


Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«Пермский национальный исследовательский
политехнический университет»
(ПНИПУ)**



УТВЕРЖДАЮ:
И.о. ректора,
председатель приемной
комиссии ПНИПУ

А.Б. Петроченков
«08» мая 2024 г.

ПРОГРАММА
вступительного испытания (междисциплинарного экзамена)
для поступающих в магистратуру
по направлению 22.04.01 «Материаловедение и технологии материалов»

Обеспечивающее
подразделение

Передовая инженерная школа
«Высшая школа авиационного двигателестроения»

Пермь, 2024

Программа содержит перечень тем (вопросов) по дисциплинам профессионального цикла учебного плана подготовки бакалавров по направлению 22.03.01 «Материаловедение и технологии материалов», вошедших в содержание билетов вступительных испытаний в магистратуру по направлению 22.04.01 «Материаловедение и технологии материалов».

Составители:

д-р техн. наук, проф.
канд. техн. наук, доц.



С.А. Оглезнева
И.Ю. Ошева

Программа рассмотрена и рекомендована к изданию на заседании ПИШ ВШАД от «07» мая 2024г., протокол № 5.

Руководитель ОПОП
«Материаловедение
высокотемпературных авиационных
материалов газотурбинных двигателей»



С.А. Оглезнева

Руководитель ОПОП
«Перспективные технологии создания
конструкций газотурбинных двигателей и
мотогондол из полимерных
композиционных материалов»



П.В. Писарев

Директор ПИШ ВШАД



Т.Р. Абляз

Введение

Программа предназначена для подготовки к сдаче вступительного испытания в магистратуру по профилям: «Материаловедение высокотемпературных авиационных материалов газотурбинных двигателей», «Перспективные технологии создания конструкций газотурбинных двигателей и мотогондол из полимерных композиционных материалов». Программа содержит перечень вопросов для подготовки к экзамену, список литературы, необходимой для подготовки к сдаче вступительного экзамена.

К сдаче вступительных испытаний допускаются лица в соответствии с Правилами приёма, установленными в ПНИПУ на следующий учебный год. Абитуриенты, сдающие вступительный экзамен, должны продемонстрировать глубокие теоретические знания в области направления подготовки 22.04.01 «Материаловедение и технологии материалов», уметь логично и аргументировано излагать материал. Ответ должен быть точным, полно и глубоко раскрывающий суть вопроса. Раскрытие смежных тем приветствуется, но не может заменить полный ответ на поставленный вопрос.

1. Дисциплины, включенные в программу вступительных испытаний в магистратуру:

1.1. Профиль «Материаловедение высокотемпературных авиационных материалов газотурбинных двигателей».

1.1.1. «Общее материаловедение».

1.1.2. «Механика».

1.1.3. «Механика разрушения и основы надежности».

1.1.4. «Сопротивление материалов».

1.2. Профиль «Перспективные технологии создания конструкций газотурбинных двигателей и мотогондол из полимерных композиционных материалов»

1.2.1. Механика композиционных материалов

1.2.2. Проектирование и разработка технологии создания конструкций из композиционных материалов

2. Содержание учебных дисциплин по профилям.

2.1. Профиль «Материаловедение высокотемпературных авиационных материалов газотурбинных двигателей».

2.1.1. «Общее материаловедение».

Темы (вопросы):

1. Классификация конструкционных металлических материалов по различным признакам.
2. Кристаллическое строение металлов. Типы кристаллической решетки. Строение реальных кристаллов. Дефекты кристаллической решетки. Процесс кристаллизации и роста зерен. Структура слитка.
3. Диффузия.
4. Пластическая деформация металлов. Текстура деформированного металла. Поведение деформированного металла при нагреве. Холодная и горячая пластическая деформация.
5. Характеристика сплавов. Диаграммы состояния.
6. Двухкомпонентная диаграмма состояния неограниченных твердых растворов.
7. Двухкомпонентная диаграмма состояния эвтектического типа с образованием твердых растворов.
8. Зависимость свойств сплавов от их фазового состава и старения.
9. Термическая обработка сплавов. Классификация. Отжиг. Закалка. Старение.
10. Диаграмма состояния Fe-C.
11. Чугун. Структура и свойства чугуна.
12. Легированные стали. Обозначение легирующих элементов. Классификация легированных сталей. Карбидная фаза в легированных сталях.
13. Алюминий и его сплавы. Деформируемые алюминиевые сплавы. Литейные алюминиевые сплавы. Термическая обработка алюминиевых сплавов. Отжиг и закалка.
14. Титан и его сплавы. Титановые сплавы с интерметаллидным упрочнением.
15. Конструкционные стали. Улучшаемые стали. Рессорно-пружинные стали. Шарикоподшипниковые стали.
16. Инструментальные стали. Низколегированные стали. Быстрорежущие стали.
17. Коррозионно-стойкие стали. Мартенситные - хромистые стали. Ферритные - хромистые стали.

18. Жаропрочные стали и сплавы. Основные группы жаропрочных материалов. Жаропрочные никелевые сплавы.
19. Сплавы на основе тугоплавких металлов ниобия, молибдена, вольфрама и тантала.
20. Медь и ее сплавы: латуни и бронзы. Упрочнение медных сплавов.
21. Сплавы с особыми тепловыми и упругими свойствами
22. Неметаллические материалы. Пластические массы. Резины.
23. Практическое задание: определить по диаграмме состояния количественное соотношение фаз в сплаве при заданной температуре, построить кривую охлаждения, записать реакции фазовых превращений.

2.1.2. «Механика», «Механика разрушения и основы надежности», «Соппротивление материалов»

Темы (вопросы):

1. Напряжения. Тензор напряжений. Деформация. Тензор деформаций.
2. Схемы напряженного и деформированного состояния.
3. Классификация механических испытаний.
4. Классификация механических испытаний.
5. Неполная упругость (эффект Баушингера, упругое последействие) и внутреннее трение. Картина пластической деформации металлов скольжением.
6. Деформационное упрочнение поликристаллов.
7. Влияние схемы напряженного состояния на пластическую деформацию металлов и их деформационное упрочнение.
8. Влияние температуры на пластическую деформацию металлов и их деформационное упрочнение.
9. Влияние легирования на пластическую деформацию металлов и их деформационное упрочнение.
10. Виды разрушения металлов.
11. Механизмы зарождения трещин. Теория Гриффитса. Коэффициент интенсивности напряжений.
12. Вязкое разрушение. Хрупкое разрушение. Хрупко-вязкий переход.
13. Испытания на растяжение. Прочностные и пластические характеристики при растяжении.
14. Испытания на сжатие.
15. Испытания на изгиб.
16. Испытания на вязкость разрушения. Зависимость трещиностойкости от состава и структуры материала.
17. Особенности пластической деформации и разрушения при динамическом нагружении.

18. Усталость. Методика проведения многоцикловых усталостных испытаний.
19. Усталость. Методика проведения малоцикловых усталостных испытаний.
20. Усталость. Испытания на циклическую трещиностойкость. Пластическая деформация при циклическом нагружении. Зарождение и распространение усталостных трещин.
21. Связь выносливости с другими механическими свойствами.
22. Разновидности изнашивания и испытания на износ, способы повышения износостойкости металлов.

Практическое задание: определить по диаграмме растяжения прочностные характеристика сплава.

Литература для подготовки

1. **Материаловедение** и технология материалов в 2 ч. Часть 1 : **учебник** для вузов / Г. П. Фетисов [и др.] ; под редакцией Г. П. Фетисова. — 8-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, **2023**.
2. **Материаловедение : учебник** для вузов / В. В. Плошкин. — 3-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, **2023**. — 408 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-12089-9. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/510666>.
3. Мельчаков, М. А. Механические свойства материалов : учебник / М. А. Мельчаков. — Киров : ВятГУ, 2020. — 116 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/201917>.

2.2. Профиль «Перспективные технологии создания конструкций газотурбинных двигателей и мотогондол из полимерных композиционных материалов».

2.2.1. «Механика композиционных материалов»

Темы (вопросы)

1. *Метрика пространства и меры деформаций.* Линейные элементы и углы между ними. Тензоры малых деформаций и малых вращений. Геометрические соотношения Коши.
2. *Основные уравнения теории деформаций.* Уравнения совместности деформаций. Вычисление перемещений по заданному полю деформаций, формула Чезаро.

3. *Принцип напряжений.* Вектор напряжений. Тензор напряжений. Вычисление векторов напряжений на произвольной площадке по заданному тензору напряжений.
4. *Уравнения равновесия.* Уравнения равновесия в напряжениях. Условия равновесия в напряжениях на границе. Статически допустимые поля напряжений. Главные напряжения и главные направления.
5. *Общие положения теории определяющих соотношений.* Тензоры модулей упругости и упругих податливостей. Упругий потенциал. Физическая, технологическая и деформационная анизотропия упругих свойств. Обобщенный закон Гука.
6. *Упругие свойства конструкционных материалов и композитов.* Частные случаи анизотропии упругих свойств. Технические постоянные упругости. Соотношения термоупругости анизотропных материалов.
7. *Полная система уравнений упругости анизотропных материалов.* Уравнения равновесия в напряжениях и перемещениях. Геометрические и определяющие соотношения. Типы граничных условий.
8. *Типы краевых задач упругости анизотропных материалов.* Краевые задачи упругости анизотропных материалов в перемещениях и напряжениях. Теорема Клапейрона. Теорема об единственности решения краевых задач упругости анизотропных материалов.
9. *Основные определения физико-химии и механики композитов.* Определение композиционного материала. Объект исследования конструкции из композиционного материала. Основная задача – прогнозирование физико-механических свойств композитов и расчет на жесткость конструкций. Понятие о конструировании композиционных материалов: варьируемые параметры структуры и свойств элементов структуры.
10. *Волокно и матрица.* Роль волокон, матриц и поверхностей раздела в формировании деформационных и прочностных свойств композитов
11. *Классификация и номенклатура композиционных материалов.*
12. *Физико-механические свойства волокон.* Удельные упругие прочностные характеристики.
13. *Физико-механические свойства матриц.*
14. *Физико-механические свойства однонаправленных волокнистых композитов.* Удельные упругие и прочностные характеристики
15. *Физико-химические процессы и явления при формировании композиционных материалов различных видов.* Поверхностные и объемные эффекты.

16. *Виды межфазного взаимодействия.* Типы связей между компонентами. Химические, фазовые и релаксационные превращения, смачивание, адгезия, адсорбция, капиллярные явления.
17. *Фазовая структура композитов.* Аморфное состояние. Высокоэластичное состояние. Стеклообразное состояние. Вязкотекучее состояние. Кристаллическое состояние.
18. *Основные принципы построения моделей композиционных материалов.* Понятие о модели микронеоднородной среды. Микроскопические и макроскопические величины. Их связь.
19. *Эффективные модули упругости.* Модель Фойгта для расчета эффективных модулей упругости периодической и стохастической структуры. Модель Рейсса для расчета эффективных модулей упругости периодической и стохастической структуры. Вилки Фойгта-Рейсса, Хашина-Штрикмана.
20. *Постановка краевой задачи механики композитов с периодической и стохастической структурой.* Классификация краевых задач микромеханики композитов.
21. *Объемная схема расчета конструкций из композиционных материалов.* Исходная информация: Характеристики структуры, задание деформационных и прочностных свойств элементов структуры, характеристики адгезионной связи, учет технологических параметров, описание геометрии конструкции и условий нагружения.
22. *Этапы решения задачи механики композитов.* Этапы решения задачи: прогнозирование макросвойств; расчет макронапряжений и макродеформаций; расчет микронапряжений и микродеформаций; критерии прочности и трещиностойкости, определение микроповрежденности и параметров микроразрушения и оценка надежности конструкций.
23. *Моментные функции различных порядков.* Понятие о моментных функциях различных порядков для описания структуры разупорядоченных композитов. Понятия макрооднородности и квазиизотропности микронеоднородной среды.
24. *Традиционный метод решения краевой задачи.* Традиционный метод решения краевой задачи для квазиизотропной среды, когда средой сравнения является среда с однородными свойствами. Построение функционала краевой задачи.
25. *Расчет структурных деформаций в квазиизотропных композитах.*
26. *Расчет структурных напряжений в квазиизотропных композитах.*
27. *Принцип локальности в механике композитов.*
28. *Метод локального приближения.*

29. *Метод периодических составляющих.*
30. *Вычисление эффективных модулей упругости в корреляционном приближении.*
31. *Расчет эффективных модулей упругости квазиизотропных композитов методом периодических составляющих.*
32. *Расчет эффективных модулей упругости однонаправленных волокнистых композитов методом периодических составляющих.*
33. *Прогнозирование макроскопических упругих свойств слоистых композитов. Упругие свойства трансверсально-изотропной среды. Модели и методы приближенного вычисления макросвойств слоистых композитов. Точное решение для упругих модулей слоистых композитов. Расчет эффективных модулей упругости квазиизотропных композитов методом периодических составляющих.*
34. *Прогнозирование макроскопических упругих свойств перекрестно и объемноармированных композитов. Понятие элементарного слоя. Упругие свойства ортотропной среды. Прогнозирование свойств перекрестноармированных композитов: подходы, модели, приближения. Прогнозирование свойств объемноармированных композитов на основе свойств однонаправленных композитов.*
35. *Упругопластические композиты. Упругопластическая модель среды. Физические уравнения упругопластической однородной фазы: изотропный и анизотропный случаи. Физические уравнения упругопластических композитов. Прогнозирование макросвойств упругопластических композитов.*
36. *Вязкоупругие композиты. Вязкоупругая модель среды. Физические уравнения вязкоупругой однородной среды: изотропный и анизотропный случаи. Физические уравнения вязкоупругих композитов. Прогнозирование макросвойств вязкоупругих композитов.*

Литература для подготовки

1. Крауч С. Методы граничных элементов в механике твердого тела : пер. с англ. / С. Крауч, А. Старфилд. - М.: Мир, 1987.
2. Кристенсен Р. М. Введение в механику композитов : пер. с англ. / Р. М. Кристенсен. - Москва: Мир, 1982.
3. Кулезнев В. Н. Химия и физика полимеров : учебник для вузов / В. Н. Кулезнев, В. А. Шершнеv. - М.: КолосС, 2007.
4. Победря Б. Е. Численные методы в теории упругости и пластичности : учебное пособие для вузов / Б. Е. Победря. - Москва: Изд-во МГУ, 1995.
5. Полимерные композиционные материалы. Прочность и технология / С. Л. Баженоv [и др.]. - Долгопрудный: Интеллект, 2010.

6. Полимерные композиционные материалы: структура, свойства, технология : учебное пособие для вузов / М. Л. Кербер [и др.]. - Санкт-Петербург: Профессия, 2008.
7. Геллер Б. Э. Практическое руководство по физико-химии волокнообразующих полимеров : учебное пособие для студентов высших учебных заведений / Б. Э. Геллер, А. А. Геллер, В. Г. Чиртулов. - Москва: Химия, 1996.
8. Демидов С. П. Теория упругости : учебник для вузов / С. П. Демидов. - Москва: Высш. шк., 1979.
9. Композиционные материалы : справочник / В. В. Васильев [и др.]. - Москва: Машиностроение, 1990.
10. Михайлин Ю. А. Специальные полимерные композиционные материалы / Ю. А. Михайлин. - Санкт-Петербург: Науч. основы и технологии, 2014.
11. Новацкий В. Теория упругости : пер. с польск. / В. Новацкий. - Москва: Мир, 1975.
12. Победря Б.Е. Лекции по теории упругости / Б.Е.Победря, Д.В.Георгиевский. - М.: Эдиториал УРСС, 1999.
13. Работнов Ю. Н. Механика деформируемого твердого тела : учебное пособие / Ю. Н. Работнов. - Москва: Наука, Физматлит, 1988.
14. Тагер А. А. Физикохимия полимеров : учебное пособие для вузов / А.А.Тагер. - Москва: Химия, 1978.
15. Технология и проектирование углерод-углеродных композитов и конструкций / Ю.В. Соколкин [и др.]. - М.: Наука, Физматлит, 1996.

2.2.2. «Проектирование и разработка технологии создания конструкций из композиционных материалов»

Темы (вопросы)

1. *Основные стадии проектирования изделий.* Техническое предложение. Эскизный проект. Технический (рабочий) проект. Организация стадий проектирования во времени.
2. *Особенности проектирования конструкций из КМ. Понятие конструктивно-технологической схемы изделия.* Взаимосвязь конструирования, технологии изготовления и расчетов на прочность, устойчивость и деформативности изделий из КМ. Отсутствие унифицированных технологий, большое количество необходимой нестандартной технологической оснастки. Учет пониженной по сравнению с металлами предельно достижимой точности исполнения размеров, границы достижимой точности для разных конструктивно-технологических схем.

Влияние деформативности и теплового расширения технологической оснастки и изделия на конечные размеры. Учет особенностей мехобработки деталей из КМ. Особенности в задании размеров, допусков формы и расположения, выборе конструкторских баз и т.д. Технологические припуски.

3. *Основные факторы, влияющие на принятие конструкторских решений.* Функциональное назначение. Силовые факторы, температура эксплуатации, действие агрессивных сред и др. Анизотропия КМ. Возможности существующих технологий, наличие основного и вспомогательного оборудования, необходимость проектирования спецоснастки, требуемая точность исполнения размеров и ее достижимость, относительная нестабильность размеров КМ, доступность основных и вспомогательных материалов. Тиражируемость.

4. *Инженерные методы оценки прочности, устойчивости и деформативности конструкций из КМ.* Схема кольца для шпангоутов. Безмоментные оболочки вращения при осесимметричном нагружении. Безмоментные оболочки вращения при неосесимметричном нагружении.

5. *Основные типы конструкций из КМ.* Баллоны давления. Отсеки и др. оболочечные конструкции, работающие на устойчивость. Трехслойные панели и оболочки (сэндвичи). Сопловые блоки. Оболочечные конструкции ЛА, работающие на прочность и жесткость. Люки, технологические вырезы и отверстия. Узлы крепления навесных агрегатов. Другие типы конструкций.

6. *Типовые элементы конструкций из КМ.* Силовая оболочка. Подкрепляющие элементы (ребра жесткости, стрингеры). Соединительные элементы (шпангоуты, фланцы, законцовки). Типы соединений деталей из КМ, их преимущества и недостатки.

7. *Инженерные оценки прочности, устойчивости и деформативности деталей из КМ при действии технологических нагрузок на различных технологических стадиях изготовления изделий.* Изменение размеров при отверждении и формовании. Учет термоупругих напряжений. Устойчивость тонкостенных элементов при отверждении под давлением.

8. *Основные технологии производства изделий из композиционных материалов.* Выкладка препрега (ручная и автоматизированная). Пропитка под давлением. Напыление рубленным волокном. Процессы RTM. Процессы формования (автоклавное, в прессформах, вакуумное и др.).

9. *Механическая обработка изделий из композиционных материалов.* Особенности механического сверления отверстий в КМ разных типов. Обработка резанием фланцевых узлов. Лазерная и водоструйная резка и сверление.

10. *Типовые технологические дефекты и дефекты механической обработки.* Непроклей, смоляные карманы. Расслоения. Пористость. Непропитка армирующих наполнителей. Выкрашивания связующих и волокон в отвержденных изделиях.

11. *Мероприятия по оценке и назначению ресурса, паспортизации и сертификации конструкций из КМ.* Нормативно-техническая документация, регламентирующая процедуры оценки и назначения ресурса изделий, паспортизации и сертификации конструкций из КМ. Методы оценки ресурса. Типы ресурсов наработки изделий, методики назначения ресурса. Методы подтверждения ресурса изделий из КМ.

Литература для подготовки

1. Васильев В. В. Механика конструкций из композиционных материалов / В. В. Васильев. - Москва: Машиностроение, 1988.
2. Воробей В. В. Соединения конструкций из композиционных материалов / В. В. Воробей, О. С. Сироткин. - Ленинград: Машиностроение, 1985.
3. Композиционные материалы : справочник / В. В. Васильев [и др.]. - Москва: Машиностроение, 1990.
4. Полимерные композиционные материалы: структура, свойства, технология : учебное пособие для вузов / М. Л. Кербер [и др.]. - Санкт-Петербург: Профессия, 2008.
5. Композиционные материалы : справочник / В. В. Васильев [и др.]. - Москва: Машиностроение, 1990.
6. Ковтунов А. И., Мямин С. В., Семистенова Т. В. Слоистые композиционные материалы [электронный ресурс] электронное учебное пособие Тольятти : ТГУ, 2017.
7. Андрюшкин А.Ю. Композиционные материалы в производстве летательных аппаратов: учебное пособие для вузов. [Электронный ресурс] / А.Ю.Андрюшкин, В.К.Иванов. – Элек-трон.дан. СПб.: БГТУ «Военмех» им. Д.Ф.Устинова, 2010.
8. Заикин А. Е. Полимерные композиционные материалы. Казань : Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2018.
9. Костиков В.И. Физико-химические основы технологии композиционных материалов: теоретические основы процессов создания композиционных материалов : учебное пособие для вузов.— Москва: Издат. дом МИСиС, 2011 .— 240 с.

3. Порядок проведения вступительных испытаний

Вступительные испытания проводятся для поступающих на первый курс магистратуры ПНИПУ в виде письменного экзамена, с целью определения возможности поступающих осваивать основные образовательные программы магистратуры, ранжирования поступающих по уровню знаний и зачисления из числа поступающих, имеющих соответствующий уровень образования.

Процедура проведения вступительных испытаний осуществляется согласно положения о вступительных испытаниях и конкурсном отборе в магистратуру ПНИПУ от 26.02.2015г.

4. Определение результатов вступительных испытаний

Вступительные испытания оцениваются по стобальной шкале.

Определение результатов вступительных испытаний проводится согласно шкалы оценивания уровня знаний, представленной в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Шкала оценивания уровня знаний

Доля от максимального количества баллов за каждый вопрос билета	Уровень ответа на вопрос билета	Критерии оценивания уровня знаний по вопросам билета
100%	Максимальный уровень	Абитуриент правильно ответил на вопрос билета. Показал отличные знания в рамках поставленного вопроса.
80%	Средний уровень	Абитуриент ответил на вопрос билета с небольшими неточностями. Показал хорошие знания в рамках поставленного вопроса
50%	Минимальный уровень	Абитуриент ответил на вопрос билета с существенными неточностями. Показал удовлетворительные знания в рамках поставленного вопроса
0%	Минимальный уровень не достигнут	При ответе на вопрос билета абитуриент продемонстрировал недостаточный уровень знаний.

5. Дополнительная информация

Процедура перевода результатов государственной итоговой аттестации по направлениям подготовки 22.00.00 «Технологии материалов» в результат вступительного испытания в магистратуру, проводится только при оформлении заявления от абитуриента.

В качестве результата государственной итоговой аттестации принимается оценка выпускной квалификационной работы, которая засчитывается как результат вступительного испытания в магистратуру по направлению подготовки 22.04.01 «Материаловедение и технологии материалов», согласно таблицы 5.1.

Таблица 5.1 – Соответствие оценки выпускной квалификационной работы и результата вступительного испытания

Оценка выпускной квалификационной работы	Результат вступительного испытания, баллы
5 (отлично)	100
4 (хорошо)	80
3 (удовлетворительно)	50

Кроме того, в ходе вступительных испытаний дополнительно учитываются индивидуальные достижения поступающих за успехи в образовательной, научно-исследовательской и иной деятельности. Дополнительные баллы за индивидуальные достижения начисляются приемно-отборочной комиссией ПИШ ВШАД, но не более 25 баллов в сумме за все достижения. Указанные баллы начисляются поступающему, представившему документы, подтверждающие его индивидуальные достижения, до даты проведения вступительных испытаний. Перечень учитываемых индивидуальных достижений представлен в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Перечень учитываемых индивидуальных достижений

№ п/п	Индивидуальные достижения	Количество начисляемых баллов
1	Наличие научных публикаций в периодических изданиях, индексируемых в наукометрических базах данных: Web of Science, Scopus РИНЦ входящих в список ВАК другие периодические издания по решению приемно-отборочной комиссии ПИШ ВШАД	от 15 до 25 баллов от 5 до 10 баллов от 10 до 15 баллов до 5 баллов
2	Участие с докладами на Всероссийских и Международных конференциях.	до 10 баллов
3	Победители и призеры Всероссийских и Международных предметных олимпиад по направлению.	до 10 баллов
4	Победители и призеры конкурсов курсовых и дипломных проектов (работ) по направлению.	до 10 баллов
5	Другие достижения по решению приемно-отборочной комиссии ПИШ ВШАД.	до 5 баллов

6. Примеры экзаменационных билетов.

Передовые
инженерные
школы

**пермский
политех**
ВЫСШАЯ ШКОЛА АВИАЦИОННОГО
ДВИГАТЕЛЕСТРОЕНИЯ

МИНОБРНАУКИ РФ
ФГАОУ ВО

«Пермский национальный
исследовательский политехнический
университет» (ПНИПУ)

ВСТУПИТЕЛЬНЫЕ ИСПЫТАНИЯ
(междисциплинарный экзамен)
по направлению 22.04.01

«Материаловедение и технологии
материалов»

направленность (профиль) программы
магистратуры «Материаловедение
высокотемпературных материалов
газотурбинных двигателей»

УТВЕРЖДАЮ:

Директор ПИШ ВШАД

_____ Т.Р. Абляз

«__» _____ 20__ г.

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1

№	Вопрос/тестовое задание	Количество баллов
1.	Медь и ее сплавы: латуни и бронзы. Упрочнение медных сплавов.	30
2.	Испытания на растяжение. Прочностные и пластические характеристики при растяжении.	30
3.	<p>Выполнить практическое задание: для сплава, содержащего 40 % Zn, построить кривые охлаждения и описать происходящие при этом превращения. Определить соотношение структурных составляющих при температуре 300 град.С; для сплава, содержащего 85.1 % Zn, построить кривые охлаждения и описать происходящие при этом превращения. Определить соотношение структурных составляющих при температуре 150 град.С</p>	40



МИНОБРНАУКИ РФ
ФГАОУ ВО
«Пермский национальный
исследовательский
политехнический университет»
(ПНИПУ)

ВСТУПИТЕЛЬНЫЕ ИСПЫТАНИЯ
(междисциплинарный экзамен)
по направлению 22.04.01
«Материаловедение и технологии
материалов»
направленность (профиль)
программы магистратуры
«Перспективные технологии
создания конструкций
газотурбинных двигателей и
мотогондол из полимерных
композиционных материалов»

УТВЕРЖДАЮ:
Директор ПНИПУ ВШАД
_____ Т.Р. Абляз
«__» _____ 20__ г.

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1

№	Вопрос/тестовое задание	Количество баллов
1.	Упругие свойства конструкционных материалов и композитов. Частные случаи анизотропии упругих свойств. Технические постоянные упругости	30
2.	Принцип локальности в механике композитов	35
3.	Основные факторы, влияющие на принятие конструкторских решений при проектировании изделий из композиционных материалов	35