

«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор по учебной работе,  
профессор Ибрагимов И.Г.



## ПРОГРАММА

экзамена по кандидатскому минимуму по специальности

2.5.21 Машины, агрегаты и технологические процессы

1. Методы обработки результатов экспериментальных исследований
  - 1.1. Вариационные ряды и их характеристики
  - 1.2. Выборочные наблюдения. Статистические оценки параметров распределения.
  - 1.3. Корреляционные зависимости
  - 1.4. Статистическая проверка гипотез.
  - 1.5. Методы планирования экспериментов.
  - 1.6. Измерения и погрешности
2. Методологические основы конструирования
  - 2.1. Логические методы конструирования
  - 2.2. Эвристические методы конструирования
  - 2.3. Ресурс оборудования
  - 2.4. Метод стандартизации
  - 2.5. Метод унификации
  - 2.6. Метод базового агрегата
  - 2.7. Метод агрегатирования
  - 2.8. Метод модификации
  - 2.9. Метод инверсии
  - 2.10. Экспериментальные методы
3. Моделирование
  - 3.1. Методология физического моделирования
  - 3.2. Численное моделирование напряженно-деформированного состояния
  - 3.3. Численное моделирование задач аэро-гидродинамики

4. Цифровые двойники и создание системы оценки и прогнозирования состояния технических объектов
5. Изготовление элементов оборудования
  - 5.1. Штамповка, виды
  - 5.2. Прокатка, виды
  - 5.3. Токарно-фрезерная обработка металлов: станки, операции, инструмент
  - 5.4. Сварка: технология процессов сварки, сварочное оборудование
6. Конструкционные материалы
  - 6.1. Стали и чугуны
    - 6.1.1. Диаграмма железо – углерод
    - 6.1.2. Классификация сталей
    - 6.1.3. Классификация чугунов
  - 6.2. Цветные металлы
  - 6.3. Композиционные материалы
  - 6.4. Структура поликристаллических материалов. Дефекты.
  - 6.5. Физико-механические свойства конструкционных материалов.
7. Обеспечение прочности и устойчивости формы конструкций.
  - 7.1. Развитие методов обеспечения прочностной надежности тонкостенных оболочковых конструкций
  - 7.2. Принципы обеспечения прочности
  - 7.3. Принципы обеспечения устойчивости формы.
8. Долговечность конструкций
  - 8.1. Усталостная долговечность
    - 8.1.1. Многоцикловая усталость
    - 8.1.2. Малоцикловая усталость
    - 8.1.3. Гигацикловая усталость
    - 8.1.4. Бимодальное распределение усталостной долговечности
    - 8.1.5. Принцип суммирования повреждений при сложном нагружении
  - 8.2. Ползучесть
9. Живучесть металлов и конструкций

- 9.1. Линейная механика разрушения
- 9.2. Нелинейная механика разрушения
- 9.3. Уравнение Париса - Эрдогана для расчета скорости роста трещины
- 9.4. Понятие критической длины трещины.
- 9.5. Деформационные критерии разрушения.
- 10. Жизненный цикл оборудования
  - 10.1. Природа эксплуатационных дефектов
  - 10.2. Обеспечение надежности оборудования: безотказность, ремонтпригодность, долговечность, наработка до отказа, сохраняемость.
  - 10.3. Классификация отказов нефтегазового оборудования.
  - 10.4. Диагностика дефектов и оценка остаточного ресурса
  - 10.5. Коррозионный износ оборудования
  - 10.6. Современные алгоритмы организации ремонта
- 11. Оборудование нефтегазовых технологий
  - 11.1. Буровое оборудование
  - 11.2. Насосное оборудование
  - 11.3. Компрессорное оборудование и вентиляторы
  - 11.4. Теплообменное оборудование
  - 11.5. Массообменное оборудование
  - 11.6. Газопоршневые, газотурбинные двигатели и паровые турбины
  - 11.7. Регуляторы давления, турбодетандеры, электрогенераторы
  - 11.8. Трубопроводы
    - 11.8.1. Промысловые трубопроводы
    - 11.8.2. Магистральные трубопроводы
    - 11.8.3. Заводские трубопроводы
  - 11.9. Арматура. Виды и назначение запорной арматуры

12. Методы предиктивного анализа
13. Современные методы и средства диагностики
14. Риск-ориентированный подход к обеспечению безопасной эксплуатации технических систем

#### Литература

1. Уразаков К.Р., Богомольный Е.И., Сейтпагамбетов Ж.С., Газаров А.Г. Насосная добыча высоковязкой нефти из наклонных и обводненных скважин / Под ред. М.Д. Валеева. - М.: ООО «Недра-Бизнесцентр», 2003.-303 с.
2. Янтурин А.Ш. Механика системы «колонна-скважина- пласт»: сер.: в 12 т. – Уфа :РИЦ УГНТУ, 2014.- Т.1:Эксплуатация, расчет и проектирование бурильных колонн и их элементов: в 2 кн. Кн.1 Эксплуатация, статика и динамики бурильных колонн.- 326 с.; Кн.2: Расчеты и проектирование бурильных колонн и их элементов.- 234 с.
3. Насосные установки для малобитных скважин: учебное пособие / К.Р. Уразаков, В.П. Жулаев, Ф.З. Булюкова, В.А. Молчанова. - Уфа: РИЦ УГНТУ, 2014.- 235с.
4. Махутов Н.А. Конструкционная прочность, ресурс и техногенная безопасность: В 2 ч. – Новосибирск: Наука, 2005.
5. Техническая диагностика и оценка ресурса нефтегазохимического оборудования: учеб. Пособие / А.Г. Халимов, Р.С. Зайнуллин, А.А. Халимов. - СПб: ООО «Недра», 2012.- 568с.
6. Критерии безопасного разрушения элементов трубопроводных систем с трещинами / Р.С. Зайнуллин, Е.М. Морозов, А.А. Александров. - М.: Наука, 2015.- 316 с.
7. Терентьев В.Ф. Усталостная прочность металлов и сплавов. - М.: Интермет Инженеринг, 2002.- 288с.
8. Технология и оборудование процессов переработки нефти и газа: Учебное пособие/ С.А. Ахметов, Т.П. Сериков, И.Р. Кузеев, М.И. Баязитов; под ред. С.А. Ахметова – СПб.: Недра, 2006.- 868 с.
9. Моделирование усталостных разрушений металлов. Синергетика в авиации / А.А. Шанявский. – Уфа: ООО «Монография», 2007.- 500 с.
10. Поникаров И.И., Гайнуллин М.Г. Машины и аппараты химических производств и нефтегазопереработки: Учебник. - СПб.: Издательство «Лань», 2017.- 604 с.
11. Техногенный риск и управление промышленной безопасностью нефтеперерабатывающих предприятий: учебное пособие. Под ред. Хусниярова М.Х.- Уфа: Нефтегазовое дело, 2012.- 311 с.

12. Санников Р.Х. Теория подобия и моделирование. Планирование инженерного эксперимента: учеб. Пособие. – Уфа: Нефтегазовое дело, 2010.- 253 с.
13. Соппротивление материалов: учебник для вузов / В.И. Феодосьев. - М.: Изд. МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2018. – 542 с.
14. Конструкционные материалы. Полный курс. Учебное пособие / М. Эшби, Д. Джонс – Пер. с англ. – Долгопрудный: Изд. Дом «Интеллект», 2010. – 672 с.
15. Монтаж, техническая диагностика и ремонт технологических трубопроводов: учебное пособие / С.И. Поникаров и др. – Казань: Изд-во Академии наук РТ, 2019.- 440 с.
16. Основы теории надежности технологических процессов в машиностроении: учебное пособие / Ю.М. Правиков, Г.Р. Муслина – Ульяновск: УлГТУ, 2015. 122 с.
17. Беленький Д.М., Ханукаев М.Г. Теория надежности машин и металлоконструкций. - Ростов на Дону: Феникс, 2004.- 608 с.
18. Резервуары для нефти и нефтепродуктов: том 1. Конструкции и оборудование: учебник для ВУЗов / Ф.М. Мустафин и др. – СПб.: Недра, 2010.- 480 с.
19. Сварные конструкции. Прочность сварных соединений и деформации конструкций. - Г.А. Николаев, С.А. Куркин, В.А. Винокуров: Учебное пособие. - М.: Высшая Школа, 1982.- 272 с.
20. Гуляев А.П. Металловедение. - М.: Металлургия, 1986.- 544 с.
21. Ишмурзин, А. А. Машины и оборудование для добычи и подготовки нефти и газа: учебник / А. А. Ишмурзин, Ю. Г. Матвеев; УГНТУ. - Уфа: Нефтегазовое дело, 2014. - 532 с.
22. Справочник по добыче нефти/К.Р. Уразаков, Э.О. Тимашев, В.А. Молчанова, М.Г. Волков. - Пермь: ООО «Астер плюс», 2020.-600 с.
23. Гецов Л.Б. Материалы и прочность деталей газовых турбин/ Л.Б. Гецов. – М.: Недра, 1996. – 591 с.
24. Прочность и долговечность сварных конструкций: учебное пособие/Г.В. Матохин, К.П. Горбачев. – Москва; Вологда: Инфра-Инженерия, 2021. -288 с.

Программу составил  
д.т.н., профессор

Кузеев И.Р.