МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ» (ФГБОУ ВО «ВГТУ», ВГТУ)

УТВЕРЖДАЮ
И.о. ректора ВГТУ
_____Д.К. Проскурин
«30» 03 2022 г.

Система менеджмента качества

ПРОГРАММА
ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ
ПРИ ПРИЕМЕ НА ОБУЧЕНИЕ
ПО ПРОГРАММАМ ПОДГОТОВКИ
НАУЧНЫХ И НАУЧНО-ПЕДАГОГИЧЕСКИХ КАДРОВ В АСПИРАНТУРЕ

2.5 «МАШИНОСТРОЕНИЕ»
(группа научных специальностей)

2.5.10 «Гидравлические машины, вакуумная, компрессорная техника, гидро- и пневмосистемы»
(научная специальность)

Воронеж 2022

I. Перечень элементов содержания, проверяемых на вступительном испытании по научной специальности 2.5.10 «Гидравлические машины, вакуумная, компрессорная техника, гидро- и пневмосистемы»

1. «Гидродинамика и теплообмен» [5-6,8]

Физическое строение жидкостей и газов. Основные физические свойства: сжимаемость, текучесть, вязкость, теплоемкость, теплопроводность. Два режима движения жидкостей и газов

Расход элементарной струйки и расход через поверхность. Уравнение неразрывности (сплошности). Массовые и поверхностные силы. Напряжения поверхностных сил

Уравнения движения в напряжениях. Напряжения сил вязкости, обобщенная гипотеза Ньютона. Уравнение Навье-Стокса для вязкой жидкости. Модель идеальной (невязкой) жидкости. Уравнения Эйлера

Закон изменения количества движения

Уравнение баланса энергии

Исследование энтальпийных и энтропийных диаграмм для процессов течения и дросселирования углеводородов.

Система дифференциальных уравнений в частных производных неразрывности, импульса и энергии. Принципы численного решения ДУЧП. Граничные и начальные условия. Сходимость, согласованность и устойчивость. Дискретизация и алгебраизация задачи. Составление модели. Проверка замкнутости модели. Идентификация модели. Разработка процедуры вычисления внутренних характеристик модели

Решение дифференциальных уравнений в частных производных с помощью построения разностных схем. Методы конечных элеметов, методы взвешенных невязок (основные понятия). Явные, неявные разностные схемы. Метод маркеров и ячеек. Начальные и граничные условия. Развитие метода МАС. Решение системы уравнений Навье-Стокса для двумерных ламинарных изотермических течений вязкой несжимаемой жидкости. Уравнение Бернулли для адиабатического течения идеального газа. Уравнение одномерного течения вязкого газа. Решения уравнения энергии для адиабатического и изотермического течений

Осреднение параметров при записи уравнений Рейнольдса. Турбулентные напряжения. Модели турбулентности. Модель Буссинеска. «Новая» теория Прандтля. Длина пути перемешивания. Турбулентный пограничный слой на пластине. Турбулентные течения в круглых трубах. Динамическая скорость турбулентного потока. Вывод формул Никурадзе и Альтшуля. Ньютоновские и неньютоноские жидкости. Степенная жидкость Освальда. Псевдопластические и дилатантные жидкости. Модель Шведова-Бингама. Ламинарное течение неньютоновской степенной жидкости (система ДУЧП и метод решения)

Трубопроводы, вставки, лупинги, отводы. Гидравлические характеристики работы насосов и насосных станций. Совместная работа НПС и трубопровода.

Истечение жидкости из трубопровода при его повреждении. Неустановившиеся режимы работы трубопроводов. Перекачка высоковязких нефтей и нефтепродуктов с подогревом. Стационарные режимы работы простых и сложных трубопроводов

2. «Гидравлические машины и гидроаппараты» [1,2]

Гидравлические машины, их общая классификация и основные параметры. Различные виды лопастных гидромашин, их назначение.

Основные параметры лопастных гидромашин. Классификация лопастных гидромашин по принципу действия. Основные конструктивные схемы гидротурбин, насосов и насос-турбин. Элементы проточной части лопастных гидромашин (центробежного насоса, реактивной гидротурбины, насос-турбины, гидромуфты и гидротрансформатора), их назначение. Понятие о рабочем и теоретическом напоре, гидравлическом КПД гидротурбины и насоса. Виды потерь энергии лопастных гидромашин, их общий КПД. Способы регулирования лопастных гидромашин. Основные условия подобия в лопастных гидромашинах. Связь между основными параметрами подобных гидромашин. Приведенные величины, коэффициент быстроходности. Классификация лопастных гидромашин по быстроходности и области их применения.

Физическая сущность кавитации, ее последствия. Высота всасывания насоса и гидротурбины. Меры защиты от кавитации.

Абсолютное и относительное движение жидкости в рабочем колесе. Треугольник скоростей. Уравнение Эйлера лопастной гидромашины (для насоса и гидротурбины). Рабочие и универсальные характеристики гидротурбины, насоса и насос-турбины. Моментные характеристики лопастных гидромашин. Совместная работа насоса и сети

Классификация гидродинамических передач. Основы рабочего процесса, баланс моментов, баланс напоров. Виды потерь: внешняя, универсальная и тяговая характеристики гидромуфт. Приведенные параметры и приведенная характеристика, ее связь с типом лопастной системы. Способы управления гидромуфтой, предельные гидромуфты со статическим и динамическим самоопорожнением. Влияние типа нагрузки на вид внешней характеристики и на потери; тепловой баланс. Расчет гидромуфты на основе моделирования с использованием приведенных характеристик. Особенности рабочего процесса гидротрансформатора, схемы проточной части. Внешняя и приведенные характеристики.

3. «Математическое моделирование» [3,7]

Цели и задачи моделирования. Натурные и абстрактные модели. Моделирование в естественных и технических науках. Абстрактные модели и их классификация. Понятие «математическая модель». Различные подходы к классификации математических моделей. Характеристики моделируемого явления. Уравнения математической модели. Внешние и внутренние характеристики математической модели.

Отделение корней. Приближенное вычисление корня уравнения с заданной точностью методом половинного деления. Метод простой итерации численного решения уравнений. Условия сходимости итерационной последовательности.

Практические схемы вычисления приближенного значения корня уравнения с заданной точностью методом простой итерации. Сходимость и устойчивость численного метода

Численные методы решения систем алгебраических уравнений. Метод простой итерации. Метод Зейделя. Метод релаксации. Метод Гаусса. Метод *LU*-разложения. Решение систем линейных алгебраических уравнений с ленточными матрицами. Метод Ньютона решения систем нелинейных уравнений

Метод наименьших квадратов. Аппроксимация функций конечным рядом Фурье. Линейная интерполяция. Кубические сплайны. Интерполяционный многочлен Лагранжа

II. Требования к уровню подготовки поступающего

Поступающий должен:

знать/понимать: основные физические свойства жидкостей и газов; основы кинематики; общие законы и уравнения гидростатики; общую классификацию и основные параметры гидравлических машин и гидроаппаратов; основные уравнения гидрогазодинамики; методы решения ДУЧП вязкой сжимаемой жидкости; инженерные методы расчета трубопроводного транспорта нефти и газа; основную информацию, необходимую для построения математических моделей конкретных объектов нефтегазовой отрасли; основные математические модели, применяемые для описания трубопроводного транспорта углеводородов; типовые подходы к постановке и решению задач моделирования рабочих процессов в насосных агрегатах и газоперекачивающих агрегатах; основные этапы моделирования и оптимизации энергетического оборудования газонефтепроводов;

уметь: разрабатывать математические и физические модели процессов, происходящих в объектах гидравлических систем и гидроприводов; проводить численное моделирование и оптимизацию работы гидравлических устройств и аппаратов; использовать приемы и методы интерактивного воздействия, исходя из тенденций развития профессиональной деятельности, этапов профессионального роста, индивидуально-личностных особенностей; самостоятельно овладевать знаниями и навыками их применения в профессиональной деятельности; оценивать неизбежные издержки в профессиональной деятельности; давать правильную самооценку, намечать пути и выбирать средства развития достоинств и устранения недостатков.

III. Критерии оценивания работ поступающих

Поступающий получает 3 (три) вопроса, на которые он должен максимально расширенно письменно ответить. Вопросы выбираются из каждого блока.

Вопрос № 1 (из первого блока).

Вопрос № 2 (из второго блока).

Вопрос № 3 (из третьего блока).

IV. Критерии оценивания работ поступающих

Критерии оценивания работ поступающих: полнота раскрытия вопросов экзаменационного билета; логичность и последовательность изложения материала; аргументированность ответа; способность анализировать и сравнивать различные подходы к решению поставленной проблемы; готовность отвечать на дополнительные вопросы по существу экзаменационного билета. Результаты вступительного экзамена оцениваются как «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно» и объявляются в день экзамена.

Оценка, баллы	Критерии оценивания
Отлично	Даны исчерпывающие и обоснованные ответы на вопросы, поставленные экзаменационной комиссией
Хорошо	Даны полные, достаточно глубокие и обоснованные ответы на вопросы, поставленные экзаменационной комиссией
Удовлетворительно	Даны в основном правильные ответы на вопросы, поставленные экзаменационной комиссией; ответы на вопросы даются в основном полно при слабой логической оформленности высказывания
Неудовлетворительно	Не выполнены условия, позволяющие выставить оценку «удовлетворительно»; претендент демонстрирует непонимание вопроса; у претендента нет ответа на вопрос.

V. Рекомендуемая литература

1. Башта Т.М. Гидропривод и гидропневмоавтоматика: учебник для вузов. - Москва : Машиностроение, 1972. - 320 с.
2. Шейпак А.А. Гидравлика и гидропневмопривод : Учебник. Ч.1 : Основы механики жидкости и газа. - 5-е изд., перераб. и доп. - М. : МГИУ, 2006. - 266 с.
3. Тарасик, В.П. Математическое моделирование технических систем [Электронный ресурс] : учебник / В.П. Тарасик. — Электрон. дан. — Минск : Новое знание, 2013. — 584 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/4324.
4. Гливенко Е.В. Математическое моделирование в нефтегазовом деле: учеб. пособие. М.: ИЦ РГУ Нефти и газа, 2009. 172 с.
5. Лурье М.В. Математическое моделирование процессов трубопроводного транспорта нефти, нефтепродуктов и газа: учеб. пособие. М.: ИЦ РГУ Нефти и газа, 2012. 456 с.
6. Штеренлихт Д.В. Гидравлика: учебник для вузов - М.: Энергоатомиздат, 2008. - 640 с
7. Флетчер К. Вычислительные методы в динамике жидкостей. В 2 т. М.: Мир, 1991.
8. Математическое моделирование гидродинамических процессов в элементах проточной части нефтяного оборудования: учеб. пособие /Ю.А. Булыгин, С.Г. Валюхов, Н.В. Заварзин, А.В. Кретинин. – ВГТУ. – Воронеж, 2013. – 219 с.