового и мощностного баланса машины. Тягово-скоростные свойства колесной и гусеничной машины. Динамический фактор. Динамическая характеристика и мощностная диаграмма машины. Оценочные показатели управляемости колесной и гусеничной машины.



#### 4. КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ ПИСЬМЕННЫХ ОТВЕТОВ ПРЕТЕНДЕНТОВ И ОТВЕТОВ НА ВОПРОСЫ УСТНОГО СОБЕСЕДОВАНИЯ

##### 4.1. КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ ПИСЬМЕННЫХ ОТВЕТОВ ЗА КАЖДЫЙ ВОПРОС

Каждый вопрос оценивается по категориям. Максимальное количество баллов за вопрос составляет 50 баллов и складывается из количества баллов за каждую категорию.

Категория	Критерий
1. Основные понятия и определения	10 баллов – даны определения всех понятий 8 баллов - даны определения всех понятий; имеются неточности в определениях 6 баллов – даны правильные определения менее половины понятий 4 балла – даны определения менее половины понятий; имеются неточности в определениях 2 балла – все определения содержат грубые ошибки 0 баллов – определения основных понятия отсутствуют
2. Типы, виды объекта	10 баллов – перечислены все типы, виды 8 баллов – перечислены все типы, виды; имеются неточности 6 баллов – правильно перечислены менее половины типов, видов 4 балла – перечислены менее половины типов, видов; имеются неточности 2 балла – все перечисленные типы, виды содержат грубые ошибки 0 баллов – отсутствуют типы, виды
3. Состав (составные элементы) объекта	10 баллов – перечислены все составные элементы 8 баллов – перечислены все составные элементы; имеются неточности 6 баллов – правильно перечислены менее половины составных элементов

	<p>4 балла – перечислены менее половины составные элементы, имеются неточности</p> <p>2 балла – все перечисленные составные элементы содержат грубые ошибки</p> <p>0 баллов – отсутствуют составные элементы</p>
4. Схемы, математические выражения и формулы, графическое изображение объекта	<p>10 баллов – представлены все схемы, математические выражения и формулы, графическое изображение</p> <p>8 баллов – представлены все схемы, математические выражения и формулы, графическое изображение; имеются неточности</p> <p>6 баллов – правильно представлено менее половины схем, математических выражений и формул, графических изображений</p> <p>4 балла – представлено менее половины схем, математических выражений и формул, графических изображений; имеются неточности</p> <p>2 балла – все представленные схем, математических выражений и формул, графических изображений содержат грубые ошибки</p> <p>0 баллов – отсутствуют схем, математических выражений и формул, графических изображений</p>
5. Параметры оценки показателей объекта	<p>10 баллов – перечислены все параметры</p> <p>8 баллов – перечислены все параметры; имеются неточности</p> <p>6 баллов – правильно перечислены менее половины параметров</p> <p>4 балла – перечислены менее половины параметров; имеются неточности</p> <p>2 балла – все перечисленные параметры содержат грубые ошибки</p> <p>0 баллов – отсутствуют параметры</p>

#### 4.2 КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ УСТНЫХ ОТВЕТОВ

Общий балл за ответы на вопросы собеседования не должен превышать 15 баллов.

Сумма баллов за ответы по билету и устные ответы на собеседовании не должна превышать 100 баллов.

## 5. ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Агейкин Я.С. Специальные главы теории автомобиля [Текст]: учеб. пособие по специальности «Автомобиле- и тракторостроение» / Я.С. Агейкин; Моск. гос. индустриал. ун-т. – М.: МГИУ, 2008. – 147 с.
2. Агейкин Я.С. Теория автомобиля [Текст]: учеб. пособие по специальности «Автомобиле- и тракторостроение» / Я.С. Агейкин, Н.С. Вольская; Моск. гос. индустр. ун-т. – М.: МГИУ, 2008. – 318 с.
3. Антонов Д.А. Теория устойчивости движения многоосных автомобилей. – М.: Машиностроение, 1978. – 216 с.
4. Аэродинамика автомобиля / под ред. В.Г. Гухо. – М.: Машиностроение, 1987. – 422 с.
5. Проектирование полноприводных колесных машин Т. 1: учеб. для вузов: в 2 т. / Б. А. Афанасьев, Н. Ф. Бочаров, Л. Ф. Жеглов и др.; под общ. ред. А.А. Полунгяна. – М.: Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана, 1999. – 486 с.
6. Конструирование и расчет колесных машин высокой проходимости: Расчет агрегатов и систем: учебник для студентов машиностроит. спец. вузов / Н.Ф. Бочаров, Л.Ф. Жеглов, В.Н. Зузов и др.; под общ. ред. Н.Ф. Бочарова, Л.Ф. Жеглова. – М.: Машиностроение, 1994. – 402 с.
7. Автомобильный справочник / Б.С. Васильев, М.С. Высоцкий, К.Л. Гаврилов и др.; под общ. ред. В.М. Приходько. – М.: Машиностроение, 2004. – 704 с.
8. Высоцкий, М.С. Грузовые автомобили: Проектирование и основы конструирования / М.С. Высоцкий, Л.Х. Гилелес, С.Г. Херсонский. – М.: Машиностроение, 1995. – 256 с.
9. Забавников Н.А. Основы теории транспортных гусеничных машин. М.: Машиностроение, 1975. – 448 с.
10. Кнороз В.И. Тракторы и автомобили: учеб. для с.-х. и мелиор. техникумов по спец. «Механизация гидромелиор. работ». – М.: Колос, 1992. – 512 с.
11. Литвинов А.С. и др. Автомобиль: Теория эксплуатационных свойств: учебник для вузов по специальности «Автомобили и автомобил. хоз-во» / А.С. Литвинов, Я.Е. Фаробин. – М.: Машиностроение, 1989. – 240 с.: ил.
12. Мацкерле Ю. Современный экономичный автомобиль / пер. с чешского. – М.: Машиностроение, 1987. – 320 с.
13. Пирковский Ю.В. Теория движения полноприводного автомобиля: прикладные вопросы оптимизации конструкции шасси [Текст]: учеб. пособие для вузов по специальности «Автомобили и тракторы» / Ю.В. Пирковский, С.Б. Шухман. – М.: ЮНИТИ-ДАНА: Элит-2000, 2001. – 230 с.: ил.
14. Многоцелевые гусеничные шасси / В.Ф. Платонов, В.С. Кожевников и

др. М.: Машиностроение, 1996.

15. Проектирование полноприводных колесных машин [Текст]: Т. 3 / Б.А. Афанасьев и др.: учеб. для втузов по специальностям «Автомобиле- и тракторостроение». «Многоцелевые гусенич. и колес. Машины» направления «Трасп. машины и трансп.-технол. Комплексы»: в 3 т. – М.: Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2008. – 431 с.

## 6. ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Проектирование полноприводных колесных машин [Текст] Т. 2 / Б.А. Афанасьев и др.: учеб. для втузов по специальностям «Автомобиле- и тракторостроение». «Многоцелевые гусенич. и колес. Машины» направления «Трасп. машины и трансп.-технол. Комплексы»: в 3 т. – М.: Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2008. – 527 с.

2. Проектирование полноприводных колесных машин [Текст] Т. 1 / Б.А. Афанасьев и др.: учеб. для втузов по специальностям «Автомобиле- и тракторостроение». «Многоцелевые гусенич. и колес. Машины» направления «Трасп. Машины и трансп.-технол. комплексы: в 3 т. / под ред. А. А.. М.: Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана , 2008. – 495 с.

3. Родионов В.Ф., Фиттерман Б.М. Проектирование легковых автомобилей. М.: Машиностроение, 1980. – 479 с.

4. Смирнов Г.А. Теория движения колесных машин. М.: Машиностроение, 1990. – 352 с.

5. Энциклопедия машиностроения. Т. IV-15. Колесные и гусеничные машины. М.: Машиностроение, 1995.

6. Кравец В.Н. Теория автомобиля: учебник / В.Н. Кравец; Нижегород. гос. техн. ун-т – 2-е изд., переработ. Нижний Новгород, 2013. – 413 с.

## 7. ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ И ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ

Не предусмотрено.

## 8. РАЗРАБОТЧИКИ

Разработчик профессор кафедры КГМ д.т.н.  Кондаков С.В.

## ПРОГРАММА

вступительного испытания в аспирантуру по научной специальности:  
**2.5.13 – Проектирование, конструкция, производство, испытания и эксплуатация летательных аппаратов**

### 1. ПРОЦЕДУРА ПРОВЕДЕНИЯ ЭКЗАМЕНА

Экзамен проводится в очном формате.

Форма проведения экзамена – письменно (ответы на вопросы выбранного претендентом билета).

Количество вопросов в билете определяется Программой вступительных испытаний по соответствующей научной специальности и равно 2. 1 вопрос – вопрос из общей части. 2 вопрос – вопрос из специальной части.

Время для подготовки письменных ответов на вопросы – не менее 60 минут. Максимальное время для подготовки 180 минут (точное время указывается экзаменационной комиссией).

Перед началом экзамена вместе с билетом все претенденты получают карточки с указанием ID поступающего.

Ответы на вопросы абитуриенты оформляют на экзаменационных листах с указанием на них индивидуального кода (ID поступающего), без указания Фамилии Имени Отчества.

По истечении времени, обозначенного экзаменационной комиссией на подготовку ответов, претенденты сдают экзаменационные листы на проверку. Карточки ID хранятся у претендентов до объявления результатов экзамена. Члены комиссии озвучивают дату и время оглашения результатов.

При оглашении результатов проверки письменных ответов члены комиссии называют ID поступающего и его результат в баллах. Названный поступающий предъявляет карточку с соответствующим ID поступающего и называет свою Фамилию Имя Отчество для внесения информации в протокол экзамена.

В случае несогласия поступающего с выставленными баллами он вправе пройти собеседование с экзаменационной комиссией. Вопросы, выносимые на собеседование, должны быть в рамках программы вступительных испытаний. Количество вопросов на собеседовании – не более трех.

Вопросы собеседования отражаются в протоколе экзамена.

Баллы за ответы на дополнительные вопросы собеседования отражаются в протоколе экзамена и суммируются с баллами за письменные ответы на вопросы. При этом суммарный балл за общепрофессиональные компетенции (сумма баллов за ответы претендента на вопросы по билету и ответы на дополнительные вопросы) не должен превышать 100 баллов.

Баллы, выставленные за ответы претендента на вопросы по билету и ответы на дополнительные вопросы, обсуждению не подлежат. В случае несогласия

поступающего с выставленными баллами он вправе, согласно п. 35 Правил приема, подать апелляцию.

Добавление баллов за каждое индивидуальное достижение производится только при предоставлении комиссии подтверждающих документов.

Сведения об индивидуальных достижениях и подтверждающие их документы должны быть предоставлены комиссии до получения карточки с указанием ID поступающего и экзаменационного билета. Сведения, предоставленные позднее оговоренного срока, не учитываются. Во время подготовки ответов экзаменационная комиссия проверяет предоставленные документы и производит их оценку на основании п.37 Правил приема.

Баллы за индивидуальные достижения засчитываются при условии их соответствия научной специальности программы аспирантуры, на которую поступает абитуриент.

Баллы за индивидуальные достижения заполняются комиссией в листе Индивидуальных достижений и вносятся в протокол экзамена.

Протоколы вступительных экзаменов, экзаменационные листы и листы учета индивидуальных достижений передаются в центральную приемную комиссию для ввода оценок в систему Универис в день оглашения результатов экзамена.

После ввода баллов протоколы, экзаменационные листы и листы учета индивидуальных достижений передаются в отдел аспирантуры и хранятся в личном деле поступающего.

## 2. СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ

### Раздел 1. Общая часть

Теоретическая механика. Кинематика материальной точки и поступательного движения твердого тела. Параметры движения, законы, графики и система отсчета. Кинематика вращательного движения твердого тела. Параметры, законы движения, графики. Основные понятия динамики материальной точки. Законы Ньютона. Закон сохранения импульса. Инерциальные системы отсчета. Принцип относительности Галилея. Границы применимости законов классической механики. Основные понятия динамики вращательного движения твердого тела. Закон динамики вращательного движения твердого тела. Закон сохранения момента импульса. Кинетическая энергия вращательного движения твердого тела. Работа сил. Мощность. Консервативные и неконсервативные силы. Потенциальная и кинетическая энергии. Закон сохранения энергии в консервативной и неконсервативной системах. Понятие о колебательном движении. Свободные и вынужденные колебания, уравнение колебаний. Коэффициент затухания, логарифмический

декремент затухания. Резонанс.

Термодинамика. Параметры состояния. Координата состояния. Уравнения состояния. Теплоёмкость. Термодинамическая система. Теплота, внутренняя энергия, энтальпия, работа. Начала термодинамики (первое, второе, третье). Термодинамические процессы. Тепловая машина, цикл Карно, КПД. Интеграл Клаузиуса, энтропия. Диаграммы состояния. Расчёт изменения теплоты, работы, внутренней энергии, энтальпии, энтропии в термодинамических процессах. Циклы двигателей внутреннего сгорания. Циклы газотурбинных установок. Регенерация. Тепловые паросиловые циклы. Обратные термодинамические циклы. Циклы газовой и парокомпрессионной холодильной машины.

Теплопередача. Механизмы переноса тепла. Теплопроводность, конвекция, тепловое излучение. Закон Фурье. Дифференциальное уравнение теплопроводности. Условия однозначности. Свободная и вынужденная конвекция. Пограничный слой. Уравнения конвективного теплообмена. Формула Ньютона. Критерии подобия конвективного теплообмена. Условия подобия физических процессов. Тепловое излучение. Виды лучистых потоков. Законы теплового излучения (Планка, Вина, Стефана-Больцмана, Кирхгофа, Ламберта). Тепловое излучение газов и паров. Лучистый теплообмен в поглощающей среде. Стационарная теплопроводность бесконечной пластины, цилиндра, стержня. Нестационарная теплопроводность бесконечной пластины. Конвективный теплообмен при продольном вынужденном обтекании пластины. Конвективный теплообмен при течении в трубах, при поперечном обтекании пучков труб. Теплообмен при кипении и конденсации. Лучистый теплообмен в системе плоско-параллельных тел. Лучистый теплообмен тела с оболочкой. Теплообмен излучением между телами, произвольно расположенными в пространстве

Аэрогазодинамика. Классификация и предмет изучения дисциплин механики жидкости и газа: гидравлика, газовая динамика, аэродинамика. Понятие жидкой сплошной среды. Параметры жидкой сплошной среды: плотность, давление, температура. Уравнение состояния жидкой сплошной среды. Коэффициенты сжимаемости и расширения. Понятие и определение вязкости. Динамическая и объёмная вязкость. Связь вязкости с давлением и температурой. Описание движения ЖСС: метод Эйлера и Лагранжа. Поле скорости в ЖСС. Тензор скоростей деформации. Поле ускорений. Тензор конвективного ускорения. Поверхностные силы. Тензор напряжений поверхностных сил. Обобщённая гипотеза вязкого взаимодействия. Уравнение неразрывности. Уравнение количества движения в жидкой сплошной среде. Уравнение Навье-Стокса. Уравнение движения в форме Громеки-Ламба. Уравнение энергии. Уравнение переноса в ЖСС. Уравнение неразрывности и количества движения для стационарного установившегося потока. Теория

подобия и П-теорема. Основные гипотезы о турбулентных напряжениях. Пограничный слой. Законы распределения скорости в слое. Уравнение Бернулли для одномерного потока вязкой несжимаемой жидкости. Гидравлические потери. Гидравлический расчет трубопроводов и технических систем. Гидростатика. Уравнение сохранения для сжимаемых сплошных сред. Уравнение теплосодержания в газовом потоке. Обобщенный интеграл Бернулли для сжимаемой среды. Газодинамические функции. Дозвуковые и сверхзвуковые течения газа.

Численные методы. Математические модели и численные методы. Аппроксимация функций. Среднеквадратичное приближение. Численное интегрирование. Системы линейных уравнений. Нелинейное уравнение с одним неизвестным. Системы нелинейных уравнений. Обыкновенные дифференциальные уравнения. Оптимизация. Линейное программирование. Нелинейное программирование. Линейная интерполяция. Интерполяционный многочлен Ньютона. Метод наименьших квадратов. Методы прямоугольников, трапеций, Симпсона, Гаусса. Метод исключения Гаусса. Дихотомия, метод простой итерации. Метод Ньютона. Метод спуска. Метод Эйлера. Методы Рунге-Кутты. Многошаговые методы. Симплекс-метод линейного программирования. Поиск минимума функции одного переменного. Минимум функции многих переменных.

## Раздел 2. Специальная часть

Проектирование летательных аппаратов (ЛА). Общие сведения о проектировании ЛА. Компоновочные и конструктивно-силовые схемы ЛА. Теоретические основы проектирования ЛА. Определение основных проектных параметров ЛА по заданным летно-техническим характеристикам. Баллистическое проектирование ЛА. Проектирование многоразовых космических летательных аппаратов.

Конструкция ЛА. Управляемая баллистическая ракета (УБР). Конечная скорость. Системы подачи топлива. Двигательная установка. Система управления (СУ). Параметры управления. Устройство отсеков Особенности ракет с РДТТ. Факторы, которые необходимо учитывать при принятии инженерных решений. Новое изделие и цикл его жизни. Этапы проектирования. Принципы рационального проектирования. конструкций минимальной массы.

Строительная механика и прочность ЛА. Расчетные случаи норм прочности. Понятие расчетной нагрузки. Расчетный объект и его расчетная схема. Стержневая расчётная схема ЛА Теория тонкостенных пластин и оболочек. Основные допущения. Плоский изгиб и устойчивость кольца тонкостенного сечения. (шпангоута). Устойчивость оболочек.



Аэрогидрогазодинамика и теория полёта. Свойства жидкостей и газов. Ударные волны и волны разрежения. Обтекание тел. Аэродинамические силы и коэффициенты. АДК профиля крыла и корпуса ЛА. Индуктивное сопротивление. Дифференциальные уравнения движения ЛА. Устойчивость движения ЛА. Системы наведения и регулирования

Проектирование стартовых и технических комплексов ракет и космических аппаратов. Состав ракетного комплекса. Общие сведения о проектировании стартовых комплексов. Теоретические основы проектирования стартовых комплексов. Расчетные схемы пусковых установок вертикального и наклонного старта, транспортно-установочных агрегатов, приводов наведения. Заправка изделий.

Испытание летальных аппаратов и их систем. Основные принципы отработки двигательных установок. Испытания и отработка ЛА, ЖРДУ, РДТТ. Методы обеспечения надежности при испытаниях. Измерения основных параметров ЛА и ДУ. Обработка результатов испытаний. Особенности отработки и обеспечения надежности ЛА и двигательных установок баллистических ракет наземного и морского базирования.

Автоматика и регулирование ЛА и их систем.

Основные принципы автоматического регулирования и управления. Математическое описание процессов регулирования и управления. Типовые воздействия на системы регулирования. Устойчивость систем автоматического регулирования. Качество регулирования. Статические характеристики. Динамические характеристики. Автоматика ракетных двигательных установок.

### 3. ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЕ ВОПРОСЫ

Экзаменационные вопросы к разделу 1. Общая часть.

1. Кинематика материальной точки и поступательного движения твердого тела. Параметры движения, законы, графики и система отсчета.

2. Кинематика вращательного движения твердого тела. Параметры, законы движения, графики.

3. Основные понятия динамики материальной точки. Законы Ньютона. Закон сохранения импульса. Инерциальные системы отсчета. Принцип относительности Галилея. Границы применимости законов классической механики.

4. Основные понятия динамики вращательного движения твердого тела. Закон динамики вращательного движения твердого тела. Закон сохранения момента импульса. Кинетическая энергия вращательного движения твердого тела.

5. Работа сил. Мощность. Консервативные и неконсервативные силы. Потенциальная и кинетическая энергии. Закон сохранения энергии в консервативной и неконсервативной системах.

6. Понятие о колебательном движении. Свободные и вынужденные колебания, уравнение колебаний. Коэффициент затухания, логарифмический декремент затухания. Резонанс.

7. Первый закон термодинамики для открытой системы. Энтальпия.

8. Цикл Карно. Интеграл Клаузиуса, энтропия.

9. Политропный процесс. Расчёт изменения теплоты, работы, внутренней энергии, энтальпии, энтропии.

10. Обратные термодинамические циклы. Цикл газовой холодильной машины.

11. Стационарная теплопроводность бесконечной пластины.

12. Стационарная теплопроводность бесконечного цилиндра.

13. Конвективный теплообмен при течении в трубах.

14. Конвективный теплообмен при кипении.

15. Лучистый теплообмен тела с оболочкой/

16. Метод наименьших квадратов.

17. Методы решения нелинейного уравнения с одним неизвестным.

18. Методы решения систем нелинейных уравнений.

19. Методы решения обыкновенного дифференциального уравнения.

20. Метод поиска минимума функции одного переменного.

21. Понятие жидкой сплошной среды. Параметры жидкой сплошной среды: плотность, давление, температура. Уравнение состояния жидкой сплошной среды. Коэффициенты сжимаемости и расширения.

22. Понятие и определение вязкости. Динамическая и объемная вязкость. Связь вязкости с давлением и температурой.

23. Описание движения жидкой сплошной среды: метод Эйлера и Лагранжа. Поле скорости в жидкой сплошной среде. Тензор скоростей деформации. Поле ускорений. Тензор конвективного ускорения. Поверхностные силы. Тензор напряжений поверхностных сил.

24. Уравнение неразрывности, количества движения и энергии в жидкой сплошной среде. Уравнение Навье-Стокса. Уравнение движения в форме Громеки-Ламба.

25. Уравнение неразрывности и количества движения для стационарного установившегося потока.

26. Обобщенная краевая задача. Коэффициенты подобия. Обобщенные переменные. Метод размерностей. П-теорема.

27. Осреднение по Рейнольдсу. Основные гипотезы о турбулентных

напряжениях. Гипотезы Буссинеска и Прандтля.

28. Пограничный слой. Законы распределения скорости в слое.

29. Уравнение Бернулли для одномерного потока вязкой несжимаемой жидкости. Гидравлические потери. Гидравлический расчет трубопроводов и технических систем. Гидростатика.

30. Уравнение сохранения и теплосодержания для сжимаемых сплошных сред. Обобщенный интеграл Бернулли для сжимаемой среды.

31. Газодинамические функции.

32. Скачки уплотнения.

33. Дозвуковые и сверхзвуковые течения газа.

Экзаменационные вопросы к разделу 2. Специальная часть.

1. Постановка задачи проектирования. Основные требования к разработке ЛА. Основные проектные параметры ЛА. Состав ракетного комплекса.

2. Компоновочные схемы ЛА. Конструктивно-силовые схемы ЛА. Системный подход и основы проектирования ЛА. Характеристики баллистических ракет и ракет-носителей.

3. Задачи баллистического проектирования ЛА. Логическая модель решения прямой задачи баллистического проектирования. Выбор проектных параметров. Баллистический расчет, зависимости параметров траектории от дальности полета.

4. Расчетные случаи норм прочности (на примере самолета, вертолета, ракеты). Понятие расчетной нагрузки. Причины назначения коэффициента безопасности. Расчетный объект и его расчетная схема.

5. Теория пластин. Расчетная схема пластин. Основные допущения и гипотезы – формулировка.

6. Плоский изгиб кольца (шпангоута). Внутренние силовые факторы в поперечном сечении кольца при плоском изгибе.

7. Устойчивость кольца (общая и местная).

8. Теория оболочек. Уравнения равновесия безмоментной оболочки (расчет ампулизированного бака при транспортировке). Условия существования безмоментного напряженного состояния.

9. Управляемая баллистическая ракета (УБР). Конечная скорость – цель всех усилий при создании УБР. Идеальная скорость по Циолковскому К.Э. Пути достижения высоких скоростей.

10. Достоинства и недостатки известных систем подач топлива. Удельная тяга двигательной установки (ДУ). Идея ДУ замкнутой системы. Преимущества и недостатки ДУ замкнутой системы.

11. Система управления (СУ). Программная траектория. Возмущающие факторы. Параметры управления. Задачи СУ и ее состав.

12. Устройство топливного бака (перечислить все элементы с учетом нагружения, сборки и особенностей эксплуатации). Системы, обеспечивающие функционирование топливного отсека: заправка-слив, наддув, система перелива, система опорожнения баков (СОБ).

13. Особенности устройства УБР с ракетным двигателем на твердом топливе (РДТТ). Достоинства и недостатки ЖРД и РДТТ.

14. Факторы, которые необходимо учитывать при принятии инженерных решений. Новое изделие и цикл его жизни. Этапы проектирования. Принципы рационального проектирования.

15. Основные свойства жидкостей и газов: сплошности, вязкости, сжимаемости, диссоциации и ионизации.

16. Объемные, поверхностные силы; аэродинамические силы, моменты и их коэффициенты.

17. Обтекание плоских тел. АДК профиля крыла. Индуктивное сопротивление.

18. Силы и моменты, действующие на ЛА в полете (тяжести; Кориолиса; Архимеда; аэродинамические; реактивная; управляющие; демпфирующие; в нестационарном движении).

19. Дифференциальные уравнения движения в поточной и связанной системах координат.

20. Критерии устойчивости движения ЛА (алгебраические и численные).

21. Системы наведения и регулирования: автономные, самонаведения, телеуправления, командные.

22. Принципы автоматического регулирования и управления. Основные задачи.

23. Система регулирования. Обратная связь. Замкнутые и разомкнутые системы. Классификация систем автоматического регулирования. Связь регулирующего воздействия и сигнала рассогласования.

24. Математическое описание САР. Линеаризация систем уравнений. Передаточная функция САР. Динамическое звено. Типовые соединения динамических звеньев. Структурные схемы САР. Передаточные функции разомкнутой и замкнутой цепи САР.

25. Временные и частотные характеристики.

26. Устойчивость линейных стационарных систем. Критерий устойчивости: Рауса-Гурвица, Михайлова, Найквиста.

27. Метод D-разбиения.

28. Оценки качества переходной характеристики. Точность и чувствительность САР.

29. Методики определения динамической нагруженности элементов стартовых комплексов. Автоматизированное проектирование элементов и узлов стартовых комплексов с помощью параметрической оптимизации.

30. Способы заправки изделий: насосная, вытеснительная. Анализ точности заправки. Гидравлические схемы заправки. Математические модели гидравлических процессов.

31. Транспортно-установочное оборудование. Виды транспортировки. Математическое моделирование динамических процессов системы «транспортное оборудование – изделие».

32. Приводы машин стартовых технических комплексов (СТК). Способы регулирования скоростями наведения в приводах. Электромеханические и гидравлические схемы. Математические модели приводов.

33. Надежность ЛА и ДУ. Критерии и показатели. Структура отдела надежности. Методы обеспечения надежности при ОКР, изготовлении и серийном производстве.

34. Виды испытаний ЛА и ДУ при ОКР и серийном производстве. Ускоренные и утяжеленные и испытания, специальные виды испытаний.

35. Планирование эксперимента. Моделирование испытаний. Оценка надежности по результатам испытаний.

36. Холодные испытания. Огневые стендовые испытания. Наземные и летные испытания. Научно-исследовательские испытания.

37. Устройства для испытания высотных двигателей в наземных условиях. Стапельное оборудование.

39. Основные метрологические характеристики средств измерений. Погрешности средств измерения. Средства измерения давления, температуры, расходов, тепловых потоков, тяги, напряжений конструкции ракетных двигателей и ЛА.

#### **4. КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ ПИСЬМЕННЫХ ОТВЕТОВ ПРЕТЕНДЕНТОВ И ОТВЕТОВ НА ВОПРОСЫ УСТНОГО СОБЕСЕДОВАНИЯ**

##### **4.1. КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ ПИСЬМЕННЫХ ОТВЕТОВ ЗА КАЖДЫЙ ВОПРОС**

Каждый вопрос оценивается по категориям. Максимальное количество баллов за вопрос составляет 50 баллов и складывается из количества баллов за каждую категорию.

Категория	Критерий
1. Основные понятия и определения	<p>10 баллов – даны определения всех понятий</p> <p>8 баллов - даны определения всех понятий; имеются неточности в определениях</p> <p>6 баллов – даны правильные определения менее половины понятий</p> <p>4 балла – даны определения менее половины понятий; имеются неточности в определениях</p> <p>2 балла – все определения содержат грубые ошибки</p> <p>0 баллов – определения основных понятия отсутствуют</p>
2. Типы, виды объекта	<p>10 баллов – перечислены все типы, виды</p> <p>8 баллов – перечислены все типы, виды; имеются неточности</p> <p>6 баллов – правильно перечислены менее половины типов, видов</p> <p>4 балла – перечислены менее половины типов, видов; имеются неточности</p> <p>2 балла – все перечисленные типы, виды содержат грубые ошибки</p> <p>0 баллов – отсутствуют типы, виды</p>
3. Состав (составные элементы) объекта	<p>10 баллов – перечислены все составные элементы</p> <p>8 баллов – перечислены все составные элементы; имеются неточности</p> <p>6 баллов – правильно перечислены менее половины составные элементы</p> <p>4 балла – перечислены менее половины составные элементы; имеются неточности</p> <p>2 балла – все перечисленные составные элементы содержат грубые ошибки</p> <p>0 баллов – отсутствуют составные элементы</p>
4. Схемы, математические выражения и	<p>10 баллов – представлены все схемы, математические выражения и формулы, графическое изображение</p> <p>8 баллов – представлены все схемы, математические</p>

<p>формулы, графическое изображение объекта</p>	<p>выражения и формулы, графическое изображение; имеются неточности</p> <p>6 баллов – правильно представлено менее половины схем, математических выражений и формул, графических изображений</p> <p>4 балла – представлено менее половины схем, математических выражений и формул, графических изображений; имеются неточности</p> <p>2 балла – все представленные схем, математических выражений и формул, графических изображений содержат грубые ошибки</p> <p>0 баллов – отсутствуют схем, математических выражений и формул, графических изображений</p>
<p>5. Параметры оценки показателей объекта</p>	<p>10 баллов – перечислены все параметры</p> <p>8 баллов – перечислены все параметры; имеются неточности</p> <p>6 баллов – правильно перечислены менее половины параметров</p> <p>4 балла – перечислены менее половины параметров; имеются неточности</p> <p>2 балла – все перечисленные параметры содержат грубые ошибки</p> <p>0 баллов – отсутствуют параметры</p>

#### 4.2 КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ УСТНЫХ ОТВЕТОВ

Общий балл за ответы на вопросы собеседования не должен превышать 15 баллов.

Сумма баллов за ответы по билету и устные ответы на собеседовании не должна превышать 100 баллов.

#### 5. ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Теплотехника: учебник для техн. специальностей вузов / В. Н. Луканин, М. Г. Шатров, Г. М. Камфер и др.; под ред. В. Н. Луканина. М. : Высшая школа, 2006.– 671с.
2. Исаев, С.И. Термодинамика: Учеб. для машиностр. спец-тейтехн. ун-тов и вузов/ С.И. Исаев. М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2000.– 412 с.

3. Техническая термодинамика и теплотехника [Текст] : учебное пособие для вузов / Л. Т. Бахшиева и др.; под ред. А. А. Захаровой. М.: Академия , 2006.– 271 с.
4. Кудинов, В. А. Техническая термодинамика : Учеб. пособие для вузов / В. А. Кудинов, Э. М. Карташов. М. : Высшая школа , 2005.– 260 с.
5. Кириллин, В.А. Техническая термодинамика / В.А. Кириллин, В.В. Сычѳв, А.Е. Шейндлин. М.: Энергоатомиздат, 1983.–416 с.
6. Крутов, В.И. Техническая термодинамика / В.И. Крутов, С.И. Исаев и др. М.: Высшая школа, 1991.–384 с.
7. Теплоэнергетика и теплотехника: Промышленная теплоэнергетика и теплотехника / Б. Г. Борисов и др. : справочник : в 4 кн. / Б. Г. Борисов и др.; под общ. ред. А. В. Клименко, В. М. Зорина, М. : Издательский дом МЭИ , 2007– 630 с.
8. Цветков, Ф. Ф. Теплообмен : Учеб. пособие для вузов по энергет. специальностям / Ф. Ф. Цветков, Б. А. Григорьев, М. : Издательство МЭИ , 2005.– 548 с.
9. Исаченко, В.П. Теплопередача /В.П. Исаченко, В.А. Осипова, А.С. Сукомел, М.: Энергия, 1986.–424 с.
10. В.М. Вержбицкий, В.М. Численные методы. Учебное пособие для вузов / В.М. Вержбицкий.– М.: ООО «Издательский дом ОНИКС 21 век», 2004. – 400с.
11. Амосов, А.А. Вычислительные методы для инженеров: учебное пособие / А.А. Амосов, Ю.А. Дубинский, Н.В. Копченова. – М.: Изд-во МЭИ, 2003.
12. Швыдкий, В.С. Математические методы теплофизики / В.С. Швыдкий, М.Г. Ладыгичев. – М., 2005.
13. А.А. Самарский, А.В. Гулин Численные методы. М.: Наука, 1989. – 480с
14. Воробьева, Г.Н. Практикум по вычислительной математике / Г.Н. Воробьева, А.Н. Данилова.– М.: Высшая школа, 1990. – 280с.
15. Калиткин, Н.Н. Численные методы /Н.Н. Калиткин .– М.: Наука, 1978. – 479с.
16. Бахвалов, Н.С. Численные методы / Н.С. Бахвалов М.: Наука, 1987. – 591с
17. Боглаев, Ю.П. Вычислительная математика и программирование / Ю.П. Боглаев.–М.: Высшая школа, 1990. – 544с.
18. Форсайт, Дж. Машинные методы математических вычислений / Дж. Форсайт.– М.: Мир, 1980 . – 280с.
19. Лойцянский Л.Г. Механика жидкости и газов: Учеб. для вузов – М.: Дрофа, 2003. – 840 с.



20. Попов, Д. Н. Гидромеханика : Учеб. для вузов по специальности "Гидравлическая, вакуумная и компрессорная техника" / Д. Н. Попов, С.С. Панайотти, М. В. Рябинин - М.: Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2002 – 382 с.

Электронная основная литература

Наименование разработки	Наименование ресурса в электронной форме	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
Абрамов, И.П. Ракетно-космическая техника. Т. IV+22, В 2 кн. Кн. 2. Часть I. [Электронный ресурс] / И.П. Абрамов, И.В. Алдашкин, Э.В. Алексеев. — Электрон. дан. — М. : Машиностроение, 2014. — 563 с	Электронно-библиотечная система издательства "Лань"	Интернет / Авторизованный
Абрамов, И. П. Ракетно-космическая техника : учебное пособие / И. П. Абрамов, И. В. Алдашкин, Э. В. Алексеев ; под редакцией В. П. Легостаева. — Москва : Машиностроение, [б. г.]. — Книга 2 — 2014. — 548 с.	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Интернет / Авторизованный
Ракетно-космическая техника. Машиностроение. Энциклопедия. Т. IV-22 : энциклопедия : в 2 книгах / А. П. Аджян, Э. Л. Аким, О. М. Алифанов, А. Н. Андреев. — Москва : Машиностроение, [б. г.]. — Книга 1 — 2012. — 925 с.	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Интернет / Авторизованный
Баранов, Д. А. Типовые решения в проектировании и конструировании элементов ракет-носителей : учебное пособие / Д. А. Баранов, В. Д. Еленев. — Самара : Самарский университет, 2020. — 112 с.	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Интернет / Авторизованный
Охочинский, М. Н. Ракеты-носители космических аппаратов : учебное пособие / М. Н. Охочинский. — Санкт-Петербург : БГТУ "Военмех" им. Д.Ф. Устинова, 2016. — 58 с.	Электронно-библиотечная система издательства "Лань"	Интернет / Авторизованный
Мишин, В.П. Основы проектирования летательных аппаратов (транспортные системы). Учебное пособие для технических вузов. [Электронный ресурс] / В.П. Мишин, В.К. Безвербый, Б.М. Панкратов, В.И. Зернов.	Электронно-библиотечная система издательства "Лань"	Интернет / Авторизованный

— Электрон. дан. — М. : Машиностроение, 2005. — 375 с.		
Тестоедов, Н. А. Проектирование и конструирование баллистических ракет и ракет-носителей : учебное пособие / Н. А. Тестоедов, В. В. Кольга, Л. А. Семенова. — Красноярск : СибГУ им. академика М. Ф. Решетнёва, 2014. — 308 с.	Электронно-библиотечная система издательства "Лань"	Интернет / Авторизованный
Кулагин, В. В. Теория, расчет и проектирование авиационных двигателей и энергетических установок : учебник : в 2 книгах / В. В. Кулагин, В. С. Кузьмичев. — 6-е изд., испр. — Москва : Машиностроение, 2023 — Книга 1 : Основы теории ГТД. Рабочий процесс и термогазодинамический анализ — 2023. — 336 с.	Электронно-библиотечная система издательства "Лань"	Интернет / Авторизованный
Сазанов, В. И. Динамика агрегатов пневмогидравлических систем ракет с ЖРД / В. И. Сазанов, Б. А. Калашников. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2023. — 244 с.	Электронно-библиотечная система издательства "Лань"	Интернет / Авторизованный
Расчет на прочность элементов конструкции летательного аппарата : учебное пособие / А. Д. Припадчев, А. А. Горбунов, А. Г. Магдин, Е. М. Езерская. — Вологда : Инфра-Инженерия, 2022. — 156 с.	Электронно-библиотечная система издательства "Лань"	Интернет / Авторизованный

## 6. ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Палатинская, И. П. Гидрогазодинамика : Учеб. пособие к практ. занятиям – Челябинск: Издательство ЮУрГУ , 2000. – 41 с.
2. Прикладная механика жидкости и газа [Текст] : контрол. задания и метод. указания / Б. П. Котомин, Е. П. Черногоров, А. Е. Черногорова - Челябинск: Издательство ЮУрГУ , 1999. – 44 с.
3. Прикладная механика жидкости и газа [Текст] : задачи и упражнения / А.Т. Зеленков, Б. П. Котомин, Е. П. Черногоров и др. - Челябинск : Издательство ЮУрГУ , 1997.
4. Справочное пособие по гидрогазодинамике для теплоэнергетиков / В.Ф. Касилов - М. : Издательство МЭИ , 2000.
5. Бесекерский, В. А. Теория систем автоматического управления / В.А. Бесекерский, Е. П. Попов - СПб. : Профессия , 2004. – 747 с. (27 экз)
6. Ротач, В.Я. Теория автоматического управления [Текст] : учебник для вузов

- по специальности "Автоматизация технол. процессов и производств (энергетика)" / В. Я. Ротач - М. : Издательский дом МЭИ , 2007. – 399 с. (7 экз)
7. Мирошник, И.В. Теория автоматического управления: Линейные системы : Учеб. пособие для вузов по направлению подгот. бакалавров и магистров 550000 "Техн. науки" и дипломир. специалистов 650000 "Техника и технологии" дисциплине "Теория автомат. упр." / И. В. Мирошник – С.Пб.: Питер, 2005.- 333 с. (5 экз + полнотекстовая электронная версия)
  8. Статика и динамика ракетных двигательных установок. Книга 1. Статика. [Текст] / Е.Б.Волков, Т.А.Сырицын, Г.Ю.Мазинг – М.: Машиностроение, 1978. – 224 с.
  9. Статика и динамика ракетных двигательных установок. Книга 2. Динамика. [Текст] / Е.Б.Волков, Т.А.Сырицын, Г.Ю.Мазинг – М.: Машиностроение, 1978. – 320 с.
  - 10.Полухин Д.А. и др. Отработка пневмогидросистем двигательных установок ракет-носителей и космических аппаратов с ЖРД./ Д.А. Полухин, В.М. Орещенко, В.А. Морозов. – М.: Машиностроение, 1987. – 248с.
  - 11.Жуковский А.Е. и др. Испытания жидкостных ракетных двигателей/ А.Е. Жуковский, В.С. Кондрусев, В.В. Окорочков. – М.: Машиностроение, 1992. – 352с.
  - 12.Махин В.А. и др. Теоретические основы экспериментальной отработки ЖРД./ В.А. Махин, Н.П. Миленко, Л.В. Пронь. – М.: Машиностроение, 1973. – 284с.
  - 13.Виницкий А.М. и др. Конструкция и отработка РДТТ./ А.М. Виницкий, В.Т. Волков, И.Г. Волковицкий, С.В. Холодилов. – М.: Машиностроение, 1980. – 230с.
  - 14.Шишков А.А., Силин Б.М. Высотные испытания реактивных двигателей. – М.: Машиностроение, 1989. – 208с.
  - 15.Гусев В.И., Инюшин В.С., Махин В.А. Испытания жидкостных ракетных двигателей. – М.: Машиностроение, 1963. - 446 с.
  - 16.Абрамович Г.Н. Прикладная газовая динамика.

Электронная дополнительная литература

Наименование разработки	Наименование ресурса в электронной форме	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
Демидов, А. С. Конструкция основных камер сгорания авиационных газотурбинных двигателей : учебное пособие / А. С. Демидов, С. В. Коцюбинский, И. Г. Иванов. — Москва : МАИ, 2022. — 67 с.	Электронно-библиотечная система издательства "Лань"	Интернет / Авторизованный
Кабанов, А. А. Определение устройства ракет-носителей на этапах жизненного цикла при решении транспортных задач : учебное пособие / А. А. Кабанов. — Москва : МАИ, 2022. — 83 с.	Электронно-библиотечная система издательства "Лань"	Интернет / Авторизованный
Журавлев, В. Ю. Динамика и прочность жидкостных ракетных двигателей : учебное пособие / В. Ю. Журавлев. — Красноярск : СибГУ им. академика М. Ф. Решетнёва, 2022. — 154 с.	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Интернет / Авторизованный
Щербань, К. С. Основы прочности авиационных конструкций : учебное пособие / К. С. Щербань. — Вологда : Инфра-Инженерия, 2022. — 516 с.	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Интернет / Авторизованный
Красильников, А. З. Анализ прочности элементов конструкций : учебное пособие / А. З. Красильников, Н. Р. Туркина. — Санкт-Петербург : БГТУ "Военмех" им. Д.Ф. Устинова, 2021. — 75 с.	Электронно-библиотечная система издательства "Лань"	Интернет / Авторизованный
Припадчев, А. Д. Моделирование устойчивости и управляемости летательных аппаратов : учебное пособие / А. Д. Припадчев, А. А. Горбунов, А. Г. Магдин. — Вологда : Инфра-Инженерия, 2021. — 116 с.	Электронно-библиотечная система издательства "Лань"	Интернет / Авторизованный

**7. ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ И ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ**

1. Российская Государственная библиотека URL: <http://www.rsl.ru/>
2. Российская национальная библиотека URL: <http://www.nlr.ru/>
3. Public.ru – публичная интернет-библиотека URL: <http://www.public.ru/>

4. Университетская библиотека «Online»
5. ЭБС «Лань», доступ к бесплатному пакету <http://e.lanbook.com>
6. Научная электронная библиотека eLIBRARY (<http://www.elibrary.ru/>)

## 8. РАЗРАБОТЧИКИ

Зам. зав. каф. «Летательные аппараты»,  
к.т.н., доцент



В.Б. Федоров