

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Куижева Саида Казбековна  
Должность: Ректор  
Дата подписания: 11.05.2023 15:26:41  
Уникальный программный ключ:  
71183e1134ef9cfa69b206d480271k Майкоп

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации**  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Майкопский государственный технологический университет»

Факультет \_\_\_\_\_ Инженерно-экономический \_\_\_\_\_

Кафедра \_\_\_\_\_ Нефтегазового дела и энергетики \_\_\_\_\_



**УТВЕРЖДАЮ**  
Проректор по научной работе  
и инновационному развитию  
\_\_\_\_\_ Овсянникова  
\_\_\_\_\_ 20-19 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

***Б1.В.02 Динамика, работоспособность и надежность машин***

(наименование дисциплины)

Направление подготовки

***15.06.01 Машиностроение***

(шифр, название направления)

Направленность (профиль) подготовки

***Машиноведение, системы приводов и детали машин***

(шифр, наименование направленности (профиля) программы)

Квалификация (степень) выпускника

***Исследователь. Преподаватель-исследователь***

Форма обучения

Очная, заочная

Майкоп, 2019

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО и учебного плана МГТУ по направлению подготовки 15.06.01 Машиностроение

Составитель рабочей программы:

Заведующий кафедрой нефтегазового дела и энергетики к.т.н., доцент  
(должность, ученое звание, степень)

  
(подпись)

Меретуков М.А.  
(Ф.И.О.)

Рабочая программа утверждена на заседании кафедры  
Нефтегазового дела и энергетики  
(наименование кафедры)

Заведующий кафедрой  
«27» 04 2019 г.

  
(подпись)

Меретуков М.А.

Начальник управления аспирантуры и докторантуры  
«30» 04 2019 г.

  
(подпись)

Цеева З.А.

Программа утверждена на заседании  
НТС ФГБОУ ВО «МГТУ»  
Протокол № 3 от 30.04 2019 г.

## 1. Цели и задачи учебной дисциплины.

«Динамика, работоспособность и надежность машин» – важная дисциплина, дающая аспирантам знания необходимые для решения инженерных задач в области расчета и конструирования машин, приводов и механизмов общего назначения. Дисциплина изучает новейшие методы построения моделей рассчитываемых и проектируемых технических объектов, их назначение и предельные области применения.

**Цель** – формирование теоретических знаний, необходимых для решения инженерных задач в области обеспечения работоспособности, получение навыков расчета основных характеристик надежности и освоение методов прогнозирования показателей работоспособности технических систем.

**Задачами** дисциплины являются изучение:

- закономерностей изменения эксплуатационных свойств;
- причин изменения работоспособности отдельных элементов машин;
- новейших методик расчета деталей машин и определения их оптимальных размеров, обеспечивающих прочность, долговечность и надежность в эксплуатации.

## 2. Место дисциплины (модуля) в структуре ООП по направлению подготовки 15.06.01 Машиностроение.

Курс входит в перечень обязательных дисциплин вариативной части ООП ВО подготовки кадров высшей квалификации в аспирантуре по направлению 15.06.01 Машиностроение.

Дисциплина «Динамика, работоспособность и надежность машин» базируется на знаниях в области: теории механизмов и машин, сопротивления материалов, деталей машин, технологии конструкционных материалов.

Курс «Динамика, работоспособность и надежность машин» является основополагающим для изучения следующих дисциплин: Трение и износ машин, Передачи зацеплением.

## 3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.

В результате изучения дисциплины аспирант должен:

**знать:**

- закономерности изменения эксплуатационных свойств;
- причины изменения работоспособности отдельных элементов машин;
- методики и основы научных исследований;

**уметь:**

- обрабатывать полученные результаты, анализировать и осмысливать их с учетом имеющихся литературных данных;

- вести библиографическую работу с привлечением современных информационных технологий; представлять итоги проделанной работы в виде отчетов, рефератов, статей, оформленных в соответствии с имеющимися требованиями, с привлечением современных средств редактирования и печати;

**владеть:**

- навыками расчета основных характеристик надежности и освоение методов прогнозирования показателей работоспособности технических систем;

- методами расчета и статистической оценки различных вероятностных характеристик отказов и их последствий на основе изучения и обобщения механизмов физических процессов, происходящих в материалах, элементах конструкций, функциональных системах.

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

**общепрофессиональные компетенции (ОПК):**

способностью научно обоснованно оценивать новые решения в области построения и моделирования машин, приводов, оборудования, технологических систем и специализированного машиностроительного оборудования, а также средств технологического оснащения производства (ОПК-1);

способностью формулировать и решать нетиповые задачи математического, физического, конструкторского, технологического, электротехнического характера при проектировании, изготовлении и эксплуатации новой техники (ОПК-2);

**профессиональные компетенции (ПК)**

способностью планировать натурные испытания механизмов и машин с постановкой задач экспериментов (ПК-5);

способностью проводить обработку и интерпретацию результатов натурных испытаний механизмов и машин (ПК-6).

#### 4. Объем дисциплины и виды учебной работы. Общая трудоемкость дисциплины

4.1. Объем дисциплины и виды учебной работы по очной форме обучения.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы (108 часов)

Вид учебной работы	Всего часов / зачетных единиц	Семестр
		2
Аудиторные занятия (всего)	24/0,67	24/0,67
В том числе:		
Лекции (Л)	8/0,22	8/0,22
Практические занятия (ПЗ)	16/0,44	16/0,44
Лабораторные работы (ЛР)	-	-
Самостоятельная работа (всего)	48/1,33	48/1,33
В том числе:		
Курсовой проект (работа)	-	-
Расчетно-графические работы	-	-
Реферат	-	-
<i>Другие виды СРС (если предусматриваются, приводится перечень видов СРС)</i>		
1. Подготовка к практическим работам и текущему контролю	20/0,56	20/0,56
2. Подготовка конспектов, докладов, самостоятельное изучение теоретического материала	28/0,78	28/0,78
Форма промежуточной аттестации: Экзамен	36/1,0	36/1,0
Общая трудоемкость	108/3,0	108/3,0

4.2. Объем дисциплины и виды учебной работы по заочной форме обучения.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы (108 часов)

Вид учебной работы	Всего часов / зачетных единиц	Семестр
		2
Аудиторные занятия (всего)	10/0,28	10/0,28
В том числе:		
Лекции (Л)	4/0,11	4/0,11
Практические занятия (ПЗ)	6/0,17	6/0,17
Лабораторные работы (ЛР)	-	-
Самостоятельная работа (всего)	89/2,47	89/2,47
В том числе:		
Курсовой проект (работа)	-	-
Расчетно-графические работы	-	-
Реферат	-	-
<i>Другие виды СРС (если предусматриваются, приводится перечень видов СРС)</i>		
1. Подготовка к практическим работам и текущему контролю	40/1,11	40/1,11
2. Подготовка конспектов, докладов, самостоятельное изучение теоретического материала	49/1,36	49/1,36
Форма промежуточной аттестации: Экзамен	9/0,25	9/0,25
Общая трудоемкость	108/3,0	108/3,0

## 5. Структура и содержание дисциплины

### 5.1. Структура дисциплины для аспирантов очной формы обучения

№ п/п	Раздел дисциплины	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную и трудоёмкость (в часах)				Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
			Л	С/ПЗ	ЛР	СРС	
1	Основные понятия теории надежности	1	-	-	-	-	Блиц-опрос
2	Показатели надежности	2-3	1	-	-	-	Фронтальный опрос, проверка конспектов
3	Аналитические зависимости изменения вероятности безотказной работы машины	4-5	1	-	-	8	Опрос, обсуждение научных докладов
4	Методика испытания эксплуатационной надежности машин	6-7	1	4	-	8	Проверка конспектов, принятие отчетов практических работ, тест
5	Полезные и вредные нагрузки	8-9	1	-	-	8	Опрос, обсуждение научных докладов
6	Методы снижения нагрузок	10-11	1	4	-	7	Опрос, обсуждение научных докладов, принятие отчетов практических работ
7	Концентрация нагрузки и пути ее уменьшения	12-13	1	4	-	6	Опрос, обсуждение научных докладов, принятие отчетов практических работ
8	Работоспособность и надежность машин	14-15	1	2	-	6	Опрос, обсуждение научных докладов, принятие отчетов практических работ
9	Методы обеспечения работоспособности машин	16	1	2	-	6	Проверка конспектов, принятие отчетов практических работ.
	Экзамен - 36/1,0	16					
	ИТОГО		8/0,22	16/0,44	-	49/1,36	

## 5.2. Структура дисциплины для аспирантов заочной формы обучения

№ п/п	Раздел дисциплины	Виды учебной работы, включая самостоятельную и трудоёмкость (в часах)			
		Л	С/ПЗ	ЛР	СРС
1	Основные понятия теории надежности	1	-	-	-
2	Показатели надежности	-	-	-	-
3	Аналитические зависимости изменения вероятности безотказной работы машины	-	-	-	12
4	Методика испытания эксплуатационной надежности машин	1	1	-	12
5	Полезные и вредные нагрузки	1	-	-	12
6	Методы снижения нагрузок	-	1	-	12
7	Концентрация нагрузки и пути ее уменьшения	1	1	-	14
8	Работоспособность и надежность машин	1	1	-	14
9	Методы обеспечения работоспособности машин	-	2	-	13
	Экзамен – 9/0,25				
	<b>ИТОГО</b>	<b>4/0,11</b>	<b>6/0,17</b>	<b>-</b>	<b>89/2,47</b>

5.3. Содержание разделов дисциплины «Динамика, работоспособность и надежность машин», образовательные технологии  
Лекционный курс

№ п/п	Наименование темы дисциплины	Трудоёмкость (часы)/ зач. ед.		Содержание	Формируемые компетенции	Результаты освоения (знать, уметь, владеть)	Образовательные технологии
		ОФО	ЗФО				
1	Основные понятия теории надежности	-	1/0,028	Основные понятия теории надежности. Законы, отражающие изменения и прекращение работоспособности транспортных систем, их физическая сущность. Основные понятия теории надежности.	ОПК-1 ОПК-2 ПК-5 ПК-6	<b>знать:</b> Основные положения и показатели надежности. Общие зависимости надежности. <b>уметь:</b> проводить оценку надежности систем по надежности элементов. <b>владеть:</b> навыками статистического контроля надежности и долговечности.	Вводная лекция в форме презентации с применением опорных блок-схем и видео-материалов
2	Показатели надежности	1/0,028	-	Показатели надежности, характеризующие степень надежности оборудования с количественной стороны. Единичные и комплексные показатели надежности.	ОПК-1 ОПК-2 ПК-5 ПК-6	<b>знать:</b> показатели надежности, методы определения несущей способности. <b>уметь:</b> определять вероятности безотказной работы деталей и механизмов. <b>владеть:</b> вероятностными методами расчета деталей машин, расчетами на выносливость при нерегулярном нагружении.	Проблемные слайд-лекции, дискуссия, экспериментально-опытная работа
3	Аналитические зависимости и изменения вероятности безотказной работы машины	1/0,028	-	Общие зависимости при оценке надежности. Аналитические зависимости закона изменения вероятности безотказной работы оборудования. Надежность систем. Аналитические зависимости оценки надежности сложной системы из последовательно соединенных элементов. Надежность системы с резервированием элементов.	ОПК-1 ОПК-2 ПК-5 ПК-6	<b>знать:</b> аналитические зависимости закона изменения вероятности безотказной работы оборудования. <b>уметь:</b> выбирать оптимальную структуру механизмов, исходя из условий безотказной работы. <b>владеть:</b> методами оценки надежности сложной системы из последовательно соединенных элементов.	Дискуссия, экспериментально-опытная работа
4	Методика испытания эксплуатации	1/0,028	1/0,028	Методика экспериментальной оценки закона распределения случайных величин. Математическая обработка статистической	ОПК-1 ОПК-2 ПК-5	<b>знать:</b> методику экспериментальной оценки закона распределения случайных величин;	Слайд-лекция, экспериментально-опытная

	онной надежности машин			информации о надежности.	ПК-6	<b>уметь:</b> планировать проведение испытаний эксплуатационной надежности машин; <b>владеть:</b> методами математической обработки статистической информации о надежности.	работа
5	Полезные и вредные нагрузки	1/0,028	1/0,028	Нагрузка в машинах. Общие сведения. Полезные и вредные нагрузки. Постоянные и переменные нагрузки. Законы распределения нагрузок по времени для различных машин.	ОПК-1 ОПК-2 ПК-5 ПК-6	<b>знать:</b> виды полезных и вредных нагрузок, постоянные и переменные нагрузки; <b>уметь:</b> проектировать детали и механизмы с учетом действующих нагрузок; <b>владеть:</b> оценки полезных и вредных нагрузок.	Проблемная дискуссия, экспериментально-опытная работа
6	Методы снижения нагрузок	1/0,028	-	Уменьшение внутренних возмущений изменением конструктивной схемы машины. Устойчивость двух массовой крутильной системы с упругой муфтой. Демпфирование колебаний использованием пластинчатых рессор, тарельчатых пружин. Демпфер Ланчестера, использование дросселей для демпфирования колебаний в гидросистемах. Вибраторы. Конструкция резинометаллических виброопор.	ОПК-1 ОПК-2 ПК-5 ПК-6	<b>знать:</b> методы снижения нагрузок и особенности их применения в механизмах; <b>уметь:</b> проектировать механизмы с применением демпфирующих устройств; <b>владеть:</b> методами расчета демпфирующих устройств.	Слайд-лекция, экспериментально-опытная работа
7	Концентрация нагрузки и пути ее уменьшения	1/0,028	1/0,028	Концентрация нагрузок, вызываемая растяжением. Распределение нагрузки по виткам резьбы в соединении винт-гайка. Конструктивные пути снижения концентраций нагрузки. Концентрация нагрузки при сжатии. Конструктивные схемы для снижения концентрации нагрузки при сжатии. Особенности изменения нагрузки по телам качения опорных подшипников. Повышение работоспособности опор качения использованием систем с "ориентированными" осями жесткости. Концентрация нагрузки, вызываемая изгибом. Особенности распределения нагрузки по длине опоры вала на подшипниках скольжения	ОПК-1 ОПК-2 ПК-5 ПК-6	<b>знать:</b> основные виды концентраторов нагрузок, конструктивные пути снижения концентраций нагрузки; <b>уметь:</b> выбирать конструктивные пути для снижения концентрации нагрузки; <b>владеть:</b> методами оценки влияния концентрации нагрузок на работоспособность машин.	Слайд-лекция, экспериментально-опытная работа

				жидкостного трения. Конструктивные схемы для снижения концентрации нагрузки опор скольжения.			
8	Работоспособность и надежность машин	1/0,028	-	Качество, техническое состояние машин. Понятия надежности. Классификация отказов. Характеристики случайных величин и случайных событий. Показатели надежности. Общая характеристика надежности машин. Факторы, влияющие на изменение технического состояния машин.	ОПК-1 ОПК-2 ПК-5 ПК-6	<b>знать:</b> факторы, влияющие на изменение технического состояния машин; <b>уметь:</b> проводить оценку технического состояния машин; <b>владеть:</b> методами расчета характеристик случайных величин и случайных событий.	Слайд-лекция, экспериментально-опытная работа
9	Методы обеспечения работоспособности машин	1/0,028	-	Классификация закономерностей, характеризующих изменение технического состояния машин. Закономерности изменения технического состояния машины по наработке (закономерности первого вида). Закономерности случайных процессов изменения технического состояния машин (закономерности второго вида). Закономерности процессов восстановления (закономерности третьего вида). Методы обеспечения работоспособности машин. Комплексная оценка работоспособности машин.	ОПК-1 ОПК-2 ПК-5 ПК-6	<b>знать:</b> классификацию закономерностей, характеризующих изменение технического состояния машин; <b>уметь:</b> проводить комплексную оценку работоспособности машин; <b>владеть:</b> методами обеспечения работоспособности машин.	Проблемная дискуссия, экспериментально-опытная работа
	Итого:	8/0,22	4/0,11				

5.4. Практические и семинарские занятия, их наименование, содержание и объем в часах

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование практических работ	Объем в часах/ трудоемкость в зач. ед.	
			ОФО	ЗФО
1	Тема 4. Методика испытания эксплуатационной надежности машин	Определение вероятности работоспособности технологической системы.	4/0,11	1/0,03
2	Тема 6. Методы снижения нагрузок	Изучение конструкции резинометаллических виброопор.	4/0,11	1/0,03
3	Тема 7. Концентрация нагрузки и пути ее уменьшения	Конструктивные пути снижения концентраций нагрузки.	4/0,11	1/0,03
4	Тема 8. Работоспособность и надежность машин	Оценка факторов, влияющих на изменение технического состояния машин.	2/0,055	1/0,03
5	Тема 9. Методы обеспечения работоспособности машин	Комплексная оценка работоспособности машин.	2/0,055	2/0,055
Итого			16/0,44	6/0,17

5.5. Лабораторные занятия, их наименование и объем в часах  
Лабораторные занятия учебным планом не предусмотрены.

5.6. Примерная тематика курсовых проектов (работ)  
Курсовой проект (работа) учебным планом не предусмотрен.

### 5.7. Самостоятельная работа аспирантов

#### Содержание и объем самостоятельной работы аспирантов

№ п/п	Разделы и темы рабочей программы самостоятельного изучения	Перечень домашних заданий и других вопросов для самостоятельного изучения	Сроки выполнения	Объем в часах / трудоемкость в з.е.	
				ОФО	ЗФО
1	Раздел 3. Аналитические зависимости изменения вероятности безотказной работы машины	Подготовка конспектов, научных докладов, самостоятельное изучение теоретического материала	4-5 недели	8/0,22	14/0,39
2	Раздел 4. Методика испытания эксплуатационной надежности машин	Подготовка конспектов, научных докладов, самостоятельное изучение теоретического материала Подготовка к практическим работам и текущему контролю.	6-7 недели	8/0,22	12/0,33
3	Раздел 5. Полезные и вредные нагрузки	Подготовка конспектов, научных докладов, самостоятельное изучение теоретического материала Подготовка к практическим работам и текущему контролю	8-9 недели	8/0,22	12/0,33
4	Раздел 6. Методы снижения нагрузок	Подготовка конспектов, научных докладов, самостоятельное изучение теоретического материала. Подготовка к практическим работам и текущему контролю.	10-11 недели	6/0,17	12/0,33
5	Раздел 7. Концентрация нагрузки и пути ее уменьшения	Подготовка конспектов, научных докладов, самостоятельное изучение теоретического материала.	12-13 недели	6/0,17	12/0,33
6	Раздел 8. Работоспособность и надежность машин	Подготовка к практическим работам и текущему контролю.	14-15 недели	6/0,17	14/0,39
7	Раздел 9. Методы обеспечения работоспособности машин	Подготовка конспектов, научных докладов, самостоятельное изучение теоретического материала.	16 неделя	6/0,17	13/0,36
	Итого:			48/1,33	89/2,47

**6. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю) «Динамика, работоспособность и надежность машин».**

6.1 Методические указания (собственные разработки)

6.2 Литература для самостоятельной работы

1. Оценка надежности машин и оборудования: теория и практика [Электронный ресурс]: учебник/ И.Н. Кравченко и др.; под ред. И.Н. Кравченко. - М.: Альфа-М: Инфра-М, 2012. - 336 с. - ЭБС «Znanium. com» - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=307370>

2. Лисунов, Е.В. Практикум по надежности технических систем: учебное пособие/ Е.А. Лисунов. – СПб.: Лань, 2015. – 240 с. - ЭБС «Лань» - Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=56608](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=56608)

**7. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)**

7.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

Этапы формирования компетенции ( номер семестр согласного учебному плану)	Наименование учебных дисциплин, формирующих компетенции в процессе освоения образовательной программы
<b>ОПК-1: способность научно обоснованно оценивать новые решения в области построения и моделирования машин, приводов, оборудования, технологических систем и специализированного машиностроительного оборудования, а также средств технологического оснащения производства</b>	
4	Машиноведение, системы приводов и детали машин
2	<b>Динамика, работоспособность и надёжность машин</b>
3	Трение и износ машин
4	Практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности
7,8	Подготовка научно-квалификационной работы (диссертации) на соискание ученой степени кандидата наук
8	Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена
8	Представление научного доклада об основных результатах подготовленной научно-квалификационной работы (диссертации)
<b>ОПК-2: способность формулировать и решать нетиповые задачи математического, физического, конструкторского, технологического, электротехнического характера при проектировании, изготовлении и эксплуатации новой техники</b>	
4	Машиноведение, системы приводов и детали машин
2	<b>Динамика, работоспособность и надёжность машин</b>
3	Трение и износ машин
2	Основы математического моделирования
4	Практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности
1,2,3,4,5,6	Научно-исследовательская деятельность
7,8	Подготовка научно-квалификационной работы (диссертации) на соискание ученой степени кандидата наук

8	Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена
8	Представление научного доклада об основных результатах подготовленной научно-квалификационной работы (диссертации)
<b>ПК-5: способность планировать натурные испытания механизмов и машин с постановкой задач экспериментов</b>	
4	Машиноведение, системы приводов и детали машин
<b>2</b>	<b>Динамика, работоспособность и надёжность машин</b>
4	Практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности
5	Педагогическая практика
7,8	Подготовка научно-квалификационной работы (диссертации) на соискание ученой степени кандидата наук
8	Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена
8	Представление научного доклада об основных результатах подготовленной научно-квалификационной работы (диссертации)
<b>ПК-6: способность проводить обработку и интерпретацию результатов натурных испытаний механизмов и машин</b>	
4	Машиноведение, системы приводов и детали машин
<b>2</b>	<b>Динамика, работоспособность и надёжность машин</b>
3	Трение и износ машин
2	Математические методы статистической обработки экспериментальных данных
4	Практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности
5	Педагогическая практика
7,8	Подготовка научно-квалификационной работы (диссертации) на соискание ученой степени кандидата наук
8	Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена
8	Представление научного доклада об основных результатах подготовленной научно-квалификационной работы (диссертации)

7.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкалы оценивания

Планируемые результаты освоения компетенции (в рамках дисциплины, модуля, практики)	Критерии оценивания результатов обучения				Наименование оценочного средства
	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	отлично	
<b><i>ОПК-1: способность научно обоснованно оценивать новые решения в области построения и моделирования машин, приводов, оборудования, технологических систем и специализированного машиностроительного оборудования, а также средств технологического оснащения производства</i></b>					
<b>Знать:</b> основные положения теории и практики моделирования механических систем и процессов; конструктивные особенности машин, приводов, оборудования, технологических систем и специализированного машиностроительного оборудования.	Фрагментарные знания	Неполные знания	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания	Сформированные систематические знания	контрольные задания, тесты, научный доклад, круглый стол, экзамен
<b>Уметь:</b> формулировать основные требования к параметрам конструкции и технологическим процессам машиностроительного производства; научно обоснованно оценить новое решение в области построения машин, приводов, оборудования, технологических систем и специализированного машиностроительного оборудования, а также средств технологического оснащения производства; предвидеть основные промежуточные и конечные результаты, ожидаемый эффект и прогнозируемые последствия применения нового решения.	Частичные умения	Неполные умения	Умения полные, допускаются небольшие ошибки	Сформированные умения	
<b>Владеть:</b> навыками применения современных методов и технологий моделирования машин, приводов, оборудования, технологических систем и специализированного машиностроительного оборудования, а также средств технологического оснащения производства.	Частичное владение навыками	Несистематическое применение навыков	В систематическом применении навыков допускаются пробелы	Успешное и систематическое применение навыков	
<b><i>ОПК-2: способность формулировать и решать нетиповые задачи математического, физического, конструкторского, технологического, электротехнического характера при проектировании, изготовлении и эксплуатации новой техники</i></b>					

<b>Знать:</b> области применения и методы решения нетиповых задач математического, физического, конструкторского, технологического, электротехнического характера при проектировании, изготовлении и эксплуатации новой техники.	Фрагментарные знания	Неполные знания	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания	Сформированные систематические знания	контрольные задания, тесты, научный доклад, круглый стол, экзамен
<b>Уметь:</b> использовать различные методы проведения научных исследований и выполнения разработок при решении нетиповых задач математического, физического, конструкторского, технологического, электротехнического характера при проектировании, изготовлении и эксплуатации новой техники.	Частичные умения	Неполные умения	Умения полные, допускаются небольшие ошибки	Сформированные умения	
<b>Владеть:</b> навыками формулировки и решения нетиповых задач математического, физического, конструкторского, технологического, электротехнического характера при проектировании, изготовлении и эксплуатации новой техники.	Частичное владение навыками	Несистематическое применение навыков	В систематическом применении навыков допускаются пробелы	Успешное и систематическое применение навыков	
<b><i>ПК-5: способность планировать натурные испытания механизмов и машин с постановкой задач экспериментов</i></b>					
<b>Знать:</b> требования, предъявляемые к проведению натурных испытаний механизмов и машин.	Фрагментарные знания	Неполные знания	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания	Сформированные систематические знания	контрольные задания, тесты, научный доклад, круглый стол, экзамен
<b>Уметь:</b> проводить натурные испытания механизмов и машин с постановкой задач экспериментов.	Частичные умения	Неполные умения	Умения полные, допускаются небольшие ошибки	Сформированные умения	
<b>Владеть:</b> навыками планирования научного исследования и анализа получаемых результатов.	Частичное владение навыками	Несистематическое применение навыков	В систематическом применении навыков допускаются пробелы	Успешное и систематическое применение навыков	
<b><i>ПК-6: способность проводить обработку и интерпретацию результатов натурных испытаний механизмов и машин</i></b>					

<b>Знать:</b> требования, предъявляемые к проведению натуральных испытаний механизмов и машин.	Фрагментарные знания	Неполные знания	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания	Сформированные систематические знания	контрольные задания, тесты, научный доклад, круглый стол, экзамен
<b>Уметь:</b> отбирать и анализировать необходимую информацию; наглядно представлять и продвигать полученные результаты; проводить обработку и интерпретацию результатов натуральных испытаний механизмов и машин.	Частичные умения	Неполные умения	Умения полные, допускаются небольшие ошибки	Сформированные умения	
<b>Владеть:</b> навыками формулирования и аргументированного представления результатов натуральных испытаний.	Частичное владение навыками	Несистематическое применение навыков	В систематическом применении навыков допускаются пробелы	Успешное и систематическое применение навыков	

7.3. Типовые контрольные задания и иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

### **Список вопросов для проведения устного опроса аспирантов**

#### **Раздел 1.**

1. Колебания линейных систем с одной степенью свободы.
2. Колебания линейных систем с конечным числом степеней свободы.
3. Малые собственные колебания консервативных систем.
4. Приближенные Формулы для оценки собственной частоты. Свойства собственных частот и форм колебаний.
5. Главные (нормальные) координаты.
6. Вынужденные колебания линейных систем.

#### **Раздел 2.**

1. Основы теории нелинейных колебаний механических систем.
2. Качественная теория Пуанкаре. Особые точки и их классификация. Типы фазовых траекторий.
3. Методы малого параметра, Крылова—Боголюбова, Ван-дер-Поля, гармонической линеаризации.
4. Автоколебательные системы. Предельные циклы и их устойчивость.
5. Вынужденные и параметрические колебания нелинейных систем.

#### **Раздел 3.**

1. Постановка задач механики деформируемого твердого тела.
2. Геометрически и физически нелинейные задачи. Линейно упругое тело Гука.
3. Тензор упругих модулей. Частные случаи анизотропии.
4. Полная система уравнений теории упругости в напряжениях. Уравнения Бельтрами—Митчелла.
5. Постановка основных задач теории упругости в перемещениях (уравнения Ламе). Принцип Сен-Венана.
6. Теоремы о существовании и единственности. Прямой, обратный и полуобратный методы решения задач теории упругости.
7. Вариационные принципы теории упругости и вариационные методы решения задач теории упругости (Ритца, Бубнова—Галеркина, Треффца).
8. Принцип Лагранжа. Теорема Клапейрона. Теорема Бетти. Принцип Кастильяно.

#### **Раздел 4.**

1. Модели упругопластического тела. Критерии текучести.
2. Поверхность текучести. Ассоциированный закон течения. Теория течения в случае изотропного и анизотропного упрочнения.
3. Деформационная теория. Сравнение различных теорий пластичности.
4. Вариационные принципы в теории пластичности.

#### **Раздел 5.**

1. Основные способы дискретизации для решения задач динамики и прочности.
2. Метод конечных разностей. Метод конечных элементов и его реализация.
3. Алгоритмизация вариационных методов. Метод граничных элементов.
4. Алгоритмы и программы, языки, операционные системы и вычислительная техника для численного решения задач.

#### **Раздел 6.**

1. Виброметрические измерения. Типы приборов и датчики для измерения динамических процессов.

2. Обработка результатов вибрационных и динамических испытаний. Спектральный анализ виброграмм.
3. Методы экспериментального исследования нагруженности, напряжённо-деформированного состояния и дефектности.
4. Обратные задачи экспериментальной механики.

### Тесты

#### Вариант 1

1. Состояние изделия, при котором оно способно выполнять заданные функции (с параметрами, установленными в технической документации) это:  
А) долговечность;  
В) работоспособность;  
С) сохраняемость;  
D) безотказность;  
Е) исправность.
2. Что характеризует данная формулировка: «Свойство изделий, заключающееся в приспособленности его к хранению и транспортировке»?  
А) надежность;  
В) безотказность  
С) долговечность;  
D) ремонтпригодность;  
Е) сохраняемость.
3. Гамма процентный ресурс относится к показателям:  
А) безотказности;  
В) ремонтпригодности;  
С) долговечности;  
D) сохраняемости;  
Е) отдельный показатель.
4. Событие, заключающееся в потере работоспособности, будет называться:  
А) предельным состоянием;  
В) дефектом;  
С) отказом;  
D) износом;  
Е) правильный ответ отсутствует.
5. Отказ это:  
А) каждое отдельно несоответствие детали, узла установленным требованием;  
В) состояние объекта, при котором он не соответствует хотя бы одному из требований, установленных технической документации;  
С) состояние объекта, при котором его дальнейшая эксплуатация должна быть прекращена;  
D) событие, заключающееся в потере работоспособности;  
Е) событие, при котором объект работает с перегрузками.
6. Интенсивность отказов относится к показателям:  
А) безотказности;  
В) ремонтпригодности;  
С) долговечности;  
D) сохраняемости;  
Е) отдельный показатель.
7. Что характеризует данная формулировка: «Свойство изделий сохранять работоспособность в течении некоторой наработки без вынужденных перерывов»:  
А) надежность;  
В) безотказность;

- С) долговечность;
  - Д) ремонтпригодность;
  - Е) сохраняемость.
8. Коэффициент готовности относится к показателям:
- А) безотказности;
  - В) ремонтпригодности;
  - С) долговечности;
  - Д) сохраняемости;
  - Е) комплексным.
9. Какими основными показателями характеризуется надежность:
- А) работоспособность, безотказность, долговечность, сохраняемость;
  - В) долговечность, безотказность, износостойкость, сохраняемость;
  - С) безотказность, долговечность, ремонтпригодность, сохраняемость;
  - Д) износостойкость, ремонтпригодность, долговечность, работоспособность;
  - Е) безотказность, износостойкость, долговечность, ремонтпригодность.
10. Что характеризует данная формулировка: «Свойства изделий в приспособленности его к предупреждению, обнаружению к устранению отказов»:
- А) безотказность;
  - В) долговечность;
  - С) работоспособность;
  - Д) сохраняемость;
  - Е) ремонтпригодность.
11. Нарботка от начала эксплуатации объекта до наступления его предельного состояния это:
- А) межремонтный ресурс;
  - В) полный ресурс;
  - С) эксплуатационный ресурс;
  - Д) срок эксплуатации;
  - Е) правильный ответ отсутствует.
12. Предельное состояние деталей, образующих сопряжения, определяют по:
- А) предельной величине износа каждой детали в отдельности;
  - В) величине предельного зазора;
  - С) предельной величине износа одной из деталей входящей в сопряжение;
  - Д) полному ресурсу;
  - Е) правильный ответ отсутствует.
13. По причинам возникновения отказы делятся на:
- А) конструкционные, технологические, эксплуатационные;
  - В) коррозионные, конструкционные, технологические;
  - С) технологические, экономические, эксплуатационные;
  - Д) геометрические, физико-механические, химические;
  - Е) правильный ответ отсутствует.
14. Изнашивание при фреттинг-коррозии это:
- А) изнашивание при наличии на поверхностях трения защитных пленок;
  - В) изнашивание соприкасающихся тел при малых колебательных перемещениях;
  - С) изнашивание в результате схватывания и глубинного вырывания материала;
  - Д) изнашивание поверхности в результате воздействия потока жидкости или газа;
  - Е) изнашивание в результате повторного деформирования микрообъемов материала.
15. К коррозионно-механическому виду изнашивания относятся:
- А) абразивное;
  - В) усталостное;
  - С) эрозионное;
  - Д) кавитационное;

- Е) окислительное.
16. К коррозионно-механическому виду изнашивания относятся:
- А) абразивное;
  - В) усталостное;
  - С) эрозионное кавитационное;
  - Д) фреттинг-коррозия;
  - Е) коррозия.
17. Отказы, по причине возникновения бывают:
- А) постепенные и внезапные;
  - В) естественные и преднамеренные;
  - С) первой, второй и третьей группы сложности;
  - Д) исследовательские и расчетно-конструкторские;
  - Е) эксплуатационные и ресурсные.
18. Отказы, в зависимости от причин их вызывающих, бывают:
- А) естественные и преднамеренные;
  - В) постепенные и внезапные;
  - С) первой, второй и третьей группы сложности;
  - Д) производственно-технологические и расчетно-конструкторские;
  - Е) эксплуатационные и ресурсные.
19. Окислительное изнашивание это:
- А) изнашивание при наличии на поверхностях трения защитных пленок;
  - В) изнашивание соприкасающихся тел при малых колебательных перемещениях;
  - С) изнашивание в результате схватывания и глубинного вырывания материала;
  - Д) изнашивание поверхности в результате воздействия потока жидкости или газа;
  - Е) изнашивание в результате повторного деформирования микрообъемов материала.
20. Какой метод непригоден для измерения величины износа конкретной изношенной детали:
- А) интегральный;
  - В) метод микрометража;
  - С) метод искусственных баз;
  - Д) метод измерения кругломером;
  - Е) метод отпечатков.

## **Вариант 2**

1. Существуют следующие методы измерения величины износа:
- А) диагностический, параметрический;
  - В) технический, экономический, технологический;
  - С) технологический, диагностический;
  - Д) интегральный, микрометража;
  - Е) дифференциальный, технологический.
2. Каждое отдельное несоответствие детали, узла установленным требованиям называется:
- А) предельным состоянием;
  - В) дефектом;
  - С) отказом;
  - Д) износом;
  - Е) качеством.
3. Предельный износ устанавливают по следующим критериям:
- А) технологический, качества, надежности;
  - В) технологический, экономический, надежности;
  - С) технический и технологический;
  - Д) экономический и надежности;
  - Е) технический, качества, экономический.
4. Эрозионное изнашивание это:

- А) изнашивание при наличии на поверхностях трения защитных пленок;  
В) изнашивание соприкасающихся тел при малых колебательных перемещениях;  
С) изнашивание в результате схватывания и глубинного вырывания материала;  
D) изнашивание в результате воздействия потока жидкости или газа;  
Е) изнашивание в результате повторного деформирования микрообъемов материала.
5. Изнашивание поверхности при движении твердого тела и жидкости в условиях кавитации это:  
А) абразивное;  
В) усталостное;  
С) эрозионное;  
D) кавитационное;  
Е) фреттинг-коррозия.
6. Отказы, по природе происхождения бывают:  
А) естественные и преднамеренные;  
В) эксплуатационные и ресурсные;  
С) первой, второй и третьей группы сложности;  
D) постепенные и внезапные;  
Е) исследовательские и расчетно-графические.
7. Усталостное изнашивание это:  
А) изнашивание при наличии на поверхностях трения защитных пленок;  
В) изнашивание соприкасающихся тел при малых колебательных перемещениях;  
С) изнашивание в результате схватывания и глубинного вырывания материала;  
D) изнашивание поверхности в результате воздействия потока жидкости или газа;  
Е) полному;  
F) ускоренному.
8. К какому виду относится эрозионное изнашивание?  
А) молекулярно-механическому;  
В) механическому;  
С) коррозионно-механическому;  
D) полному;  
Е) ускоренному.
9. К какому виду относится кавитационное изнашивание?  
А) молекулярно-механическому;  
В) механическому;  
С) коррозионно-механическому;  
D) полному;  
Е) ускоренному.
10. Каждую машину можно разделить на две группы элементов:  
А) конструктивные и неконструктивные;  
В) годные и негодные;  
С) целые и частичные;  
D) потенциальные и относительные;  
Е) простые и сложные.
11. К какому показателю относится средний срок службы?  
А) безотказности;  
В) долговечности;  
С) ремонтпригодности;  
D) сохраняемости;  
Е) комплексному.
12. К какому показателю относится интенсивность отказов?  
А) безотказности;  
В) долговечности;

- С) ремонтпригодности;
  - Д) сохраняемости;
  - Е) комплексному.
13. К какому показателю относится коэффициент надежности?
- А) безотказности;
  - В) долговечности;
  - С) ремонтпригодности;
  - Д) сохраняемости;
  - Е) комплексному.
14. К какому показателю относится средняя наработка на отказ?
- А) безотказности;
  - В) долговечности;
  - С) ремонтпригодности;
  - Д) сохраняемости;
  - Е) комплексному.
15. К какому показателю надежности относится полный ресурс?
- А) безотказности;
  - В) долговечности;
  - С) ремонтпригодности;
  - Д) сохраняемости;
  - Е) комплексному.
16. К какому показателю надежности относится гамма-процентный ресурс?
- А) безотказности;
  - В) долговечности;
  - С) ремонтпригодности;
  - Д) сохраняемости;
  - Е) комплексному.
17. К какому показателю надежности относится среднее время восстановления?
- А) безотказности;
  - В) долговечности;
  - С) ремонтпригодности;
  - Д) сохраняемости;
  - Е) комплексному.
18. К какому показателю надежности относится коэффициент готовности?
- А) безотказности;
  - В) долговечности;
  - С) ремонтпригодности;
  - Д) сохраняемости;
  - Е) комплексному.
19. К какому показателю надежности относится коэффициент технического использования?
- А) безотказности;
  - В) долговечности;
  - С) ремонтпригодности;
  - Д) сохраняемости;
  - Е) комплексному.
20. К какому показателю надежности относится коэффициент восстановления ресурса?
- А) безотказности;
  - В) долговечности;
  - С) ремонтпригодности;
  - Д) сохраняемости;
  - Е) комплексному.

### Вариант 3

1. Что означает каждое отдельное несоответствие детали установленным требованиям?
  - A) отказ;
  - B) потеря работоспособности;
  - C) неисправность;
  - D) ошибка;
  - E) дефект.
2. Нарботка от начала эксплуатации до предельного состояния называется:
  - A) ремонтный ресурс;
  - B) полный ресурс;
  - C) ограниченный ресурс;
  - D) экономический ресурс;
  - E) технический ресурс.
3. Что характеризует данная формулировка: "Свойство изделия выполнять функции, сохраняя эксплуатационные показатели в заданных пределах в течение требуемого промежутка времени":
  - A) работоспособность
  - B) долговечность
  - C) надежность
  - D) безотказность
  - E) сохраняемость
4. Одним из условий кавитации является:
  - A) деформации;
  - B) удар;
  - C) перемещения;
  - D) попадание абразива;
  - E) разрыв потока жидкости.
5. Если происходит разрыв потока жидкости это:
  - A) условие кавитации;
  - B) гидроудар;
  - C) эрозия;
  - D) усталостное явление;
  - E) износ
6. Отказы, по методу устранения бывают:
  - A) постепенные и внезапные;
  - B) естественные и преднамеренные;
  - C) первой, второй и третьей группы сложности;
  - D) исследовательские и расчетно-графические;
  - E) эксплуатационные и ресурсные.
7. Отказы, по последствиям или затратам бывают:
  - A) постепенные и внезапные;
  - B) естественные и преднамеренные;
  - C) первой, второй и третьей группы сложности;
  - D) исследовательские и расчетно-графические;
  - E) эксплуатационные и ресурсные.
8. Что понимают в теории надежности под физическими, химическими, магнитно-электрическими, тепловыми процессами:
  - A) характер нагрузок;
  - B) циклы нагружений;
  - C) корродирующие факторы;
  - D) внешнюю среду;
  - E) режимы нагружений.

- 9 Аварийный характер носит изнашивание:
- A) усталостное;
  - B) абразивное;
  - C) кавитационное;
  - D) эрозионное;
  - E) при заедании.
10. Метод отпечатков относится к методу измерения:
- A) интегральному;
  - B) микрометру;
  - C) искусственных баз;
  - D) простому;
  - E) сложному.
11. Метод лунки относится к методу измерения:
- A) интегральному;
  - B) микрометру;
  - C) искусственных баз;
  - D) простому;
  - E) сложному.
- 12 Самой сложной причиной выхода деталей из строя является:
- A) поломка;
  - B) деформации;
  - C) изгиб;
  - D) износ;
  - E) разрушение.
13. К естественным отказом относятся отказы:
- A) по причине возникновения;
  - B) по природе происхождения;
  - C) по последствиям;
  - D) по месту устранения;
  - E) по способу.
14. К преднамеренным отказом относятся отказы:
- A) по причине возникновения;
  - B) по природе происхождения;
  - C) по последствиям;
  - D) по месту устранения;
  - E) по затратам.
15. К исследовательским отказом относятся отказы:
- A) по причине возникновения;
  - B) по природе происхождения;
  - C) по последствиям;
  - D) по месту устранения;
  - E) по затратам.
16. К расчетно-конструкторским отказом относятся отказы:
- A) по причине возникновения;
  - B) по природе происхождения;
  - C) по последствиям;
  - D) по месту устранения;
  - E) по затратам.
17. К производственно-технологическим отказом относятся отказы:
- A) по причине возникновения;
  - B) по природе происхождения;
  - C) по последствиям;

- D) по месту устранения;  
 E) по затратам.  
 18. К ресурсным отказом относятся отказы:  
 A) по причине возникновения;  
 B) по природе происхождения;  
 C) по последствиям;  
 D) по месту устранения;  
 E) по затратам.

### Тесты на соответствие

#### 1.

1.долговечность	А. свойство изделия, устройства, сооружения непрерывно сохранять (в заданных пределах значения)
2.работоспособность	Б свойство изделия сохранять работоспособность допредельного состояния с необходимыми перерывами для технического обслуживания и ремонтов.
3.сохраняемость	В состояние изделия, при котором оно способно выполнять заданную функцию с параметрами, установленными требованиями технической документации
4.безотказность	Г состояние изделия, при котором оно способно выполнять заданную функцию с параметрами, установленными требованиями технической документации
5.исправность	Д свойство изделия сохранять работоспособность допредельного состояния

#### 2.

1. предельное состояние	а Относительное изменение качества машины
2. дефект	б нарушение работоспособности объекта, при котором система или элемент перестает выполнять целиком или частично свои функции.
3. отказ	в Невыполнение требования, связанного с предполагаемым или установленным использованием
4. износ	г при которых происходит исчерпание несущей способности (прочность, устойчивость или выносливость)

#### 3.

1. межремонтный ресурс	А продолжительность эксплуатации, обеспечивающая получение максимального народнохозяйственного эффекта, установленная без учета ограничений по балансу оборудования.
2. полный ресурс	Б наработка за время эксплуатации
3. эксплуатационный ресурс	В Суммарная наработка, при достижении которой эксплуатация должна быть прекращена независимо от ее технического состояния
4. срок эксплуатации	Г продолжительность функционирования машин и оборудования или объём выполненных ими работ за период между их капитальными ремонтами

**4.**

1. износа каждой детали в отдельности;	а характеризуется изменением размера в направлении, перпендикулярном к площади поверхности трения.
2. величина предельного зазора;	б Износ, характеризуемый максимально допустимым зазором
3. предельной величине износа одной из деталей входящей в сопряжение;	В определяется допусками и посадками
4. полному ресурсу;	г Состояние изделия, при котором оно неспособно выполнять заданные функции

**5.**

1. конструкционные отказы;	а способностью надежно работать в заданных условиях в течение заданного времени
2. технологические, эксплуатационные отказы;	б Отказ, возникший по причине, связанной с нарушением установленных правил и (или) условий эксплуатации.
3. экономические, эксплуатационные отказы;	в связанный с некоторой повторяющейся причиной процесса проектирования, производства, монтажа или пуска наладки,
4. геометрические, физико-механические, химические отказы	г возникает в результате несовершенства установленных правил и норм конструирования прибора

**Темы научных докладов**

1. Представление об эволюции усталостного разрушения.
2. Закономерность изнашивания деталей подвижных соединений в условиях смазывания.
3. Соотношение понятий работоспособного и неработоспособного состояний машин.
4. Виды испытаний машин на надежность.
5. Способы ускоренных испытаний машин на надежность.
6. Методы Ритца, Бубнова—Галеркина, Треффца.
7. Несущая способность деталей машин при статическом и малоцикловом нагружении.
8. Способы экспериментального изучения распределения нагрузок.
9. Классификация условий работы деталей машин с точки зрения выбора материала.
10. Сварные соединения и их роль в машиностроении.

**Вопросы к экзамену по дисциплине****«Динамика, работоспособность и надежность машин»**

1. Цель, задачи и функции дисциплины «Динамика, работоспособность и надежность машин».
2. Жизненные циклы транспортно-технологических машин (ТТМ).
3. Основные этапы жизненного цикла ТТМ, их характеристика, решаемые задачи работоспособности.
4. Понятие свойств ТТМ и их иерархия. Эксплуатационное качество ТТМ.
5. Основные задачи обеспечения работоспособности.
6. Понятие технического устройства.
7. Характеристика взаимосвязей элементов машины. Выходные параметры и их изменение.
8. Понятие технического состояния. Определение технического состояния машин совокупностью изменяющихся свойств.
9. Текущее, номинальное, допустимое значения параметров технического

состояния.

10. Установление предельных значений параметров (3 группы нормативов технического состояния).

11. Причины отказов.

12. Источники и причины начальных параметров машин.

13. Виды энергии и процессы, снижающие работоспособность изделия.

14. Классификация процессов, действующих на машину по скорости их протекания.

15. Основные сведения о состояниях машины: исправное – неисправное, работоспособное – неработоспособное, предельное.

16. Классификация отказов.

17. Виды повреждений и их причины.

18. Понятие работоспособности, исправности и отказа машины. Схема появления отказов.

19. Определение надежности как свойства машины.

20. Понятия безотказности, долговечности, ремонтнопригодности, сохраняемости, безопасности, живучести.

21. Эксплуатационная технологичность и факторы, влияющие на ремонтнопригодность, основные показатели.

22. Понятие вероятности, случайной величины, закон распределения, функция распределения, числовые характеристики случайной величины.

23. Единичные показатели надежности.

24. Стохастические оценки показателей надежности машин.

25. Комплексные показатели надежности – коэффициенты готовности, оперативной готовности, технического использования, сохранения эффективности.

26. Физическая сущность потери работоспособности деталей машин.

27. Предельные состояния подшипников скольжения, прецизионных пар гидросистем, цепных передач.

28. Определение величины износов методами микрометража, оценки изменения функциональных свойств, спектрального анализа продуктов износа, искусственных баз

29. Пары трения, упругие сопряжения, усталостный и кавитационный износ, коррозионное изнашивание.

30. Методы уменьшения интенсивности изнашивания в условиях эксплуатации машин.

31. Множество факторов воздействия на изнашивание деталей.

32. Группирование факторов износов, вызывающих постепенные или внезапные отказы.

33. Техническое диагностирование как инструмент предупреждения постепенных отказов.

34. Основные модели отказов – модели накопления повреждений, удара, прочность-нагрузка, усталостные повреждения.

35. Кривая усталости металла. Обобщающая модель формирования отказа.

36. Виды и классификация моделей отказов.

37. Классификация моделей по изменению интенсивности отказов. Примеры простых моделей и их области применения.

38. Модель формирования внезапных отказов. Область применения модели. Вид модели и ее основные свойства. Характеристика модели. Определение с помощью модели основных показателей надежности и работоспособности машин.

39. Модели постепенных отказов. Области применения моделей. Вид моделей и их свойства. Определение основных характеристик и показателей надежности

40. Понятие генеральной совокупности, выборки, вариационного ряда.

41. Эмпирические модели отказов и области их применения.

42. Точечная и интервальная оценки параметров. Требования к оценкам

параметров.

43. Понятие интервальной оценки параметра модели отказа. Методы определения оценок параметров моделей.

44. Методы проверки гипотез о виде моделей отказов. Доверительные границы показателей надежности.

45. Понятие критерия согласия. Возможные критерии согласия и мощность критериев. Подходы к их определению, их преимущества и недостатки.

46. Определение доверительных границ для параметров распределений.

47. Специальные этапы обработки данных – оценка аномальности данных и проверка их однородности.

48. Понятие параллельной и последовательной систем. Примеры систем. Надежность параллельных и последовательных систем.

49. Прогнозирование с помощью характеристики вероятности безотказной работы.

50. Карта надежности.

51. Прогнозирование первых замен агрегатов.

52. Схема и виды процессов восстановления.

53. Среднее число замен.

54. Методы определения показателей процесса восстановления.

55. Прогнозирование потребности в заменах агрегатов для парка машин.

7.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений и навыков, и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

### **Требования к выполнению тестового задания**

Тест – система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося.

В тестовых заданиях используются четыре типа вопросов:

- закрытая форма – наиболее распространенная форма и предлагает несколько альтернативных ответов на поставленный вопрос. Например, обучающемуся задается вопрос, требующий альтернативного ответа «да» или «нет», «является» или «не является», «относится» или «не относится» и т.п. Тестовое задание, содержащее вопрос в закрытой форме, включает в себя один или несколько правильных ответов и иногда называется выборочным заданием. Закрытая форма вопросов используется также в тестах-задачах с выборочными ответами. В тестовом задании в этом случае сформулированы условие задачи и все необходимые исходные данные, а в ответах представлены несколько вариантов результата решения в числовом или буквенном виде. Обучающийся должен решить задачу и показать, какой из представленных ответов он получил;

- открытая форма – вопрос в открытой форме представляет собой утверждение, которое необходимо дополнить. Данная форма может быть представлена в тестовом задании, например, в виде словесного текста, формулы (уравнения), графика, в которых пропущены существенные составляющие - части слова или буквы, условные обозначения, линии или изображения элементов схемы и графика. Обучающийся должен по памяти вставить соответствующие элементы в указанные места («пропуски»);

- установление соответствия – в данном случае обучающемуся предлагают два списка, между элементами которых следует установить соответствие;

установление последовательности – предполагает необходимость установить правильную последовательность предлагаемого списка слов или фраз.

Тесты сгруппированы по темам. Количество тестовых вопросов в разделе различно, что обусловлено объемом изучаемого материала и ее трудоемкостью.

Формулировки вопросов построены по следующим основным принципам:

**Выбрать верные варианты ответа.**

В пункте приведены конкретные вопросы и варианты ответов. Обучающемуся предлагается выбрать номер правильного ответа из предлагаемых вариантов. При этом следует учесть важное требование: в ответах к заданию обязательно должен быть верный ответ и он должен быть только один.

Обучающийся должен выбрать верный ответ на поставленный вопрос и сверить его с правильным ответом, который дается в конце.

**Критерии оценки знаний при проведении тестирования**

Отметка «отлично» выставляется при условии правильного ответа не менее чем 85% тестовых заданий;

Отметка «хорошо» выставляется при условии правильного ответа не менее чем 70 % тестовых заданий;

Отметка «удовлетворительно» выставляется при условии правильного ответа не менее 50 %;

Отметка «неудовлетворительно» выставляется при условии правильного ответа менее чем на 50 % тестовых заданий.

Результаты текущего контроля используются при проведении промежуточной аттестации.

**Требования к проведению круглого стола, дискуссий, полемики, диспута, дебатов**

Круглый стол, дискуссия, полемика, диспут, дебаты – оценочные средства, позволяющие включить обучающихся в процесс обсуждения спорного вопроса, проблемы и оценить их умение аргументировать собственную точку зрения. Обучающиеся высказывают свое мнение по проблеме, заданной преподавателем.

**Критерии оценивания круглого стола, дискуссий, полемики, диспута, дебатов:**

- знание и понимание современных тенденций развития российского образования и общества, в целом, и регионального, в частности;
- масштабность, глубина и оригинальность суждений;
- аргументированность, взвешенность и конструктивность предложений;
- умение вести дискуссию;
- умение отстаивать свое мнение;
- активность в обсуждении;
- общая культура и эрудиция.

Шкала оценивания: четырехбалльная шкала – 0 – критерий не отражён; 1 – недостаточный уровень проявления критерия; 2 – критерий отражен в основном, присутствует на отдельных этапах; 3 – критерий отражен полностью.

**Требования к проведению экзамена**

**Оценка «отлично»** выставляется студенту, показавшему всесторонние, систематизированные, глубокие знания учебной программы дисциплины и умение уверенно применять их на практике при решении конкретных задач, свободное и правильное обоснование принятых решений.

**Оценка «хорошо»** выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, умеет применять полученные знания на практике, но допускает в ответе или в решении задач некоторые неточности, которые может устранить с помощью дополнительных вопросов преподавателя.

**Оценка «удовлетворительно»** выставляется студенту, показавшему фрагментарный, разрозненный характер знаний, недостаточно правильные формулировки базовых понятий, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, но при этом он владеет основными разделами учебной программы,

необходимыми для дальнейшего обучения и может применять полученные знания по образцу в стандартной ситуации.

**Оценка «неудовлетворительно»** выставляется студенту, который не знает большей части основного содержания учебной программы дисциплины, допускает грубые ошибки в формулировках основных понятий дисциплины и не умеет использовать полученные знания при решении типовых практических задач.

## **8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

### 8.1. Основная литература

1. Яцун, С.Ф. Кинематика, динамика и прочность машин, приборов и аппаратуры [Электронный ресурс]: учебное пособие / С.Ф. Яцун, В.Я. Мищенко, Е.Н. Политов. - М.: Альфа-М: Инфра-М, 2012. - 208 с. - ЭБС «Znanium.com» - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=314716>

2. Зорин, В.А. Надежность механических систем [Электронный ресурс]: учебник/В.А.Зорин - М.: ИНФРА-М, 2015. - 380 с. - ЭБС «Znanium.com» - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=478990>

3. Зорин, В.А. Основы работоспособности технических систем : учебник/ В.А. Зорин. - М.: Академия, 2009. - 208 с.

### 8.2. Дополнительная литература

1. Основы надежности машин [Электронный ресурс]: учебное пособие / Е.М. Зубрилина и др.; Ставропольский государственный аграрный университет. – Ставрополь: АГРУС, 2010. – 120 с. - ЭБС «Znanium.com» - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=514416>

2. Оценка надежности машин и оборудования: теория и практика [Электронный ресурс]: учебник/ И.Н. Кравченко и др.; под ред. И.Н. Кравченко. - М.: Альфа-М: Инфра-М, 2012. - 336 с. - ЭБС «Znanium.com» - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=307370>

3. Лисунов, Е.В. Практикум по надежности технических систем: учебное пособие/ Е.А. Лисунов. – СПб.: Лань, 2015. – 240 с. - ЭБС «Лань» - Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=56608](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=56608)

### 8.3. Информационно-телекоммуникационные ресурсы сети «Интернет»

- Образовательный портал ФГБОУ ВО «МГТУ» [Электронный ресурс]: Режим доступа: <https://mkgtu.ru/>

- Официальный сайт Правительства Российской Федерации. [Электронный ресурс]: Режим доступа: <http://www.government.ru>

- Информационно-правовой портал «Гарант» [Электронный ресурс]: Режим доступа: <http://www.garant.ru/>

- Научная электронная библиотека [www.eLIBRARY.RU](http://www.eLIBRARY.RU) – Режим доступа: <http://elibrary.ru/>

- Электронный каталог библиотеки – Режим доступа: // <http://lib.mkgtu.ru:8004/catalog/fol2>;

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

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Учебно-методические материалы по лекциям дисциплины Б1.В.02 Динамика, работоспособность и надежность машин

Раздел / Тема с указанием основных учебных элементов (дидактических единиц)	Методы обучения	Способы (формы) обучения	Средства обучения	Формируемые компетенции
1	2	3	4	5
<p><b>Тема 1. Основные понятия теории надежности</b> Основные понятия теории надежности. Законы, отражающие изменения и прекращение работоспособности транспортных систем, их физическая сущность. Основные понятия теории надежности.</p>	<p>лекция, проблемное изложение</p>	<p>изучение нового учебного материалы</p>	<p>устная речь</p>	<p>способностью научно обоснованно оценивать новые решения в области построения и моделирования машин, приводов, оборудования, технологических систем и специализированного машиностроительного оборудования, а также средств технологического оснащения производства (ОПК-1);</p> <p>способностью формулировать и решать нетиповые задачи математического, физического, конструкторского, технологического, электротехнического характера при проектировании, изготовлении и эксплуатации новой техники (ОПК-2);</p> <p>способностью планировать натурные испытания механизмов и машин с постановкой задач экспериментов (ПК-5);</p> <p>способностью проводить обработку и интерпретацию результатов натурных испытаний механизмов и машин (ПК-6).</p>
<p><b>Тема 2. Показатели надежности</b> Показатели надежности, характеризующие степень надежности оборудования с количественной стороны. Единичные и комплексные показатели надежности.</p>	<p>лекция, приобретенные знания</p>	<p>изучение нового учебного материала</p>	<p>устная речь</p>	<p>способностью научно обоснованно оценивать новые решения в области построения и моделирования машин, приводов, оборудования, технологических систем и специализированного машиностроительного оборудования, а также средств технологического оснащения производства (ОПК-1);</p> <p>способностью формулировать и решать нетиповые задачи математического, физического, конструкторского, технологического, электротехнического характера при проектировании, изготовлении и эксплуатации новой техники (ОПК-2);</p> <p>способностью планировать натурные испытания механизмов и машин с постановкой задач экспериментов (ПК-5);</p> <p>способностью проводить обработку и интерпретацию результатов натурных испытаний механизмов и машин (ПК-6).</p>
<p><b>Тема 3. Аналитические зависимости изменения вероятности безотказной работы машины</b> Общие зависимости при оценке надежности. Аналитические зависимости</p>	<p>лекция, проблемное изложение</p>	<p>изучение нового учебного материала</p>	<p>устная речь</p>	<p>способностью научно обоснованно оценивать новые решения в области построения и моделирования машин, приводов, оборудования, технологических систем и специализированного машиностроительного оборудования, а также средств технологического оснащения производства</p>

<p>закона изменения вероятности безотказной работы оборудования. Надежность систем. Аналитические зависимости оценки надежности сложной системы из последовательно соединенных элементов. Надежность системы с резервированием элементов.</p>				<p>(ОПК-1);          способностью формулировать и решать нетиповые задачи математического, физического, конструкторского, технологического, электротехнического характера при проектировании, изготовлении и эксплуатации новой техники (ОПК-2);          способностью планировать натурные испытания механизмов и машин с постановкой задач экспериментов (ПК-5);          способностью проводить обработку и интерпретацию результатов натурных испытаний механизмов и машин (ПК-6).</p>
<p><b>Тема 4. Методика испытания эксплуатационной надежности машин</b>          Методика экспериментальной оценки закона распределения случайных величин. Математическая обработка статистической информации о надежности.</p>	<p>лекция, проблемное изложение, объяснительно иллюстративный</p>	<p>изучение нового материала</p>	<p>устная речь</p>	<p>способностью научно обоснованно оценивать новые решения в области построения и моделирования машин, приводов, оборудования, технологических систем и специализированного машиностроительного оборудования, а также средств технологического оснащения производства (ОПК-1);          способностью формулировать и решать нетиповые задачи математического, физического, конструкторского, технологического, электротехнического характера при проектировании, изготовлении и эксплуатации новой техники (ОПК-2);          способностью планировать натурные испытания механизмов и машин с постановкой задач экспериментов (ПК-5);          способностью проводить обработку и интерпретацию результатов натурных испытаний механизмов и машин (ПК-6).</p>
<p><b>Тема 5. Полезные и вредные нагрузки</b>          Нагрузка в машинах. Общие сведения. Полезные и вредные нагрузки. Постоянные и переменные нагрузки. Законы распределения нагрузок по времени для различных машин.</p>	<p>лекция, проблемное изложение, объяснительно иллюстративный</p>	<p>изучение нового материала</p>	<p>устная речь</p>	<p>способностью научно обоснованно оценивать новые решения в области построения и моделирования машин, приводов, оборудования, технологических систем и специализированного машиностроительного оборудования, а также средств технологического оснащения производства (ОПК-1);          способностью формулировать и решать нетиповые задачи математического, физического, конструкторского, технологического, электротехнического характера при проектировании, изготовлении и эксплуатации новой техники (ОПК-2);          способностью планировать натурные испытания механизмов и машин с постановкой задач экспериментов (ПК-5);          способностью проводить обработку и интерпретацию результатов натурных испытаний механизмов и машин (ПК-6).</p>

<p><b>Тема 6. Методы снижения нагрузок</b> Уменьшение внутренних возмущений изменением конструктивной схемы машины. Устойчивость двух массовой крутильной системы с упругой муфтой. Демпфирование колебаний использованием пластинчатых рессор, тарельчатых пружин. Демпфер Ланчестера, использование дросселей для демпфирования колебаний в гидросистемах. Вибраторы. Конструкция резинометаллических виброопор.</p>	<p>лекция, проблемное изложение, объяснительно иллюстративный</p>	<p>изучение нового материала</p>	<p>устная речь</p>	<p>способностью научно обоснованно оценивать новые решения в области построения и моделирования машин, приводов, оборудования, технологических систем и специализированного машиностроительного оборудования, а также средств технологического оснащения производства (ОПК-1); способностью формулировать и решать нетиповые задачи математического, физического, конструкторского, технологического, электротехнического характера при проектировании, изготовлении и эксплуатации новой техники (ОПК-2); способностью планировать натурные испытания механизмов и машин с постановкой задач экспериментов (ПК-5); способностью проводить обработку и интерпретацию результатов натурных испытаний механизмов и машин (ПК-6).</p>
<p><b>Тема 7. Концентрация нагрузки и пути ее уменьшения</b> Концентрация нагрузок, вызываемая растяжением. Распределение нагрузки по виткам резьбы в соединении винт-гайка. Конструктивные пути снижения концентраций нагрузки. Концентрация нагрузки при сжатии. Конструктивные схемы для снижения концентрации нагрузки при сжатии. Особенности изменения нагрузки по телам качения опорных подшипников. Повышение работоспособности опор качения использованием систем с "ориентированными" осями жесткости. Концентрация нагрузки, вызываемая изгибом. Особенности распределения нагрузки по длине опоры вала на подшипниках скольжения жидкостного трения. Конструктивные схемы для снижения концентрации нагрузки опор скольжения.</p>	<p>лекция, проблемное изложение, объяснительно иллюстративный</p>	<p>изучение нового материала</p>	<p>устная речь</p>	<p>способностью научно обоснованно оценивать новые решения в области построения и моделирования машин, приводов, оборудования, технологических систем и специализированного машиностроительного оборудования, а также средств технологического оснащения производства (ОПК-1); способностью формулировать и решать нетиповые задачи математического, физического, конструкторского, технологического, электротехнического характера при проектировании, изготовлении и эксплуатации новой техники (ОПК-2); способностью планировать натурные испытания механизмов и машин с постановкой задач экспериментов (ПК-5); способностью проводить обработку и интерпретацию результатов натурных испытаний механизмов и машин (ПК-6).</p>
<p><b>Тема 8. Работоспособность и надежность машин</b> Качество, техническое состояние машин. Понятия надежности. Классификация отказов. Характеристики случайных величин и случайных событий. Показатели надежности. Общая характеристика надежности машин. Факторы, влияющие на</p>	<p>лекция, проблемное изложение, объяснительно иллюстративный</p>	<p>изучение нового материала</p>	<p>устная речь</p>	<p>способностью научно обоснованно оценивать новые решения в области построения и моделирования машин, приводов, оборудования, технологических систем и специализированного машиностроительного оборудования, а также средств технологического оснащения производства (ОПК-1); способностью формулировать и решать нетиповые задачи математического,</p>

изменение технического состояния машин.				физического, конструкторского, технологического, электротехнического характера при проектировании, изготовлении и эксплуатации новой техники (ОПК-2); способностью планировать натурные испытания механизмов и машин с постановкой задач экспериментов (ПК-5); способностью проводить обработку и интерпретацию результатов натурных испытаний механизмов и машин (ПК-6).
<b>Тема 9. Методы обеспечения работоспособности машин</b> Классификация закономерностей, характеризующих изменение технического состояния машин. Закономерности изменения технического состояния машины по наработке (закономерности первого вида). Закономерности случайных процессов изменения технического состояния машин (закономерности второго вида). Закономерности процессов восстановления (закономерности третьего вида). Методы обеспечения работоспособности машин. Комплексная оценка работоспособности машин.	лекция, проблемное изложение, объяснительно иллюстративный	изучение нового материала	устная речь	способностью научно обоснованно оценивать новые решения в области построения и моделирования машин, приводов, оборудования, технологических систем и специализированного машиностроительного оборудования, а также средств технологического оснащения производства (ОПК-1); способностью формулировать и решать нетиповые задачи математического, физического, конструкторского, технологического, электротехнического характера при проектировании, изготовлении и эксплуатации новой техники (ОПК-2); способностью планировать натурные испытания механизмов и машин с постановкой задач экспериментов (ПК-5); способностью проводить обработку и интерпретацию результатов натурных испытаний механизмов и машин (ПК-6).

Учебно-методические материалы по практическим (семинарским) занятиям дисциплины

Б1.В.02 Динамика, работоспособность и надежность машин

Раздел / Тема с указанием основных учебных элементов (дидактических единиц)	Наименование семинарского занятия	Методы обучения	Способы (формы) обучения	Средства обучения
Тема 4. Методика испытания эксплуатационной надежности машин	Определение вероятности работоспособности технологической системы.	Написание реферата	формирование и совершенствование знаний	тесты, экзамен
Тема 6. Методы снижения нагрузок	Изучение конструкции резинометаллических виброопор.	Составление плана-конспекта	формирование, контроль и коррекция знаний	тесты, научный доклад, круглый стол.
Тема 7. Концентрация нагрузки и пути ее уменьшения	Конструктивные пути снижения концентраций нагрузки.	Составление плана-конспекта	формирование, контроль и коррекция знаний	тесты, научный доклад, экзамен
Тема 8. Работоспособность и	Оценка факторов, влияющих на изменение	Проведение анализа технического	формирование и	тесты, круглый стол.

надежность машин	технического состояния машин.	состояния машин и оценка факторов, влияющих на них	совершенствование знаний	
Тема 9. Методы обеспечения работоспособности машин	Комплексная оценка работоспособности машин.	Написание реферата	формирование, контроль и коррекция знаний	тесты, научный доклад, экзамен

## **10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)**

Информационные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, позволяют:

- организовать процесс образования путем визуализации изучаемой информации посредством использования презентаций, учебных фильмов;
- контролировать результаты обучения на основе компьютерного тестирования;
- автоматизировать расчеты аналитических показателей, предусмотренные программой научно-исследовательской работы;
- автоматизировать поиск информации посредством использования справочных систем.

### 10.1. Перечень необходимого программного обеспечения

Для осуществления учебного процесса используется свободно распространяемое (бесплатное не требующее лицензирования) программное обеспечение:

1. Операционная система «Windows», договор 0376100002715000045-0018439-01 от 19.06.2015; свободно распространяемое (бесплатное не требующее лицензирования) программное обеспечение:
1. Программа для воспроизведения аудио и видео файлов «VLC media player»;
2. Программа для воспроизведения аудио и видео файлов «K-lite codec»;
3. Офисный пакет «WPS office»;
4. Программа для работы с архивами «7zip»;
5. Программа для работы с документами формата .pdf «Adobe reader»

### 10.2. Перечень необходимых информационных справочных систем:

Каждый обучающийся в течение всего периода обучения обеспечен индивидуальным неограниченным доступом к электронно-библиотечным системам:

1. Электронная библиотечная система «IPRbooks» (<http://www.iprbookshop.ru>)
2. Электронная библиотечная система «ZNANIUM.COM» (<http://www.znanium.com>).

Для обучающихся обеспечен доступ (удаленный доступ) к следующим современным профессиональным базам данных, информационным справочным и поисковым системам:

1. Консультант Плюс – справочная правовая система (<http://consultant.ru>)
2. Web of Science (WoS) (<http://apps.webofknowledge.com>)
3. Научная электронная библиотека (НЭБ) (<http://www.elibrary.ru>)
4. Электронная Библиотека Диссертаций (<https://dvs.rsl.ru>)
5. КиберЛенинка (<http://cyberleninka.ru>)
6. Национальная электронная библиотека (<http://нэб.рф>)

## 11. Описание материально-технической базы необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Наименования специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
<b>Специальные помещения</b>		
<p>Учебная аудитория лекционного типа, занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации ул. Первомайская, 191, 1 этаж, ауд. 118.</p> <p>Кабинет машин и механизмов ул. Первомайская, 191, 4 этаж, ауд. 406</p> <p>Кабинет кафедры нефтегазового дела и энергетики: ул. Гоголя, 17 / ул. Первомайская, 210, 4 этаж, каб. 2-42б</p>	<p>Учебная мебель на 28 посадочных мест, доска.</p> <p>Мультимедийное оборудование: проектор, экран; Наглядные пособия для проведения практических занятий.</p>	<p>1. Операционная система «Windows», договор 0376100002715000045-0018439-01 от 19.06.2015; свободно распространяемое (бесплатное не требующее лицензирования) программное обеспечение:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Программа для воспроизведения аудио и видео файлов «VLC media player»;</li> <li>2. Программа для воспроизведения аудио и видео файлов «K-lite codec»;</li> <li>3. Офисный пакет «WPS office»;</li> <li>4. Программа для работы с архивами «7zip»;</li> <li>5. Программа для работы с документами формата .pdf «Adobe reader»;</li> </ol>
<b>Помещения для самостоятельной работы</b>		
<p>Читальный зал ФГБОУ ВО «МГТУ»: ул. Первомайская, 191, 3 этаж.</p>	<p>Читальный зал имеет 150 посадочных мест, компьютерное оснащение с выходом в Интернет на 30 посадочных мест; оснащен специализированной мебелью (столы, стулья, шкафы, шкафы выставочные), стационарное мультимедийное оборудование, оргтехника (принтеры, сканеры, ксероксы)</p>	<p>1. Операционная система «Windows», договор 0376100002715000045-0018439-01 от 19.06.2015; свободно распространяемое (бесплатное не требующее лицензирования) программное обеспечение:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Программа для воспроизведения аудио и видео файлов «VLC media player»;</li> <li>2. Программа для воспроизведения аудио и видео файлов «K-lite codec»;</li> <li>3. Офисный пакет «WPS office»;</li> <li>4. Программа для работы с архивами «7zip»;</li> <li>5. Программа для работы с документами формата .pdf «Adobe reader»;</li> </ol>

**12. Дополнения и изменения в рабочей программе дисциплины**

На \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ учебный год

В рабочую программу Б1.В.02 Динамика, работоспособность и надежность машин  
для направления подготовки 15.06.01 Машиностроение

Дополнения и изменения внес \_\_\_\_\_

Дополнения и изменения рассмотрены и одобрены на заседании кафедры  
нефтегазового дела и энергетики

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ г.

Заведующий кафедрой

\_\_\_\_\_  
(подпись)

М.А. Меретуков