

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Воронежский государственный технический университет»

УТВЕРЖДАЮ

И.о. декана факультета машиностроения
и аэрокосмической техники

Ряжских В.И.



«29» августа 2017 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины**

**Методы и средства экспериментальных исследований
энергетического оборудования трубопроводных систем**

Направление подготовки (специальность) 21.04.01 Нефтегазовое дело

Программа Моделирование и оптимизация рабочих процессов
в энергетических системах газонефтепроводов

Квалификация (степень) выпускника магистр

Нормативный срок обучения 2 года / 2 года 5 мес.

Форма обучения очная/заочная

Автор программы к.т.н., доц.  / В.В. Бородкин /

Программа обсуждена на заседании кафедры нефтегазового оборудования
и транспортировки
«28» августа 2017 года Протокол № 1

Зав. кафедрой НГОТ,
д.т.н., профессор  / С.Г. Валюхов /

Руководитель ОПОП,
д.т.н., профессор  / С.Г. Валюхов /

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Цели дисциплины

Формирование компетенций, необходимых для эффективного осуществления процесса экспериментальных научных исследований энергетического оборудования трубопроводных систем на предприятиях нефтегазового комплекса любой организационно-правовой формы и в их структурных подразделениях.

1.2. Задачи освоения дисциплины

- изучить современные экспериментально-аналитические методы научных исследований;
- овладеть методиками стратегического и тактического планирования при проведении экспериментов;
- изучить современные инструментальные средства экспериментальных исследований;
- знать и применять на практике основные методы обработки результатов экспериментальных исследований;
- уметь оформлять и использовать результаты экспериментальных исследований, формулировать выводы и предложения, составлять отчеты о НИР.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Методы и средства экспериментальных исследований энергетического оборудования трубопроводных систем» относится к дисциплинам вариативной части (дисциплина по выбору) блока Б1.

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины «Методы и средства экспериментальных исследований энергетического оборудования трубопроводных систем» направлен на формирование следующих компетенций:

ОПК-2 - способностью использовать на практике знания, умения и навыки в организации исследовательских, проектных и конструкторских работ, в управлении коллективом

ОПК-4 - способностью разрабатывать научно-техническую, проектную и служебную документацию, оформлять научно-технические отчеты, обзоры, публикации по результатам выполненных исследований

ПК-2 - способностью использовать методологию научных исследований в профессиональной деятельности

ПК-3 - способностью планировать и проводить аналитические, имитационные и экспериментальные исследования, критически оценивать данные и делать выводы

ПК-5 - способностью проводить анализ и систематизацию научно-технической информации по теме исследования, осуществлять выбор методик и средств решения задачи, проводить патентные исследования с целью обеспечения патентной чистоты новых разработок

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции
ОПК-2	знать основные направления государственной политики в области развития науки и технологий; основные стадии и этапы процесса создания новой техники;
	уметь выбирать тему, определять гипотезы, цели и задачи исследований, вести разработку плана или программы, а также подготовку необходимых технических средств;
	владеть навыками в организации проектных и конструкторских работ и в управлении коллективом;
ОПК-4	знать структуру научно-технической и проектной документации на проведение экспериментальных исследований и порядок ее оформления; порядок подготовки научных материалов к опубликованию;
	уметь составлять и оформлять научно-технические отчеты по НИР, формулировать выводы и предложения;
	владеть навыками составления рефератов, рецензий и докладов по результатам выполненных научных исследований;
ПК-2	знать методологию проведения научных экспериментальных исследований энергетического оборудования, основные положения системного подхода к исследованию сложных систем;
	уметь правильно принимать решения и делать выводы относительно экспериментальных данных и условий их получения;
	владеть навыками общелогических, теоретических и эмпирических методов исследований
ПК-3	знать содержание этапов планирования эксперимента, способы построения тактического и стратегического плана;
	уметь проводить критический анализ результатов экспериментальных исследований и формулировать выводы и предложения;
	владеть навыками разработки план-программы эксперимента и способами критической оценки измерений;

ПК-5	знать методы и средства проведения экспериментальных исследований основных параметров энергетического оборудования трубопроводных систем;
	уметь проводить патентные исследования, осуществлять анализ и систематизацию собранной научно-технической информации по выбранной теме;
	владеть навыками отбора методик и средств экспериментального решения поставленных задач.

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Методы и средства экспериментальных исследований энергетического оборудования трубопроводных систем» составляет 4 з.е.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий
очная форма обучения

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры
		2
Аудиторные занятия (всего)	28	28
В том числе:		
Лекции	14	14
Практические занятия (ПЗ)	14	14
Самостоятельная работа	116	116
Курсовая работа	+	+
Виды промежуточной аттестации - зачет с оценкой	+	+
Общая трудоемкость: академические часы	144	144
зач.ед.	4	4

заочная форма обучения

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры
		3
Аудиторные занятия (всего)	6	6
В том числе:		
Лекции	2	2
Практические занятия (ПЗ)	4	4
Самостоятельная работа	134	134
Курсовая работа	+	+
Часы на контроль	4	4
Виды промежуточной аттестации - зачет с оценкой	+	+
Общая трудоемкость: академические часы	144	144

зач.ед.	4	4
---------	---	---

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

5.1 Содержание разделов дисциплины и распределение трудоемкости по видам занятий

очная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Прак зан.	СРС	Всего, час
1	Организация и методология научно-исследовательской работы в РФ.	Основные направления государственной политики в области развития науки и технологий. Стадии и этапы процесса создания новой техники, организация проектных и конструкторских работ, выбор темы, формулирование гипотез.	4	2	18	24
2	Планирование научно-исследовательской работы	Содержание методологического и процедурного разделов программы научного исследования. Основные источники и этапы информационного поиска с помощью УДК, ББК, МКИ и автоматизированных информационных систем. Анализ информации и формулирование задач экспериментальных исследований, разработка плана или программы, а также подготовка необходимых технических средств.	2	2	18	22
3	Структура силового энергетического оборудования нефтегазопроводов и определение его параметров.	Основное и обслуживающее энергетическое оборудование НПС и КС. Рабочие характеристики электроприводных магистральных и подпорных нефтяных насосов и центробежных нагнетателей с газотурбинным приводом. Регламентируемые показатели энергетического оборудования: показатели назначения (характеристики перекачиваемых и потребляемых сред, параметры энергетического питания, угловая скорость или частота вращения, подача, напор, мощность, прочие показатели); технические (к.п.д., показатели кавитации, масса, габариты, показатели самовсасывания); эргономические (внешняя утечка, уровень шума, уровень вибрации); надежности (наработка на отказ, ресурсы, вероятность безотказной работы, коэффициент технического использования, показатели сохраняемости).	2	2	20	24
4	Выбор методов и средств измерений регламентируемых параметров магистральных и подпорных нефтяных насосов и газотурбинных компрессоров	Основные методы измерения частоты вращения приводного вала (индукционный, магнитоиндукционный, импульсный, стробоскопический, центробежный). Основные методы измерения напора (давления). Преобразователи абсолютного, избыточного давлений и разрежения. Основные методы измерения подачи (расхода). Классификация измерительных средств. Измерение расхода жидкости объемным и массовым методами. Методы измерения крутящих моментов. Определение мощности на валу электродвигателя путем измерения потребляемой электрической мощности. Методы измерения температуры рабочей среды и элементов энергетического оборудования. Понятие о виброчастотной характеристике и общем уровне вибрации. Методы измерения уровня вибрации и шума. Регистрация СКЗ виброскорости при помощи стационарных вибродатчиков и переносных анализаторов. Методы получения характеристик кавитации и самовсасывания. Способы кавитационных стендовых испытаний. Стенды для получения	2	2	20	24

		характеристик самовсасывания. Выбор вида измерительных средств и определение их погрешностей при регистрации частоты вращения приводного вала. Конструктивные особенности и характеристики приборов для измерения давления. Показывающие манометры с трубчатой пружиной, на основе мембран, мембранных коробок, сильфонов; дифференциальные манометры; сигнализирующие манометры; приборы с электрическим выходным сигналом (с тензопреобразователями, емкостные, электромагнитные, пьезоэлектрические); регистраторы давления. Расходомеры переменного перепада давления. Стандартные диафрагмы и сопла. Расходомеры переменного уровня, расходомеры обтекания, тахометрические расходомеры, турбинные, шариковые и роторно-шаровые тахометрические расходомеры, тепловые расходомеры, меточные расходомеры, акустические расходомеры. Балансирные электродвигатели, двигатели на качающейся платформе, гидротормоза, электрические измерители крутящего момента (торзиометры). Жидкостные термометры. Термометры электросопротивления. Термоэлектрические пирометры (термопары). Тензометрические, инерционные, индукционные, пьезовибродатчики. Разложение вибросигнала посредством аналоговой и цифровой техники. Виброанализаторы, настроенные на реализацию метода спектрального анализа по методу преобразования Фурье. Частная кавитационная характеристика насосного оборудования. Характеристика самовсасывания. Атмосферная и временная характеристики самовсасывания.				
5	Обработка и представление результатов измерений, оценка их погрешностей	Методы оценки измерений. Погрешности измерений. Применение методов корреляционного анализа. Формы представления результатов измерений. Общая характеристика измерений. Установление минимального количества измерений. Исключение грубых ошибок. Графический анализ результатов измерений. Методы подбора эмпирических формул.	2	2	20	24
6	Анализ, оформление и использование результатов научных исследований	Составление отчетов по НИР в соответствии с требованиями ГОСТ. Форма и содержание реферата, рецензии и доклада. Порядок подготовки научных материалов к опубликованию. Основные критерии для оценки эффективности законченных НИР. Содержание основных этапов при внедрении законченных НИР.	2	4	20	26
Итого			14	14	116	144

заочная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Прак зан.	СРС	Всего, час
1	Организация и методология научно-исследовательской работы в РФ.	Основные направления государственной политики в области развития науки и технологий. Стадии и этапы процесса создания новой техники, организация проектных и конструкторских работ, выбор темы, формулирование гипотез.	2	-	22	24
2	Планирование научно-исследовательской работы	Содержание методологического и процедурного разделов программы научного исследования. Основные источники и этапы информационного поиска с помощью УДК, ББК, МКИ и автоматизированных информационных систем.	-	-	22	22

		Анализ информации и формулирование задач экспериментальных исследований, разработка плана или программы, а также подготовка необходимых технических средств.				
3	Структура силового энергетического оборудования нефтегазопроводов и определение его параметров.	Основное и обслуживающее энергетическое оборудование НПС и КС. Рабочие характеристики электроприводных магистральных и подпорных нефтяных насосов и центробежных нагнетателей с газотурбинным приводом. Регламентируемые показатели энергетического оборудования: показатели назначения (характеристики перекачиваемых и потребляемых сред, параметры энергетического питания, угловая скорость или частота вращения, подача, напор, мощность, прочие показатели); технические (к.п.д., показатели кавитации, масса, габариты, показатели самовсасывания); эргономические (внешняя утечка, уровень шума, уровень вибрации); надежности (наработка на отказ, ресурсы, вероятность безотказной работы, коэффициент технического использования, показатели сохраняемости).	-	-	22	22
4	Выбор методов и средств измерений регламентируемых параметров магистральных и подпорных нефтяных насосов и газотурбинных компрессоров	Основные методы измерения частоты вращения приводного вала (индукционный, магнитоиндукционный, импульсный, стробоскопический, центробежный). Основные методы измерения напора (давления). Преобразователи абсолютного, избыточного давлений и разрежения. Основные методы измерения подачи (расхода). Классификация измерительных средств. Измерение расхода жидкости объемным и массовым методами. Методы измерения крутящих моментов. Определение мощности на валу электродвигателя путем измерения потребляемой электрической мощности. Методы измерения температуры рабочей среды и элементов энергетического оборудования. Понятие о виброчастотной характеристике и общем уровне вибрации. Методы измерения уровня вибрации и шума. Регистрация СКЗ виброскорости при помощи стационарных вибродатчиков и переносных анализаторов. Методы получения характеристик кавитации и самовсасывания. Способы кавитационных стендовых испытаний. Стенды для получения характеристик самовсасывания. Выбор вида измерительных средств и определение их погрешностей при регистрации частоты вращения приводного вала. Конструктивные особенности и характеристики приборов для измерения давления. Показывающие манометры с трубчатой пружиной, на основе мембран, мембранных коробок, сильфонов; дифференциальные манометры; сигнализирующие манометры; приборы с электрическим выходным сигналом (с тензопреобразователями, емкостные, электромагнитные, пьезоэлектрические); регистраторы давления. Расходомеры переменного перепада давления. Стандартные диафрагмы и сопла. Расходомеры переменного уровня, расходомеры обтекания, тахометрические расходомеры, турбинные, шариковые и роторно-шаровые тахометрические расходомеры, тепловые расходомеры, меточные расходомеры, акустические расходомеры. Балансирные электродвигатели, двигатели на качающейся платформе, гидротормоза,	-	-	22	22

		электрические измерители крутящего момента (торзиометры). Жидкостные термометры. Термометры электросопротивления. Термоэлектрические пирометры (термопары). Гензометрические, инерционные, индукционные, пьезовибродатчики. Разложение вибросигнала посредством аналоговой и цифровой техники. Виброанализаторы, настроенные на реализацию метода спектрального анализа по методу преобразования Фурье. Частная кавитационная характеристика насосного оборудования. Характеристика самовсасывания. Атмосферная и временная характеристики самовсасывания.				
5	Обработка и представление результатов измерений, оценка их погрешностей	Методы оценки измерений. Погрешности измерений. Применение методов корреляционного анализа. Формы представления результатов измерений. Общая характеристика количества измерений. Исключение грубых ошибок. Графический анализ результатов измерений. Методы подбора эмпирических формул.	-	2	22	24
6	Анализ, оформление и использование результатов научных исследований	Составление отчетов по НИР в соответствии с требованиями ГОСТ. Форма и содержание реферата, рецензии и доклада. Порядок подготовки научных материалов к опубликованию. Основные критерии для оценки эффективности законченных НИР. Содержание основных этапов при внедрении законченных НИР.	-	2	24	26
Итого			2	4	134	140

5.2 Перечень лабораторных работ

Не предусмотрено учебным планом

6. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ (РАБОТ) И КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

В соответствии с учебным планом освоение дисциплины предусматривает выполнение курсовой работы в 2 семестре для очной формы обучения, в 3 семестре для заочной формы обучения.

Примерная тематика курсовой работы: «Статистическая обработка результатов измерений и установление функциональной зависимости между исследуемыми величинами».

Задачи, решаемые при выполнении курсовой работы:

- Изучение методов и технических средств, необходимых для определения рабочих параметров энергетического оборудования трубопроводных систем и установления их функциональной взаимосвязи.

- Получение практических навыков в проведении экспериментальных исследований параметров энергетического оборудования, статистической обработке результатов исследований и подбора необходимых эмпирических формул.

Курсовая работа включает в себя расчетно-пояснительную записку.

7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

7.1. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

7.1.1 Этап текущего контроля

Результаты текущего контроля знаний и межсессионной аттестации оцениваются по следующей системе:

«аттестован»;

«не аттестован».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Аттестован	Не аттестован
ОПК-2	знать основные направления государственной политики в области развития науки и технологий; основные стадии и этапы процесса создания новой техники	Активная работа на практических занятиях, тестирование	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	уметь выбирать тему, определять гипотезы, цели и задачи исследований, вести разработку плана или программы, а также подготовку необходимых технических средств	Решение стандартных практических задач, написание курсовой работы	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	владеть навыками в организации проектных и конструкторских работ и в управлении коллективом	Решение прикладных задач в конкретной предметной области, выполнение плана работ по разработке курсовой работы	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
ОПК-4	знать структуру научно-технической и проектной документации на проведение экспериментальных исследований и порядок ее оформления; порядок подготовки научных материалов к опубликованию	Активная работа на практических занятиях, отвечает на теоретические вопросы при защите курсовой работы	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	уметь составлять и оформлять научно-технические отчеты по НИР, формулировать выводы и предложения;	Решение стандартных практических задач, написание курсовой работы	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

	владеть навыками составления рефератов, рецензий и докладов по результатам выполненных научных исследований	Активная работа на практических занятиях, выполнение плана работ по разработке курсовой работы, отвечает на теоретические вопросы при защите курсовой работы	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
ПК-2	знать методологию проведения научных экспериментальных исследований энергетического оборудования, основные положения системного подхода к исследованию сложных систем	Активная работа на практических занятиях, тестирование	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	уметь правильно принимать решения и делать выводы относительно экспериментальных данных и условий их получения	Решение стандартных практических задач, написание курсовой работы	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	владеть навыками общелогических, теоретических и эмпирических методов исследований	Решение прикладных задач в конкретной предметной области, выполнение плана работ по разработке курсовой работы	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
ПК-3	знать содержание этапов планирования эксперимента, способы построения тактического и стратегического плана	Активная работа на практических занятиях, тестирование, отвечает на теоретические вопросы при защите курсовой работы	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	уметь проводить критический анализ результатов экспериментальных исследований и формулировать выводы и предложения	Решение стандартных практических задач, написание курсовой работы	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	владеть навыками разработки план-программы эксперимента и способами критической оценки измерений	Решение прикладных задач в конкретной предметной области, выполнение плана работ по разработке курсовой работы	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
ПК-5	знать методы и средства проведения экспериментальных исследований основных параметров энергетического оборудования трубопроводных	Активная работа на практических занятиях, тестирование, отвечает на теоретические вопросы при защите курсовой работы	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

	систем			
	уметь проводить патентные исследования, осуществлять анализ и систематизацию собранной научно-технической информации по выбранной теме	Решение стандартных практических задач, написание курсовой работы	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	владеть навыками отбора методик и средств экспериментального решения поставленных задач	Решение прикладных задач в конкретной предметной области, выполнение плана работ по разработке курсовой работы	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

7.1.2 Этап промежуточного контроля знаний

Результаты промежуточного контроля знаний оцениваются в 2 семестре для очной формы обучения, 3 семестре для заочной формы обучения по четырехбалльной системе:

«отлично»;

«хорошо»;

«удовлетворительно»;

«неудовлетворительно».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неудовл.
ОПК-2	знать основные направления государственной политики в области развития науки и технологий; основные стадии и этапы процесса создания новой техники	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	уметь выбирать тему, определять гипотезы, цели и задачи исследований, вести разработку плана или программы, а также подготовку необходимых технических средств	Решение стандартных практических задач	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	владеть навыками в организации проектных и конструкторских работ и в управлении коллективом	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

ОПК-4	знать структуру научно-технической и проектной документации на проведение экспериментальных исследований и порядок ее оформления; порядок подготовки научных материалов к опубликованию	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	уметь составлять и оформлять научно-технические отчеты по НИР, формулировать выводы и предложения;	Решение стандартных практических задач	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	владеть навыками составления рефератов, рецензий и докладов по результатам выполненных научных исследований	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
ПК-2	знать методологию проведения научных экспериментальных исследований энергетического оборудования, основные положения системного подхода к исследованию сложных систем	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	уметь правильно принимать решения и делать выводы относительно экспериментальных данных и условий их получения	Решение стандартных практических задач	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	владеть навыками общелогических, теоретических и эмпирических методов исследований	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
ПК-3	знать содержание	Тест	Выполнение	Выполнение	Выполнение	В тесте

	этапов планирования эксперимента, способы построения тактического и стратегического плана		теста на 90-100%	теста на 80-90%	теста на 70-80%	менее 70% правильных ответов
	уметь проводить критический анализ результатов экспериментальных исследований и формулировать выводы и предложения	Решение стандартных практических задач	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	владеть навыками разработки план-программы эксперимента и способами критической оценки измерений	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
ПК-5	знать методы и средства проведения экспериментальных исследований основных параметров энергетического оборудования трубопроводных систем	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	уметь проводить патентные исследования, осуществлять анализ и систематизацию собранной научно-технической информации по выбранной теме	Решение стандартных практических задач	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	владеть навыками отбора методик и средств экспериментального решения поставленных задач	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

7.2 Примерный перечень оценочных средств (типичные контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности)

7.2.1 Примерный перечень заданий для подготовки к тестированию

1. Какие объекты и сооружения не входят в состав магистральных газопроводов?

- А) трубопроводы,
- Б) компрессорные станции,
- В) насосные станции,
- Г) линейная арматура,
- Д) газонефтехранилища,
- Е) нет правильного ответа.

2. Какие объекты и сооружения не входят в состав магистральных нефте- и нефтепродуктопроводов?

- А) трубопроводы,
- Б) компрессорные станции,
- В) насосные станции,
- Г) линейная арматура,
- Д) нефтехранилища,
- Е) нет правильного ответа.

3. По какой причине применение вставки большего диаметра может быть нецелесообразным?

- А) затруднено размещение по трассе трубопровода,
- Б) затруднена очистка трубопровода и пропуск диагностических приборов,
- В) изменяется напор перекачивающих станций,
- Г) материальные затраты,
- Д) для увеличения пропускной способности,
- Е) нет правильного ответа.

4. Какой параметр характеризует режим движения жидкостей в трубопроводе?

- А) плотность,
- Б) вязкость,
- В) Прандтля,
- Г) Рейнольдса,
- Д) Грасгофа,
- Е) нет правильного ответа.

5. Что такое «кавитационный запас»?

а) Высота расположения центра входного отверстия насоса относительно свободной поверхности жидкости в открытом расходном резервуаре, из которого производится всасывание жидкости насосом.

б) Высота расположения свободной поверхности жидкости в [открытом резервуаре](#), из которого производится всасывание, отсчитанная от центра

входного отверстия насоса.

в) Превышение полного напора жидкости во всасывающем патрубке насоса над давлением рн. п насыщенных паров этой жидкости.

6. Чем отличается типичная форма кривой Q-H осевой машины от центробежной?

а) Углом наклона к оси ОХ.

б) У осевой машины кривая часто имеет седлообразную форму.

в) У осевой машины кривая часто имеет экспоненциальную форму.

7. К какому классу относятся поршневые насосы?

а) Объёмному.

б) Динамическому.

в) Центробежному.

8. Объёмный КПД насоса - это

а) отношение его действительной подачи к теоретической;

б) отношение его теоретической подачи к действительной;

в) разность его теоретической и действительной подачи;

г) отношение суммы его теоретической и действительной подачи к частоте оборотов.

9. Мощность, которая передается от приводного двигателя к валу насоса называется

а) полезная мощность;

б) подведенная мощность;

в) гидравлическая мощность;

г) механическая мощность.

10. Мощность, которая отводится от насоса в виде потока жидкости под давлением называется

а) подведенная мощность;

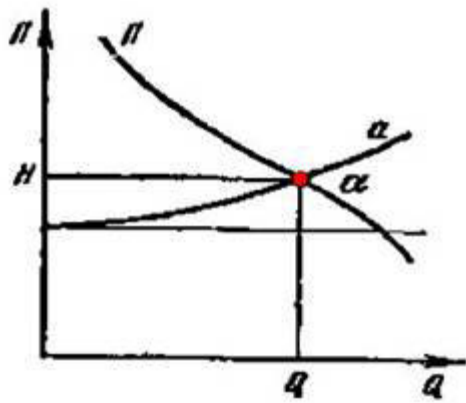
б) полезная мощность;

в) гидравлическая мощность;

г) механическая мощность.

7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач

1. Как называется точка пересечения характеристики насоса Q-H и характеристики трубопровода (а)?



- а) Точка совместного функционирования.
- б) Точка максимального КПД.
- в) Рабочая точка.

2. Выберите уравнение Эйлера.

$$k = \frac{1}{1 + \frac{1,2}{z} \cdot \frac{1 + \sin \beta_2}{1 - (D_1/D_2)^2}}$$

- а)
- б) $NT = (u_2 c_2 u - u_1 c_1 u) / g$
- в) $NT = rQ(R_2 c_2 u - R_1 c_1 u)$

3. Теоретическая подача поршневого насоса простого действия

- а) $Q_T = F \ell n \eta_o$;
- б) $Q_T = \frac{F \ell}{n}$;
- в) $Q_T = \frac{\ell n}{F}$;
- г) $Q_T = F \ell n$

4. Действительная подача поршневого насоса простого действия

- а) $Q_T = F \ell n$;
- б) $Q_T = \frac{F \ell}{n}$;
- в) $Q_T = \frac{\ell n}{F}$;
- г) $Q_T = F \ell n \eta_o$

5. Теоретическая подача дифференциального поршневого насоса определяется по формуле

- а) $Q_T = F \ln$; б) $Q_T = F \ln + (F - f) \ln$;
 в) $Q_T = (F - f) \ln$; г) $Q_T = 2F \ln$.

6. Для перевода значения давления, выраженного в Па, в значение, выраженное в кгс/м², необходимо полученный результат умножить на...

- а) 0,101
 б) 0,102
 в) 1,2
 г) 1,0197
 д) 0,103

7. Коэффициент объемного сжатия определяется по формуле:

- а) $\beta_V = -\frac{1}{dV} \frac{dV}{dP}$; б) $\beta_V = -\frac{1}{V} \frac{dV}{dP}$;
 в) $\beta_V = \frac{1}{V} \frac{dP}{dV}$; г) $\beta_V = -\frac{1}{P} \frac{dP}{dV}$.

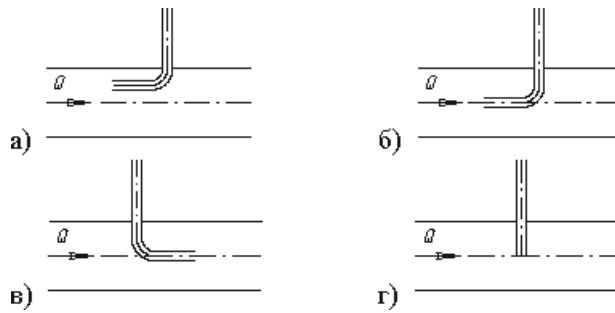
8. Среднее гидростатическое давление, действующее на дно резервуара, определяется по формуле:

- а) $P_{cp} = \frac{G}{V}$; б) $P_{cp} = \frac{V}{P_{атм}}$; в) $P_{cp} = \frac{\gamma V}{G}$; г) $P_{cp} = \frac{P}{S}$.

9. Равнодействующая гидростатического давления в резервуарах с плоской наклонной стенкой равна:

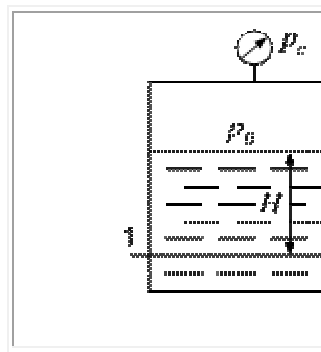
- а) $F = \gamma \rho S$;
 б) $F = \frac{\gamma h S}{2} \cos \alpha$;
 в) $F = \rho S h_c$;
 г) $F = \frac{\gamma H}{2} S$.

10. На каком рисунке трубка Пито установлена правильно:



7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

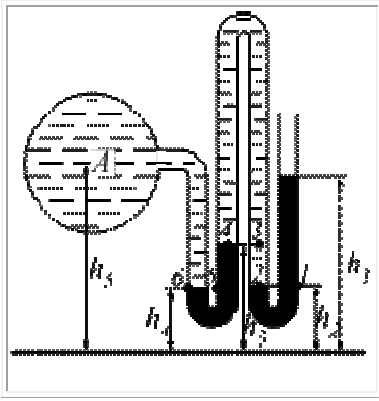
1. В закрытом резервуаре с нефтью плотностью $\rho = 880$ кг/м³ вакуумметр, установленный на его крышке, показывает $p_v = 1,18 \cdot 10^4$ Па.



Определить показание манометра p_m , присоединенного к резервуару на глубине $H = 6$ м от поверхности жидкости, и положение пьезометрической плоскости.

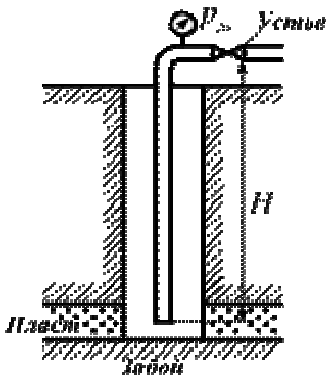
- а) Ниже поверхности жидкости на расстоянии 1,37 м
- б) Выше поверхности жидкости на расстоянии 1,37 м
- в) Ниже поверхности жидкости на расстоянии 1,53 м

2. Найти избыточное давление в сосуде А с водой по показаниям многоступенчатого двухжидкостного ртутного манометра: $h_1 = 82$ см; $h_2 = 39$ см; $h_3 = 54$ см; $h_4 = 41$ см; $h_5 = 100$ см; $\rho_v = 103$ кг/м³; $\rho_p = 1,36 \cdot 10^4$ кг/м³.



- а) 67,4 кПа б) 625Па в) 32,4 кПа

3. Определить давление на забое закрытой газовой скважины (если глубина скважины $H = 2200$ м, манометрическое давление на устье $p_m = 10,7$ МПа, плотность природного газа при атмосферном давлении и температуре в скважине (считаемой неизменной по высоте) $\rho = 0,76$ кг/м³, атмосферное давление $p_a = 98$ кПа).



- а) 15,3 МПа б) 12,8 МПа в) 34200 кПа

4. Основное уравнение гидростатического давления записывается в виде:

а) $P = P_{атм} + \rho gh;$

б) $P = P_0 - \rho gh;$

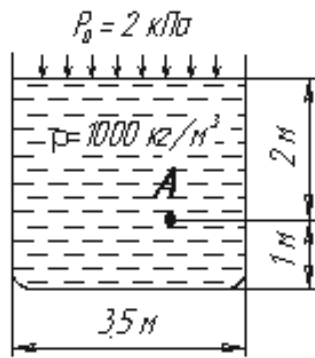
в) $P = P_0 + \rho gh;$

г) $P = P_0 + \rho \gamma h.$

5. Сила, действующая со стороны жидкости на погруженное в нее тело равна

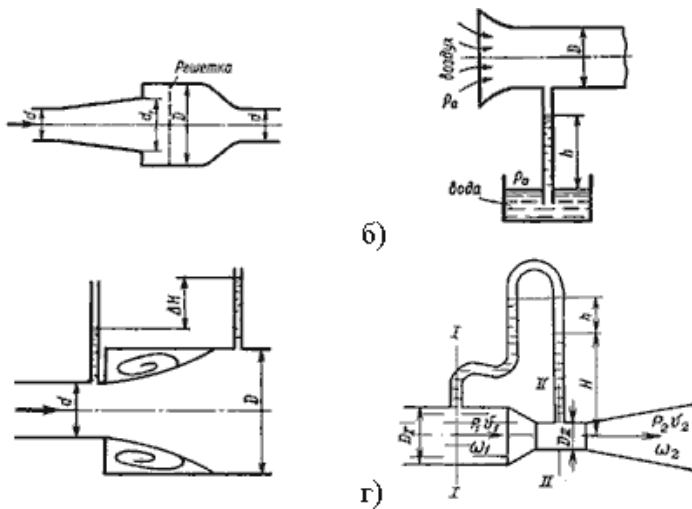
- а) $P_{\text{выт}} = \rho_{\text{тела}} g V_{\text{тела}}$;
- б) $P_{\text{выт}} = \rho_{\text{ж}} g V$;
- в) $P_{\text{выт}} = \rho_{\text{ж}} g h_{\text{погр}}$;
- г) $P_{\text{выт}} = \rho_{\text{ж}} g V_{\text{погр}}$.

6. Чему равно гидростатическое давление в точке А ?



- а) 23,1 кПа
- б) 19,7 кПа
- в) 21,62 кПа;

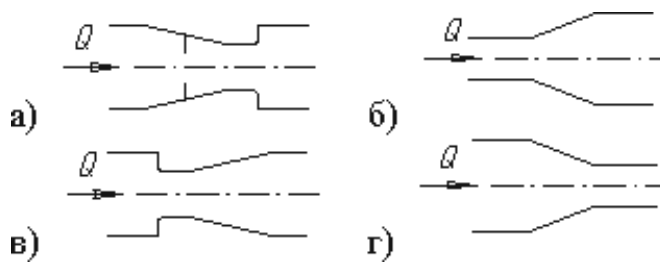
7. Укажите, на каком рисунке изображен расходомер Вентури



8. Уровень жидкости в трубке Пито поднялся на высоту $H = 15$ см. Чему равна скорость жидкости в трубопроводе

- а) 1,21 м/с; б) 2,1 м/с; в) 1,72 м/с;

9. На каком рисунке изображен конфузур



10. Из резервуара через отверстие происходит истечение жидкости с турбулентным режимом. Напор $H = 38$ см, коэффициент сопротивления отверстия $\xi = 0,6$. Чему равна скорость истечения жидкости?

- а) 2,11 м/с; б) 1,69 м/с; в) 1,78 м/с

7.2.4 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету

Не предусмотрено учебным планом

7.2.5 Примерный перечень заданий для подготовки к зачету с оценкой

1. Типовая структура магистрального газонефтепровода.
2. Основное энергетическое оборудование НПС. Конструктивные схемы и принцип действия.
3. Обслуживающее энергетическое оборудование НПС. Конструктивные схемы и принцип действия.
4. Структура энергетического оборудования КС.
5. Особенности и области применения ПГПС. Конструктивные схемы, параметры и принцип действия.
6. Типовая конструктивная схема ГГПА.
7. Состав и структура блока турбогруппы ГТУ. Принцип работы.
8. Основные параметры энергетического оборудования НПС и КС.
9. Как выглядит структура показателей, характеризующих качество насосного оборудования?
10. Какой состав структуры показателей перекачиваемых сред?
11. Основные понятия и виды соотношений между объемными, массовыми и весовыми параметрами подач и напоров насоса.
12. Понятие о гидравлической, гидродинамической и полной мощности насоса.
13. Основные требования, предъявляемые к измерениям частоты вращения, давления, подачи и мощности центробежных насосов.
14. Какова структура к.п.д. лопастных насосов и насосных агрегатов?
15. Понятие о различных видах кавитации и основных параметрах

надкавитационного напора.

16. Основные показатели самовсасывания лопастных насосов.
17. Эргономические показатели качества центробежных насосов.
18. Специальные показатели качества.
19. Основные вопросы, решаемые при выборе показателей надежности.
20. Геометрическое, кинематическое и гидродинамическое подобие.

Принцип анализа размерностей.

21. Основные безразмерные показатели качества насосов.
22. Каков состав материальной базы обеспечения единства измерений?
23. Цели и задачи метрологического обеспечения испытаний.
24. Основные требования к метрологическому обеспечению.
25. Состав видов измерений при проведении испытаний.
26. Структура средств измерений.
27. Первичные измерительные преобразователи.
28. Преобразователи средств измерений давления.
29. Преобразователи средств измерений температуры.
30. Тензорезисторные измерительные преобразователи и

предпочтительные области их использования.

31. Какова взаимосвязь абсолютного, атмосферного, избыточного и вакуумметрического давлений?

32. Какое давление измеряют манометрами, вакуумметрами и барометрами?

33. Общая классификация приборов для измерения давлений.

34. Устройство и принцип действия манометров с трубчатыми пружинами.

35. Разновидности форм сечения трубчатых пружин и их использование в измерительных приборах.

36. Основные недостатки трубчато-пружинных приборов.

37. Принципиальное устройство дифференциальных манометров и области их применения.

38. Принципиальные схемы сигнализирующих (электроконтактных) манометров.

39. Манометры с электрическим выходным сигналом.

40. Манометры с тензорезистивными измерительными преобразователями давления.

41. Манометры с емкостными измерительными преобразователями давления.

42. Манометры с электромагнитными измерительными преобразователями давления.

43. Манометры с пьезометрическими измерительными преобразователями давления.
44. Структура измерительного преобразователя на основе пьезоэффекта.
45. Основные методы измерения подачи (расхода). Классификация измерительных средств.
46. Измерение расхода жидкости объемным и массовым методами.
47. Расходомеры переменного перепада давления. Стандартные диафрагмы и сопла.
48. Расходомеры переменного уровня, расходомеры обтекания.
49. Тахометрические расходомеры, турбинные, шариковые и роторно-шаровые тахометрические расходомеры.
50. Тепловые расходомеры, меточные расходомеры, акустические расходомеры.
51. Индукционный и магнитоиндукционный методы измерения частоты вращения приводного вала.
52. Импульсный, стробоскопический и центробежный методы измерения частоты вращения приводного вала.
53. Выбор вида измерительных средств и определение их погрешностей при регистрации частоты вращения приводного вала.
54. Методы измерения крутящих моментов. Определение мощности на валу электродвигателя путем измерения потребляемой электрической мощности.
55. Балансирные электродвигатели и двигатели на качающейся платформе.
56. Гидротормоза, электрические измерители крутящего момента (торзиометры).
57. Методы измерения температуры рабочей среды и элементов энергетического оборудования (жидкостные термометры, термометры электросопротивления и термоэлектрические пирометры).
58. Понятие о вибросредоточной характеристике и общем уровне вибрации. Методы измерения уровня вибрации и шума.
59. Регистрация СКЗ виброскорости при помощи стационарных вибродатчиков и переносных анализаторов.
60. Тензометрические, инерционные, индукционные, пьезовибродатчики.
61. Разложение вибросигнала посредством аналоговой и цифровой техники. Виброанализаторы, настроенные на реализацию метода спектрального анализа по методу преобразования Фурье.

62. Методы получения характеристик кавитации и самовсасывания.
63. Способы кавитационных стендовых испытаний. Стенды для получения характеристик самовсасывания.
64. Частная кавитационная характеристика насосного оборудования. Характеристика самовсасывания.
65. Атмосферная и временная характеристики самовсасывания.
66. Методы оценки измерений. Погрешности измерений.
67. Общая характеристика измерений. Применение методов корреляционного анализа.
68. Установление минимального количества измерений. Исключение грубых ошибок.
69. Формы представления результатов измерений. Графический анализ результатов измерений.
70. Методы подбора эмпирических формул.

7.2.6. Методика выставления оценки при проведении промежуточной аттестации

Зачет с оценкой проводится по тест-билетам, каждый из которых содержит 10 вопросов и задачу. Каждый правильный ответ на вопрос в тесте оценивается 1 баллом, задача оценивается в 10 баллов (5 баллов верное решение и 5 баллов за верный ответ). Максимальное количество набранных баллов – 20.

1. Оценка «Неудовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал менее 6 баллов.

2. Оценка «Удовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал от 6 до 10 баллов

3. Оценка «Хорошо» ставится в случае, если студент набрал от 11 до 15 баллов.

4. Оценка «Отлично» ставится, если студент набрал от 16 до 20 баллов.)

7.2.7 Паспорт оценочных материалов

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
1	Организация и методология научно-исследовательской работы в РФ.	ОПК-2, ОПК-4, ПК-2, ПК-3, ПК-5	Тест, контрольная работа, требования к курсовой работе
2	Планирование научно-исследовательской работы	ОПК-2, ОПК-4, ПК-2, ПК-3, ПК-5	Тест, контрольная работа, требования к курсовой работе
3	Структура силового энергетического оборудования нефтегазопроводов и определение его параметров.	ОПК-2, ОПК-4, ПК-2, ПК-3, ПК-5	Тест, контрольная работа, требования к курсовой работе

4	Выбор методов и средств измерений регламентируемых параметров магистральных и подпорных нефтяных насосов и газотурбинных компрессоров	ОПК-2, ОПК-4, ПК-2, ПК-3, ПК-5	Тест, контрольная работа, требования к курсовой работе
5	Обработка и представление результатов измерений, оценка их погрешностей	ОПК-2, ОПК-4, ПК-2, ПК-3, ПК-5	Тест, контрольная работа, требования к курсовой работе
6	Анализ, оформление и использование результатов научных исследований	ОПК-2, ОПК-4, ПК-2, ПК-3, ПК-5	Тест, контрольная работа, требования к курсовой работе

7.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

Тестирование осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных тест-заданий на бумажном носителе. Время тестирования 30 мин. Затем осуществляется проверка теста экзаменатором и выставляется оценка согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение стандартных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение прикладных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Защита курсовой работы осуществляется согласно требованиям, предъявляемым к работе, описанным в методических материалах. Примерное время защиты на одного студента составляет 20 мин.

8 УЧЕБНО МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ)

8.1 Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

1. Основы научных исследований: учебник для техн. вузов / В.И. Крутов, И.М. Грушко, В.В. Попов и др.; под ред. В.И. Крутова, В.В. Попова.- М.: Высш. шк., 1989.- 400 с.

2. Валюхов С.Г. Основы научных исследований: курс лекций: учеб. пособие / С.Г. Валюхов, В.В. Бородин, Ю.А. Булыгин. - ФГБОУ ВПО «Воронежский государственный технический университет». - Воронеж: Издательско - полиграфический центр «Научная книга», 2012. - 238 с.

3. Валюхов С.Г. Методы и средства исследований: курс лекций: учеб. пособие / С.Г. Валюхов, В.В. Бородкин, Ю.А. Булыгин.- ФГБОУ ВПО «Воронежский государственный технический университет». - Воронеж: Издательско - полиграфический центр «Научная книга», 2014. - 121 с.

4. Валюхов С.Г. Методы и средства регистрации параметров энергетического оборудования газонефтепроводов: учеб. пособие / С.Г. Валюхов, В.В. Бородкин, Ю.А. Булыгин.- ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет». - Воронеж: Издательско-полиграфический центр «Научная книга», 2016. - 194 с.

5. Валюхов С.Г. Машины и оборудование газонефтепроводов: учеб. пособие / С.Г. Валюхов, В.В. Бородкин, Ю.А. Булыгин. - ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет». - Воронеж: Издательско - полиграфический центр «Научная книга», 2017. - 295 с.

8.2 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень лицензионного программного обеспечения, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

1. Электронно-библиотечная система (ЭБС), представленная на сайте вуза. Электрон. дан. - Режим доступа: <http://cchgeu.ru/university/library/dostupnye-ebs/>.

2. Единое окно доступа к образовательным ресурсам. Электрон. дан. - Режим доступа: <http://window.edu.ru/>.

3. Petrolibrary.ru. Электрон. дан. - Режим доступа: <http://petrolibrary.ru>.

4. Газовая промышленность. Электрон. дан. - Режим доступа: <http://www.gazprom.ru>.

5. Нефтегазовая промышленность. Электрон. дан. - Режим доступа: <http://www.neftelib.ru/>.

6. Нефть России. Электрон. дан. - Режим доступа: <http://www.oilru.com/>.

7. Информационный сайт инженеров нефти и газа. Электрон. дан. - Режим доступа: <http://www.oil-info.ru>.

Электронные журналы:

8. Нефтегазовая вертикаль. Электрон. дан. - Режим доступа: <http://www.ngv.ru/>.

9. Нефтегазовое дело. Электрон. дан. - Режим доступа: <http://ogbus.ru>.

10. Нефть и газ – избранное. Электрон. дан. - Режим доступа: <http://nglib-free.ru/>.

11. Тех. Лит. ру. Электрон. дан. - Режим доступа: <http://www.tehlit.ru/>.

9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

Специализированная лекционная аудитория, оснащенная оборудованием для лекционных демонстраций и проекционной аппаратурой.

Проектно-конструкторский центр по договору между ОАО Турбонасос и ФГБОУ ВПО ВГТУ №132/316-13 от 29 ноября 2013 года на создание и обеспечение деятельности базовой кафедры нефтегазового оборудования и транспортировки (базовой кафедры) созданной при базовой организации (компьютеры – 15 шт, МФУ А0))

10. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

По дисциплине «Методы и средства экспериментальных исследований энергетического оборудования трубопроводных систем» читаются лекции, проводятся практические занятия, выполняется курсовая работа.

Основой изучения дисциплины являются лекции, на которых излагаются наиболее существенные и трудные вопросы, а также вопросы, не нашедшие отражения в учебной литературе.

Практические занятия направлены на приобретение практических навыков расчета. Занятия проводятся путем решения конкретных задач в аудитории.

Методика выполнения курсовой работы изложена в учебно-методическом пособии. Выполнять этапы курсовой работы должны своевременно и в установленные сроки.

Контроль усвоения материала дисциплины производится проверкой курсовой работы, защитой курсовой работы.

Вид учебных занятий	Деятельность студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; пометать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначение вопросов, терминов, материала, которые вызывают трудности, поиск ответов в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на лекции или на практическом занятии.
Практическое занятие	Конспектирование рекомендуемых источников. Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам,

	просмотр рекомендуемой литературы. Прослушивание аудио- и видеозаписей по заданной теме, выполнение расчетно-графических заданий, решение задач по алгоритму.
Самостоятельная работа	Самостоятельная работа студентов способствует глубокому усвоению учебного материала и развитию навыков самообразования. Самостоятельная работа предполагает следующие составляющие: <ul style="list-style-type: none"> - работа с текстами: учебниками, справочниками, дополнительной литературой, а также проработка конспектов лекций; - выполнение домашних заданий и расчетов; - работа над темами для самостоятельного изучения; - участие в работе студенческих научных конференций, олимпиад; - подготовка к промежуточной аттестации.
Подготовка к промежуточной аттестации	Готовиться к промежуточной аттестации следует систематически, в течение всего семестра. Интенсивная подготовка должна начаться не позднее, чем за месяц-полтора до промежуточной аттестации. При подготовке к зачету с оценкой эффективнее всего использовать время для повторения и систематизации материала.