


 УТВЕРЖДАЮ
 Директор института природных ресурсов
 А.Ю. Дмитриев
 2016 г.

**БАЗОВАЯ РАБОЧАЯ ПРОГРАММА МОДУЛЯ (ДИСЦИПЛИНЫ)
«НАДЕЖНОСТЬ И ДОЛГОВЕЧНОСТЬ МАШИН»**

Направление (специальность) ООП 21.03.01 «Нефтегазовое дело»
 Номер кластера (для унифицированных дисциплин) _____
 Профиль(и) подготовки (специализация, программа)
Б1.ВМ5.1 «Эксплуатация и обслуживание объектов транспорта и хранения нефти, газа и продуктов переработки»

Квалификация (степень) бакалавр
 Базовый учебный план приема 2016 г.
 Курс 4 семестр 8
 Количество кредитов 3
 Код дисциплины Б1.ВМ5.1.11

| Виды учебной деятельности | Временной ресурс по очной форме обучения |
|---------------------------|--|
| Лекции, ч | 22 |
| Практические занятия, ч | 22 |
| Лабораторные занятия, ч | |
| Аудиторные занятия, ч | 44 |
| Самостоятельная работа, ч | 64 |
| ИТОГО, ч | 108 |

Вид промежуточной аттестации экзамен
 Обеспечивающее подразделение ИПР, кафедра ТХНГ

Заведующий кафедрой  А.В. Рудаченко

Руководитель ООП  О.В. Брусник

Преподаватель  А.В. Рудаченко

2016 г.

1. Цели освоения дисциплины

В результате освоения дисциплины Б1.ВМ5.1.11 «Надежность и долговечность машин» бакалавр приобретает знания, умения и навыки, обеспечивающие достижение целей Ц1, Ц2, Ц3, Ц5 ООП 21.03.01 «Нефтегазовое дело»:

| Код цели | Формулировка цели | Требования ФГОС и заинтересованных работодателей |
|----------|---|---|
| Ц1 | Готовность выпускников к производственно-технологической и проектной деятельности, обеспечивающей модернизацию, внедрение и эксплуатацию оборудования для добычи, транспорта и хранения нефти и газа | Требования ФГОС, критерии АИОР, соответствие международным стандартам EUR-ACE и FEANI. Потребности научно-исследовательских центров |
| Ц2 | Готовность выпускников к междисциплинарной экспериментально-исследовательской деятельности для решения задач, связанных с разработкой инновационных эффективных методов бурения нефтяных и газовых скважин, разработкой и эксплуатацией месторождений углеводородов, их транспорта и хранения | Институт химии нефти СО РАН и предприятий нефтегазовой промышленности, предприятия ООО «Газпром», АК «Транснефть» |
| Ц3 | Готовность выпускников к организационно-управленческой деятельности для принятия профессиональных решений в междисциплинарных областях современных нефтегазовых технологий с использованием принципов менеджмента и управления | Требования ФГОС, критерии АИОР, соответствие международным стандартам EUR-ACE и FEANI, запросы отечественных и зарубежных работодателей |
| Ц5 | Готовность выпускников к самообучению и непрерывному профессиональному самосовершенствованию в условиях автономии и самоуправления | |

Целью изучения дисциплины является формирование у студентов базовых знаний по анализу надежности и долговечности оборудования газонефтепроводов и газонефтехранилищ, выбору основных направлений по повышению показателей надежности на стадии проектирования оборудования и его эксплуатации.

2. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина Б1.ВМ5.1.11 «Надежность и долговечность машин» относится к профессиональному циклу профиля подготовки бакалавров Б1.ВМ5.1 «Эксплуатация и обслуживание объектов транспорта и хранения нефти, газа и продуктов переработки», согласно ООП 21.03.01 «Нефтегазовое дело».

Дисциплине Б1.ВМ5.1.11 «Надежность и долговечность машин» предшествует освоение дисциплин (ПЕРЕКВИЗИТЫ):

- Б1.ВМ4.2.1 «Творческий проект»;
- Б1.ВМ3.5 «Безопасность жизнедеятельности 1.1»;
- Б1.ВМ4.15.1 «Машины и оборудование нефтегазовых объектов»;
- Б1.ВМ4.17 «Планирование и обработка экспериментальных данных»;
- Б1.ВМ5.1.2 «Математические основы теории надежности»;

Содержание разделов дисциплины (модуля) согласовано с содержанием

дисциплин, изучаемых параллельно (КОРЕКВИЗИТЫ):

- Б1. ВМ4.4.1 «Учебно-исследовательская работа студентов»;
- Б1.ВМ5.1.10 Безопасность технологических процессов при транспорте нефти и газа;
- Б3.Б «Итоговая государственная аттестация».

3. Результаты освоения дисциплины

В соответствии с требованиями ООП освоение дисциплины Б1.ВМ5.1.11 «Надежность и долговечность машин» направлено на формирование у студентов следующих компетенций (результатов обучения), в т.ч. в соответствии с ФГОС ВПО, критериями АИОР, согласованных с требованиями международных стандартов EURACE и FEANI (табл. 1):

Таблица 1
Составляющие результатов обучения, которые будут получены при изучении дисциплины

| Результаты обучения, согласно ООП | Составляющие результатов обучения | | | | | |
|---|-----------------------------------|---|-------|--|-------|---|
| | Код | Знания | Код | Умения | Код | Владение опытом |
| Р4 (ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3, ОПК-4, ОПК-5, ОПК-6) (ЕАС-4.2d), (АВЕТ3е) | 34.31 | Условия прочности для простых и сложных видов сопротивления материалов | У4.33 | Исследовать и анализировать причины разрушения газонефтепроводов и газонефтехранилищ | В4.35 | Знаниями для оценки определения степени опасности обнаруженного дефекта |
| Р5 (ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-4, ПК-7, ПК-8, ПК-9, ПК-10, ПК-11, ПК-13, ПК-14, ПК-15) | 35.25 | Основные показатели надежности оборудования и элементы механики разрушения, с учётом факторов, определяющие вид и интенсивность изнашивания материала, причинах снижения надежности оборудования и определению путей их повышения | У5.26 | Определять, систематизировать и получать необходимую информацию в области надежности и долговечности газонефтепроводов на основе новейших методов и инструментальных средств информационных технологий | В5.26 | Методикой определения показателей с учетом вероятностного характера внешних воздействий и характеристик материалов газонефтепроводов |
| Р6 (ПК-1, ПК-5, ПК-6, ПК-10, ПК-12) | 36.7 | Математические модели накопления повреждений и факторы, определяющие вид и интенсивность изнашивания | У6.7 | Проводить анализ показателей надежности в зависимости от условий эксплуатации и определять условия, предотвращающие образование и развитие трещин | В6.7 | Моделями надежности и оценкой показателей надежности различных блоков, прогнозирование остаточного ресурса на основе диагностических данных |

| | | | | | | |
|---|-------|--|-------|---|-------|---|
| Р9 (ПК-21, ПК-23, ПК-24, ПК-25, ПК-26) | 39.16 | Закономерности снижения надежности машин в зависимости от факторов механического воздействия | У9.16 | Оценивать эффективность мероприятий, направленных на повышение надежности на стадии проектирования и эксплуатации | В9.16 | Методами проведения оценки долговечности или остаточного ресурса конструкций и прогнозирование их эксплуатационную надежность |
|---|-------|--|-------|---|-------|---|

В результате освоения дисциплины Б1.ВМ5.1.11 «Надежность и долговечность машин» студентом должны быть достигнуты следующие результаты:

Таблица 2
Планируемые результаты освоения дисциплины

| № п/п | Результат |
|-------|---|
| РД1 | Знает математические модели накопления повреждений и факторы, определяющие вид и интенсивность изнашивания конструкций |
| РД2 | Знает и владеет методами проведения оценки долговечности или остаточного ресурса конструкций и прогнозирования их эксплуатационной надежности |
| РД3 | Умеет исследовать и анализировать причины разрушения конструкций |
| РД4 | Умеет оценивать эффективность мероприятий, направленных на повышение надежности на стадии проектирования и эксплуатации |

4. Структура и содержание дисциплины

Содержание теоретического раздела дисциплины Б1.ВМ5.1.11 «Надежность и долговечность машин» включает темы лекционных занятий общей трудоемкостью 22 часа, темы практических занятий общей трудоемкостью 22 часа (табл.3).

Темы лекционных и практических занятий

| № п/п | Название модуля дисциплины | Объем, ч. | |
|--------|--|-----------|----|
| | | ЛК | ПР |
| 1 | Введение в предмет. Основные показатели надежности и долговечности | 2 | - |
| 2 | Показатели надежности и математические модели теории надежности | 4 | 5 |
| 3 | Модели накопления повреждений | 4 | 5 |
| 4 | Классификация нагрузок и воздействий | 2 | 2 |
| 5 | Построение полуэмпирических моделей по данным ресурсных испытаний | 2 | 2 |
| 6 | Малоцикловая усталость | 2 | 2 |
| 7 | Элементы механики разрушения | 2 | 2 |
| 8 | Рост усталостных трещин | 2 | 2 |
| 9 | Структурные модели накопления повреждений | 2 | 2 |
| ВСЕГО: | | 22 | 22 |

Модуль 1. Введение в предмет. Основные показатели надежности и долговечности. Основные термины и определения. Цели и задачи технической диагностики. (2 ч.).

Модуль 2. Показатели надежности и математические модели теории надежности. Соотношения между показателями надежности. Математические модели показателей надежности. Математические модели надежности на основе экспоненциального закона распределения и распределении Вейбула. (2 ч.)

Простейшие задачи теории надежности. Постановка задач теории надежности. Элементарные модели отказов. Классификация отказов. (2 ч.).

Сложное сопротивление материалов. Расчеты на усталость.(5ч.)

Модуль 3. Модели накопления повреждений. Скалярная мера накопления повреждений. Линейное суммирование повреждений. Автомодельный процесс накопления повреждений. Модель накопления повреждений В.В. Болотина. Многостадийная модель накопления повреждений (4 ч.).

Неразъемные соединения деталей. Прочностной расчет.(5ч.)

Модуль 4. Классификация нагрузок и воздействий. Основные виды отказов в оборудовании, подверженном механическим нагрузкам. Постоянные, временные и случайные нагрузки. Влияние характера нагрузок и закона их изменения на показатели надежности оборудования. Влияние разброса механических свойств на показатели надежности. (2 ч.).

Расчет прочности при динамических нагрузках (2 ч.)

Модуль 5. Полуэмпирические модели усталости. Построение полуэмпирических моделей по данным ресурсных испытаний. Классическая многоцикловая усталость.(2 ч.).

Решение задач по теме модуля (2ч.)

Модуль 6. Малоцикловая усталость. Механическое изнашивание и усталость.(2 ч.).

Решение задач по теме модуля (2ч.)

Модуль 7. Элементы механики разрушения. Линейная и нелинейная механика разрушений. Энергетический подход Гриффитса. Силовой подход Ирвина. Моды разрушений. Экспериментальная механика разрушения. Трещиностойкость материала. Концевая зона трещины и раскрытие фронта трещины. (2 ч.)

Решение задач по теме модуля (2ч.)

Модуль 8. Рост усталостных трещин. Скорость роста усталостных трещин. Уравнение Формана. Модель зарождения макроскопических трещин. (2 ч.)

Решение задач по теме модуля (2ч.)

Модуль 9. Структурные модели накопления повреждений. Модель накопления рассеянных повреждений. Модель замедленного хрупкого разрушения. Объединенная структурная модель.(2 ч.)

Решение задач по теме модуля (2ч.)

5. Образовательные технологии

Для успешного освоения дисциплины Б1.ВМ5.1.11 «Надежность и долговечность машин» применяются различные образовательные технологии, кото-

рые обеспечивают достижение планируемых результатов обучения согласно основной образовательной программе (табл. 4).

Таблица 4

Методы и формы организации обучения

| Формы организации обучения | Лекции, Практики, ЛБ | Тренинг Мастер-класс | СРС |
|----------------------------|----------------------|----------------------|-----|
| Методы | | | |
| IT-методы | x | | x |
| Работа в команде | x | | x |
| Case-study | x | x | x |

6. Организация и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

6.1. Виды и формы самостоятельной работы

Самостоятельная работа студентов включает текущую и творческую проблемно-ориентированную самостоятельную работу (ТСР).

Текущая СРС направлена на углубление и закрепление знаний студента, развитие практических умений и включает:

- работа с лекционным материалом, поиск и обзор литературы и электронных источников информации по индивидуально заданной проблеме курса;
- изучение тем, вынесенных на самостоятельную проработку;
- изучение теоретического материала к практическим занятиям;
- изучение методических указаний и подготовка к выполнению практических работ;
- оформление отчетов к практическим работам;
- подготовка к экзамену.

Творческая самостоятельная работа включает:

- поиск, анализ, структурирование и презентация информации;
- анализ научных публикаций по заранее определенной преподавателем

теме.

6.2. Содержание самостоятельной работы по дисциплине

Темы индивидуальных заданий:

1. Прогнозирование ресурса машин и конструкций.
2. Обеспечение надежности магистральных трубопроводов

Темы, выносимые на самостоятельную проработку:

- Математические модели надежности на основе экспоненциального закона распределения и распределении Вейбула.
- Современные модели отказов.
- Экспериментальная механика разрушения.
- Структурные модели накопления повреждений.

6.3. Контроль самостоятельной работы

Оценка результатов самостоятельной работы организуется следующим образом:

- самоконтроль;
- контроль со стороны преподавателя.

7. Средства текущей и промежуточной оценки качества освоения дисциплины

Оценка качества освоения дисциплины производится по результатам следующих контролируемых мероприятий:

Таблица 5

Оценка качества освоения дисциплины

| Контролирующие мероприятия | Результаты обучения по дисциплине |
|--|-----------------------------------|
| Входной контроль (три тестирования) | РД1, РД2, РД3, РД4 |
| Текущий контроль (две контрольные работы и собеседование при сдаче отчетов по практическим занятиям) | РД1, РД2, РД3, РД4 |
| Итоговый контроль (экзамен в восьмом семестре) | РД1, РД2, РД3, РД4 |

(выполнение и защита практических заданий, защита индивидуальных заданий, презентации по тематике исследований во время проведения конференц-недели, результаты участия студентов в текущем и итоговом контроле и др.)

7.1. Контролирующие материалы

Для оценки качества освоения дисциплины при проведении контролируемых мероприятий предусмотрены следующие средства

Входной контроль

Проводится во время проведения лекционных или практических занятий в течение 15-20 минут. Ниже приведены примеры тестовых вопросов входного контроля.

Примеры входного (тестового) контроля по дисциплине «Надежность и долговечность машин»

1. Общие понятия надежности.
2. Состояние объектов конструкций машин.
3. Дефекты, повреждения, отказы объектов.
4. Временные понятия продолжительности работы объекта.
5. Техническое обслуживание и ремонт объектов.
6. Показатели надежности.
7. Показатели долговечности
8. Показатели ремонтпригодности.
9. Показатели сохраняемости.
10. Комплексные показатели надежности.

11. Резервирование.
12. Нормирование надежности.
13. Обеспечение, определение и контроль надежности.
14. Испытания на надежность.
15. Показатели безотказности.

Примеры тестового опроса:

1. Указать верные соотношения позволяющие определить вероятность безотказной работы через интенсивность потока отказов:

1. $\lambda(t) = -\frac{d}{dt} P(t)$;
2. $\lambda(t) = \frac{d}{dt} Q(t)$;
3. $\frac{d}{dt} Q(t) = 1 - e^{-\int \lambda(t) dt}$;
4. $Q(t) = 1 - P(t)$.

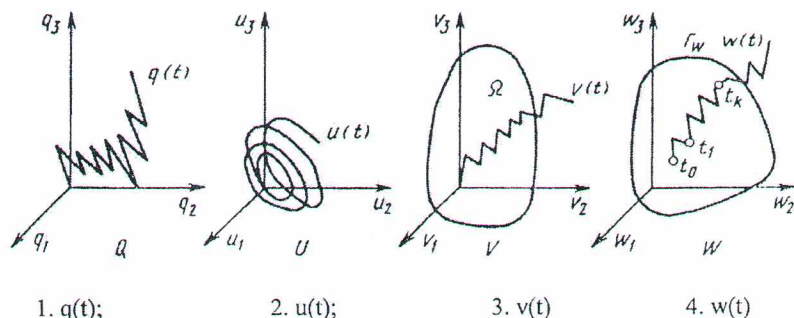
2. Какое из указанных соотношений позволяет определить время безотказной работы на отдельных стадиях работы оборудования:

- A. $\int_0^T \frac{d\tau}{T_b [q(\tau)]} = 1$;
- B. $\int_{T_{k-1}}^{T_k} \frac{d\tau}{T_{bk} [q(\tau)] - T_{bk-1} [q(\tau)]} = 1 \quad (k = 1, \dots, m)$;
- C. $\Psi_n - \Psi_{n-1} = \omega(\Psi_{n-1}, q_n) \quad (n = 1, 2, \dots)$;
- D. $\int_0^T \frac{d\tau}{T_b [q(\tau)]} = 1$

3. Задан период времени в 20 000 часов и значение вероятности 0,95 события, при котором газотурбинная установка находится в исправном состоянии. Какому из ниже перечисленных показателей надежности соответствуют данные параметры:

- A. Средняя наработка на отказ;
- B. Вероятность безотказной работы;
- V. Интенсивность отказов;
- Г. Параметр потока отказов.

4. На каком из рисунков указанная траектория отражает изменение вектора качества с учетом принятых ранее обозначений:



Текущий контроль

Проводится в заранее запланированное время на практических занятиях в течение 45 минут. Ниже приведены некоторые примеры (предусмотрено 2 контрольные работы в течение семестра), согласно тематике модулей дисциплины:

Контрольная работа № 1

| № варианта | Вопросы |
|------------|---|
| 1 | 1. Соотношения между показателями надежности. 2. Скалярная мера накопления повреждений. 3. Элементарные модели отказов. |
| 2 | 1. Математические модели показателей надежности. 2. Автомодельный процесс накопления повреждений. 3. Классификация отказов. |

Контрольная работа № 2

| № варианта | Вопросы |
|------------|--|
| 1 | 1. Линейное суммирование повреждений. 2. Классификация нагрузок и воздействий. 3. Экспериментальная механика разрушения. |
| 2 | 1. Многостадийная модель накопления повреждений 2. Влияние разброса механических свойств на показатели надежности. 3. Модель зарождения макроскопических трещин. |

Примеры итогового контроля по дисциплине «Надежность и долговечность машин»

Формой итогового контроля является экзамен. Используются экзаменационные билеты. Примеры:

| НИ ТПУ | | Институт природных ресурсов | |
|--|---|-----------------------------|--|
| Экзаменационный билет № 1 Дисциплина «Надежность и долговечность машин» | | | |
| 1 | Исходные представления теории надежности. | 10 баллов | |
| 2 | 2. Механика разрушения. Энергетический подход Гриффитса. | 15 баллов | |
| 3 | Задача. Система состоит из трех блоков, средняя наработка до первого отказа которых равна $T_1=160$ час, $T_2=320$ час, $T_3=600$ час. Для блоков справедлив экспоненциальный закон надежности. Требуется определить среднюю наработку до первого отказа системы. | 15 баллов | |
| Кафедра ТХНГ | | | |
| Составил | Профессор каф. ТХНГ, д.ф.-м.н. | В.В. Медведев | |
| Утверждаю | Зав. Каф. ТХНГ | А.В. Рудаченко | |
| 1 сентября 2015 года | | | |

| НИ ТПУ | | Институт природных ресурсов | |
|--|--|-----------------------------|--|
| Экзаменационный билет № 2 Дисциплина «Надежность и долговечность машин» | | | |
| 1 | Формула для определения безотказной работы элементов. Модели схемы надежности работы систем. | 10 баллов | |
| 2 | Малоцикловая усталость. | 15 баллов | |
| 3 | Задача. Система состоит из двух устройств. Вероятности безотказной работы каждого из них в течении времени $t=100$ час. Равны: $p_1(100) = 0.95$, $p_2(100)=0.97$. Справедлив экспоненциальный закон надежности. Необходимо найти среднюю наработку до первого отказа системы. | 15 баллов | |
| Кафедра ТХНГ | | | |
| Составил | Профессор каф. ТХНГ, д.ф.-м.н. | В.В. Медведев | |
| Утверждаю | Зав. Каф. ТХНГ | А.В. Рудаченко | |
| 1 сентября 2015 года | | | |

8. Рейтинг качества освоения дисциплины (модуля)

Оценка качества освоения дисциплины в ходе текущей и промежуточной аттестации обучающихся осуществляется в соответствии с «Руководящими материалами по текущему контролю успеваемости, промежуточной и итоговой аттестации студентов Томского политехнического университета», утвержденными приказом ректора № 77/од от 29.11.2011 г.

В соответствии с «Календарным планом изучения дисциплины»:

- текущая аттестация (оценка качества усвоения теоретического материала (ответы на вопросы и др.) и результаты практической и лабораторной

деятельности (решение задач, выполнение заданий, решение проблем и др.) производится в течение семестра (оценивается в баллах (максимально 60 баллов), к моменту завершения семестра студент должен набрать не менее 33 баллов);

- промежуточная аттестация (экзамен, зачет) производится в конце семестра (оценивается в баллах (максимально 40 баллов), на экзамене (зачете) студент должен набрать не менее 22 баллов).

Итоговый рейтинг по дисциплине определяется суммированием баллов, полученных в ходе текущей и промежуточной аттестаций. Максимальный итоговый рейтинг соответствует 100 баллам.

Таблица 6

| Дисциплина | Надежность и долговечность машин | Число недель -11 | Баллы |
|---------------------|--|--|-------|
| Институт | Институт природных ресурсов | Кол-во кредитов -3 | |
| Кафедра | Транспорта и хранения нефти и газа | Лекции, 22 час. | - |
| | | Практические занятия, 22 час. | 15 |
| | | Контрольная работа 1 | 10 |
| | | Контрольная работа 2 | 10 |
| | | Выполнение ИДЗ (подготовка презентации и доклада на выбранную тему дисциплины) | 15 |
| Семестр | весенний (8) | Всего аудиторной работы, 44 час. | |
| Группы | бакалавры | Самостоятельная работа, 64 час. | 10 |
| Итоговая аттестация | | | 40 |
| Преподаватели | профессор каф. ТХНГ ИПР, д.ф.-м.н., В.В.Медведев | ВСЕГО, 108 час. | 100 |

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Перечень используемых информационных продуктов

Internet-ресурсы:

<http://ksm.spbstu.ru/ru/education/courses/in-service-strength-and-reliability-of-structures>
<http://techlib.org/prochnost-i-nadezhnost/>
<http://www.ciam.ru/?SID=331&lang=RUS>

Перечень рекомендуемой литературы

Основная литература:

1. Малафеев, Сергей Иванович. Надежность технических систем : учеб. пособие / С.И. Малафеев, А.И. Копейкин. — Москва: Лань, 2012. — 320 с.: ил.: 21 см. — Библиогр.: с. 307-310.. — ISBN 978-5-8114-1268-6: 619 р. 96 к..

Схема доступа:

- http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=2778

2. Волчкевич, Леонид Иванович. Автоматизация производственных процессов : учеб. пособие / Л. И. Волчкевич. — Москва: Машиностроение, 2007. — 380 с.: ил. — Для вузов. — Дopusшено УМО по университетскому политехническому образованию в качестве учебного пособия для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению 651600 «Технологические машины и оборудование» специальности 120900 «Проектирование технических и технологических комплексов». — Библиогр.: с. 378-379.. — ISBN 978-5-217-03387-4: p.524.00.

Схема доступа:

- http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=726
3. Промышленная безопасность и надежность магистральных трубопроводов / Российский государственный университет нефти и газа им. И. М. Губкина (РГУ Нефти и Газа); Торгово-промышленная палата Российской Федерации (ТПП РФ); Национальный институт нефти и газа; под ред. А. И. Владимировича; В. Я. Киришенбаума. — Москва: Национальный ин-т нефти и газа, 2009. — 696 с.: ил.. — Конкурентоспособность и управление качеством в нефтегазовом комплексе. — Библиогр.: с. 689-691.. — ISBN 5-93157-083-7.
 4. Фомин В.Н. Радиографический контроль качества в сварочном производстве. — Ростов-на-Дону : Изд-во ДГТУ, 2008. — 100 с.
 5. Бородавкин, Петр Петрович. Подземные магистральные трубопроводы / П. П. Бородавкин. — Москва: Энерджи Пресс, 2011. — 480 с.: ил.. — Библиогр.: с. 472-473.. — ISBN 978-5-9902-052-4-6.

Дополнительная литература

1. Решетов, Дмитрий Николаевич. Надежность машин : учебное пособие / Д. Н. Решетов, А. С. Иванов, В. З. Фадеев. — Москва: Высшая школа, 1988. — 237 с.. — ISBN 5-06-001200-X.
2. Шишмарев, Владимир Юрьевич. Надёжность технических систем : учебник для вузов / В. Ю. Шишмарев. — Москва: Академия, 2010. — 304 с.: ил.. — Высшее профессиональное образование. Автоматизация и управление. — Библиогр.: с. 301.. — ISBN 978-5-7695-6251-8.
3. Хруничева, Татьяна Викторовна. Детали машин: типовые расчеты на прочность : учебное пособие / Т. В. Хруничева. — Москва: Инфра-М Форум, 2007. — 224 с.: ил.. — Профессиональное образование. — Литература: с. 223.. — ISBN 978-5-8199-0313-1. — ISBN 978-5-16-002962-7.
4. Носов, Виктор Владимирович. Диагностика машин и оборудования [Текст] : учеб. пособие / В. В. Носов. — Москва: Лань, 2012. — 384 с.: ил.: 84x108 1/32. — Учебник для вузов. — Специальная литература. — Библиогр.: с. 370-371.. — ISBN 978-5-8114-1269-3.

Схема доступа:

- http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=2779

10. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Освоение дисциплины производится на базе учебных аудиторий института природных ресурсов. Все учебные аудитории оснащены современным презентационным оборудованием, позволяющим проводить лекционные, практические занятия, а также организовывать промежуточные отчетные презентации, мини-конференции и коллоквиумы (табл. 7).

Таблица 7

Материально-техническое обеспечение дисциплины

| № п/п | Наименование (компьютерные классы, учебные лаборатории, оборудование) | Корпус, ауд., количество установок |
|-------|--|------------------------------------|
| 1 | используется персональный PC Core 2 Duo 1.8. с программным обеспечением: Microsoft Office PowerPoint 2003) | 305 ауд. 20 кор. |
| 2 | персональный PC Core 2 Duo 1.8, Интерактивная доска StarBoard FX-82W, с программным обеспечением: Microsoft Office PowerPoint 2003; Система интерактивного опроса и голосования VERDICT на 30 участников; Беспроводной графический планшет | 123 ауд. 20 кор. |
| 3 | персональный PC Core 2 Duo; Мультимедийный комплекс; Плазменная панель NEC Plasma Sync; ПО: Inventor, MathCad, Microsoft Office PowerPoint 2003, Виртуальные лабораторные работы | 107, 114 ауд. 20 кор. |

Программа составлена на основе Стандарта ООП ТПУ в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 21.03.01 «Нефтегазовое дело» для профиля подготовки бакалавров «Эксплуатация и обслуживание объектов транспорта и хранения нефти, газа и продуктов переработки», профессиональных стандартов 19.010 «Транспортирование природного газа по магистральным газопроводам», 19.003 «Обслуживание и ремонт технологического оборудования организаций переработки нефти и газа», 19.013 «Эксплуатация газотранспортного оборудования», 19.016 «Диагностирование объектов линейной части магистральных газопроводов».

Программа одобрена на заседании кафедры ТХНГ
(протокол № 29 от « 28 » июня 2016 г.).

Автор: к.т.н., доцент каф. ТХНГ



А.В. Рудаченко

Рецензент: к.т.н., доцент каф. ТХНГ



А.Л. Саруев