

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Воронежский государственный технический университет»



УТВЕРЖДАЮ

Декан ФМАТ  В.И. Ряжских

«29» июня 2018 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины (модуля)

«Надежность и диагностика технологических систем»

Направление подготовки 15.03.05 – Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств

Профиль Металлообрабатывающие станки и комплексы

Квалификация выпускника Бакалавр

Нормативный период обучения 4 года / 4 г. и 11 м.

Форма обучения Очная / Заочная

Год начала подготовки 2018 г.

Автор программы _____



/ Жачкин С.Ю. /

Заведующий кафедрой
автоматизированного оборудования
машиностроительного производства _____



/ Петренко В.Р. /

Руководитель ОПОП _____



/ Петренко В.Р. /

Воронеж 2018

1 ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1 Цели дисциплины

- получение знаний о надежности технологических систем (ТС), методах ее оценки и способах ее повышения.

1.2 Задачи освоения дисциплины

- приобретение знаний о диагностических признаках повреждений элементов ТС, их измерении, первичных преобразователях;

- практическое использование методов диагностирования основных узлов, механизмов и отдельных деталей станков;

- получение сведений о структуре систем диагностирования наиболее важных узлов станков;

- приобретение исследовательских навыков при эксплуатации металлообрабатывающих станков.

2 МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Надежность и диагностика технологических систем» относится к дисциплинам базовой части Б1.Б блока Б.1 учебного плана.

3 ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины «Надежность и диагностика технологических систем» направлен на формирование следующих компетенций:

ПК-4 – способностью участвовать в разработке проектов изделий машиностроения, средств технологического оснащения, автоматизации и диагностики машиностроительных производств, технологических процессов их изготовления и модернизации с учетом технологических, эксплуатационных, эстетических, экономических, управленческих параметров и использованием современных информационных технологий и вычислительной техники, а также выбирать эти средства и проводить диагностику объектов машиностроительных производств с применением необходимых методов и средств анализа.

ПК-12 – способностью выполнять работы по диагностике состояния динамики объектов машиностроительных производств с использованием необходимых методов и средств анализа.

ПК-19 – способностью осваивать и применять современные методы организации и управления машиностроительными производствами, выполнять работы по доводке и освоению технологических процессов, средств и систем технологического оснащения, автоматизации, управления, контроля, диагностики в ходе подготовки производства новой продукции, оценке их иннова-

ционного потенциала, по определению соответствия выпускаемой продукции требованиям регламентирующей документации, по стандартизации, унификации технологических процессов, средств и систем технологического оснащения, диагностики, автоматизации и управления выпускаемой продукцией.

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции
ПК-4	<p>Знать основы математической и физической теории надежности элементов технологических систем; методы оценки надежности оборудования и способы ее повышения, основные диагностические признаки повреждений элементов технологической системы.</p> <p>Уметь рассчитывать основные количественные показатели надежности технологической системы и ее элементов.</p> <p>Владеть навыками, необходимыми для разработки систем диагностики; составления технологических алгоритмов диагностирования состояния инструмента, станка и других элементов автоматизированных технологических систем.</p>
ПК-12	<p>Знать методику и процедуры, необходимые для разработки систем диагностики; структуру и состав, обеспечивающей части систем диагностики; технологические алгоритмы реализованных систем диагностики; средства для контроля испытаний, диагностики и адаптивного управления оборудованием.</p> <p>Уметь определять по результатам испытаний и наблюдений оценки показателей надежности и ремонтпригодности элементов и систем; анализировать и синтезировать технические системы с заданным уровнем надежности; диагностировать показатели надежности технических систем.</p> <p>Владеть навыками выявления диагностических признаков повреждений оборудования; разработки систем диагностики; навыками оценки показателей надежности и ремонтпригодности технических элементов и систем; навыками работы на контрольно-измерительном оборудовании; навыками наладки, настройки, регулировки, обслуживания технических средств и систем управления; навыками оформления документации по надежности элементов, оборудования, систем управления и принятия соответствующих решений.</p>
ПК-19	<p>Знать методы организации и управления машиностроительными производствами</p> <p>Уметь выполнять работы по доводке и освоению технологических процессов, средств и систем технологического оснащения, автоматизации, управления, контроля, диагностики в ходе подготовки новой продукции</p>

	Владеть методами оценки инновационного потенциала, по определению соответствия выпускаемой продукции требованиям регламентирующей документации, по стандартизации, унификации технологических процессов, средств и систем технологического оснащения, диагностики, автоматизации и управления выпускаемой продукцией
--	---

4 ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Общая трудоемкость дисциплины «Надежность и диагностика технологических систем» составляет 3 зачетные единицы.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий

Очная форма обучения

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры			
		8			
Аудиторные занятия (всего)	36	36			
В том числе:					
Лекции	12	12			
Практические занятия (ПЗ)	-	-			
Лабораторные работы (ЛР)	24	24			
Самостоятельная работа	72	72			
Курсовой проект	-	-			
Контрольная работа	-	-			
Вид промежуточной аттестации - зачет	+	Зачет			
Общая трудоемкость, часов	108	108			
Зачетных единиц	3	3			

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий

Заочная форма обучения

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры			
		10			
Аудиторные занятия (всего)	18	18			
В том числе:					
Лекции	6	6			
Практические занятия (ПЗ)	-	-			
Лабораторные работы (ЛР)	12	12			
Самостоятельная работа	86	86			
Курсовой проект	-	-			
Контрольная работа	+	+			

Вид промежуточной аттестации – зачет	4	Зачет			
Общая трудоемкость, часов	108	108			
Зачетных единиц	3	3			

5 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

5.1 Содержание разделов дисциплины и распределение трудоемкости по видам занятий

очная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекции	Пр. акт. зан.	Лаб. зан.	СРС	Всего, час
1	Виды надежности и прогнозирование отказов ТС	Общие понятия о надежности технических систем и их элементов (ТС). Показатели надежности. Общие зависимости расчетов надежности. Наладка и настройка ТС как основа обеспечения нормированных показателей надежности. Основы математической теории надежности. Физическая теория надежности элементов технологической системы. Надежность в период нормальной эксплуатации ТС. Надежность в период износных отказов. Вероятность возникновения отказов. Безотказность. долговечность. Ремонтопригодность. Сохраняемость ТС. Надежность систем с резервированием, особенности их расчета. Примеры ТС с резервированием	2	-	-	12	14
2	Нагрузки в узлах автоматизированного обслуживания	Общие сведения о нагрузках. Статические и динамические нагрузки. Развитие и влияние на работоспособность. Концентрации нагрузки и ее	2	-	16	12	30

		уменьшение. Повышение технологичности как способ снижения концентрации нагрузки.					
3	Надежность металлообрабатывающих станков	Особенности расчета показателей надежности многоуровневых ТС. Надежность универсальных станков. Надежность станков с ЧПУ. Определение отказов в электронных СУ. Методы локализации, замены, исключения. Надежность универсальных станков Надежность станков с ЧПУ. Определение отказов в электронных системах управления. Методы локализации, замены, исключения. Определение надежности АС, управляющих комплексов.	2	-	8	12	22
4	Надежность ПР и и транспортно-накопительных систем	Обеспечение показателей надежности при различных методах конструирования: модернизации и модификации, агрегатировании, конвертировании. Обеспечение показателей надежности при компаундировании, изменении линейных размеров, комплексной нормализации. Примеры обеспечения повышения показателей надежности на основе последних достижений производства ТС. Определение надежности АС, транспортных систем, управляющих комплексов.	2	-	-	12	14
5	Средства технической диагностики	Периферийные устройства диагностики, системы очувствления, датчики, принципы действия. Встроенные средства технической диагностики. АО как объект диагностики, информативные узлы станков. Динамика объектов	2			12	14

		<p>посредством СТЗ (системы технологического зрения). Локационные системы оцувствления и диагностики. Принципы действия датчиков. Конструкции ТС. Тактильные системы оцувствления. Устройство диагностики конструкций, тактильные образцы изделий. Силомоментные системы оцувствления и диагностики. Конструкции силомоментных датчиков с механической, световой компенсацией. Примеры сборочных ТС, оснащенных СМД, силовая схема формирования управляющих движений. Примеры системы для диагностики процессов сборки, окраски, кантования.</p>					
6	<p>Встроенные средства технической диагностики (ВСТД)</p>	<p>Диагностирование оборудования и его элементов. Диагностирование повреждений в металлообрабатывающих станках. Примеры сборочных ТС, оснащенных СМД, силовая схема формирования управляющих движений. Автоматические системы научных исследований (АСНИ). АСНИ металлообработки – прообраз систем диагностики. ВСТД для токарных и фрезерных станков. ВСТД для расточных станков и обрабатывающих центров с ЧПУ. Диагностирование состояния режущего инструмента, диагностика борштанг. Устройство ВСТД. Технологические алгоритмы диагностирования, управления процессами механической обработки по возмущающим воз-</p>	2			12	14

		действиям.					
Итого			12	-	24	72	108

Заочная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекции	Пр. акт. зан.	Лаб. зан.	СРС	Всего, час
1	Виды надежности и прогнозирование отказов ТС	Общие понятия о надежности технических систем и их элементов (ТС). Показатели надежности. Общие зависимости расчетов надежности. Наладка и настройка ТС как основа обеспечения нормированных показателей надежности. Основы математической теории надежности. Физическая теория надежности элементов технологической системы. Надежность в период нормальной эксплуатации ТС. Надежность в период износных отказов. Вероятность возникновения отказов. Безотказность. долговечность. Ремонтопригодность. Сохраняемость ТС. Надежность систем с резервированием, особенности их расчета. Примеры ТС с резервированием	1			14	15
2	Нагрузки в узлах автоматизированного оборудования	Общие сведения о нагрузках. Статические и динамические нагрузки. Развитие и влияние на работоспособность. Концентрации нагрузки и ее уменьшение. Повышение технологичности как способ снижения концентрации нагрузки.	1		8	14	23
3	Надежность металлообрабатывающих станков	Особенности расчета показателей надежности многоуровневых ТС. Надежность универсальных станков. Надежность станков с ЧПУ.	1		4	14	19

		<p>Определение отказов в электронных СУ. Методы локализации, замены, исключения. Надежность универсальных станков Надежность станков с ЧПУ. Определение отказов в электронных системах управления. Методы локализации, замены, исключения. Определение надежности АС, управляющих комплексов.</p>					
4	<p>Надежность ПР и и транспортно-накопительных систем</p>	<p>Обеспечение показателей надежности при различных методах конструирования: модернизации и модификации, агрегатировании, конвертировании. Обеспечение показателей надежности при компаундировании, изменении линейных размеров, комплексной нормализации. Примеры обеспечения повышения показателей надежности на основе последних достижений производства ТС. Определение надежности АС, транспортных систем, управляющих комплексов.</p>	1			14	15
5	<p>Средства технической диагностики</p>	<p>Периферийные устройства диагностики, системы очувствления, датчики, принципы действия. Встроенные средства технической диагностики. АО как объект диагностики, информативные узлы станков. Динамика объектов посредством СТЗ (системы технологического зрения). Локационные системы очувствления и диагностики. Принципы действия датчиков. Конструкции ТС. Тактильные системы очувствления. Устройство диагностики конструкций, тактильные об-</p>	1			15	16

		разцы изделий. Силомоментные системы оцувствления и диагностики. Конструкции силомоментных датчиков с механической, световой компенсацией. Примеры сборочных ТС, оснащенных СМД, силовая схема формирования управляющих движений. Примеры системы для диагностики процессов сборки, окраски, кантования.				
6	Встроенные средства технической диагностики (ВСТД)	<p>Диагностирование оборудования и его элементов. Диагностирование повреждений в металлообрабатывающих станках. Примеры сборочных ТС, оснащенных СМД, силовая схема формирования управляющих движений. Автоматические системы научных исследований (АСНИ). АСНИ металлообработки – прообраз систем диагностики. ВСТД для токарных и фрезерных станков. ВСТД для расточных станков и обрабатывающих центров с ЧПУ. Диагностирование состояния режущего инструмента, диагностика борштанг. Устройство ВСТД. Технологические алгоритмы диагностирования, управления процессами механической обработки по возмущающим воздействиям.</p>	1		15	16
		<i>Итого</i>	6		12	104
		<i>Зачет</i>	-	-	-	4
		Всего	6		12	108

5.2 Перечень лабораторных работ

1. Технологическое обеспечение показателей надежности станочного оборудования

2. Технологическое обеспечение показателей надежности оборудования АЛ и ГПС

3. Применение промышленных роботов для повышения уровня надежности и диагностики технологических систем

5.3 Перечень практических работ

Выполнение практических работ не предусмотрено.

6 ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ (РАБОТ) И КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

6.1 Выполнение курсового проекта

Выполнение курсового проекта не предусмотрено.

6.2 Контрольные работы для обучающихся заочной формы обучения

В соответствии с учебным планом освоение дисциплины предусматривает выполнение контрольной работы в 10 семестре.

Примерная тематика контрольной работы: «Произвести проекторочный расчет инструмента под действием изгибающего момента методами теории надежности».

Задачи, решаемые при выполнении контрольной работы:

- Определить величину параметра сечения державки при заданных вероятностях безотказной работы
- Сделать выводы о влиянии заданной вероятности безотказной работы на требуемые размеры сечения державки.

7 ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

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

7.1.1 Этап текущего контроля

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

«аттестован»;

«не аттестован».

Компе-	Результаты обучения, ха-	Критерии	Аттестован	Не аттестован
---------------	---------------------------------	-----------------	-------------------	----------------------

тенция	рактизирующие сформированность компетенции	оценивания		
ПК-4	Знать основы математической и физической теории надежности элементов технологических систем; методы оценки надежности оборудования и способы ее повышения, основные диагностические признаки повреждений элементов технологической системы.	Активная работа на практических занятиях,	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Уметь рассчитывать основные количественные показатели надежности технологической системы и ее элементов.	Решение стандартных практических задач	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Владеть навыками необходимыми для разработки систем диагностики; составления технологических алгоритмов диагностирования состояния инструмента, станка и других элементов автоматизированных технологических систем.	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
ПК-12	Знать методику и процедуры, необходимые для разработки систем диагностики; структуру и состав, обеспечивающей части систем диагностики; технологические алгоритмы реализованных систем диагностики; средства для контроля испытаний, диагностики и адаптивного управления оборудованием.	Активная работа на лабораторных занятиях	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

	Уметь определять по результатам испытаний и наблюдений оценки показателей надежности и ремонтпригодности элементов и систем; анализировать и синтезировать технические системы с заданным уровнем надежности; диагностировать показатели надежности технических систем.	Решение стандартных практических задач	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Владеть навыками выявления диагностических признаков повреждений оборудования; разработки систем диагностики; навыками оценки показателей надежности и ремонтпригодности технических элементов и систем; навыками работы на контрольно-измерительном оборудовании; навыками наладки, настройки, регулировки, обслуживания технических средств и систем управления; навыками оформления документации по надежности элементов, оборудования, систем управления и принятия соответствующих решений.	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
ПК-19	Знать методы организации и управления машиностроительными производствами	Активная работа на практических занятиях,	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Уметь выполнять работы по доводке и освоению технологических процессов,	Решение стандартных прак-	Выполнение работ в	Невыполнение работ в срок, преду-

	средств и систем технологического оснащения, автоматизации, управления, контроля, диагностики в ходе подготовки новой продукции	тических задач	срок, предусмотренный в рабочих программах	смотренный в рабочих программах
	Владеть методами оценки инновационного потенциала, по определению соответствия выпускаемой продукции требованиям регламентирующей документации, по стандартизации, унификации технологических процессов, средств и систем технологического оснащения, диагностики, автоматизации и управления выпускаемой продукции	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

7.1.2 Этап промежуточного контроля знаний

Результаты промежуточного контроля знаний для очной формы обучения оцениваются в 8 семестре, для заочной формы обучения оцениваются в 10 семестре по следующей системе:

«зачтено»

«не зачтено»

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Зачтено	Не зачтено
ПК-4	Знать основы математической и физической теории надежности элементов технологических систем; методы оценки надежности оборудования и способы ее повышения, основные диагностические признаки повреждений элементов технологической системы.	Тест	Выполнение теста более 70%	Выполнение теста менее 70%

	Уметь рассчитывать основные количественные показатели надежности технологической системы и ее элементов.	Тест	Выполнение теста более 70%	Выполнение теста менее 70%
	Владеть навыками необходимыми для разработки систем диагностики; составления технологических алгоритмов диагностирования состояния инструмента, станка и других элементов автоматизированных технологических систем.	Тест	Выполнение теста более 70%	Выполнение теста менее 70%
ПК-12	Знать методику и процедуры, необходимые для разработки систем диагностики; структуру и состав, обеспечивающей части систем диагностики; технологические алгоритмы реализованных систем диагностики; средства для контроля испытаний, диагностики и адаптивного управления оборудованием.	Тест	Выполнение теста более 70%	Выполнение теста менее 70%
	Уметь определять по результатам испытаний и наблюдений оценки показателей надежности и ремонтпригодности элементов и систем; анализировать и синтезировать технические системы с заданным уровнем надежности; диагностировать показатели надежности технических систем.	Тест	Выполнение теста более 70%	Выполнение теста менее 70%

	Владеть навыками выявления диагностических признаков повреждений оборудования; разработки систем диагностики; навыками оценки показателей надежности и ремонтопригодности технических элементов и систем; навыками работы на контрольно-измерительном оборудовании; навыками наладки, настройки, регулировки, обслуживания технических средств и систем управления; навыками оформления документации по надежности элементов, оборудования, систем управления и принятия соответствующих решений.	Тест	Выполнение теста более 70%	Выполнение теста менее 70%
ПК-19	Знать методы организации и управления машиностроительными производствами	Тест	Выполнение теста более 70%	Выполнение теста менее 70%
	Уметь выполнять работы по доводке и освоению технологических процессов, средств и систем технологического оснащения, автоматизации, управления, контроля, диагностики в ходе подготовки новой продукции	Тест	Выполнение теста более 70%	Выполнение теста менее 70%
	Владеть методами оценки инновационного потенциала, по определению соответствия выпускаемой продукции требовани-	Тест	Выполнение теста более 70%	Выполнение теста менее 70%

	<p>ям регламентирующей документации, по стандартизации, унификации технологических процессов, средств и систем технологического оснащения, диагностики, автоматизации и управления выпускаемой продукции</p>			
--	--	--	--	--

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

7.2.1 Примерный перечень заданий для подготовки к тестированию

1. Состояние объекта, при котором значения всех параметров, характеризующих способность выполнять заданные функции, соответствуют нормативно-технической документации, называется ...

Фразы: Работоспособным; Не работоспособным; Исправным; Предельным.

2. Состояние объекта, при котором его дальнейшее применение по назначению недопустимо или нецелесообразно называется ...

Фразы: Работоспособным; Не работоспособным; Исправным; Предельным.

3. Свойство объекта непрерывно сохранять работоспособное состояние в течение некоторого времени или некоторой наработки называется ...

Фразы: Безотказностью; Работоспособностью; Исправностью; Долговечностью.

4. Отказ, возникающий в результате несовершенства или нарушения установленных правил и норм конструирования, называется ...

Фразы: Конструктивным; Производственным; Эксплуатационным; Ресурсным.

5. Отказ, возникающий в результате несовершенства или нарушения установленного процесса изготовления или ремонта объекта, называется ...

Фразы: Конструктивным; Производственным; Эксплуатационным; Ресурсным.

6. Отказ, возникающий в результате нарушения установленных правил или условий эксплуатации, называется ...

Фразы: Конструктивным; Производственным; Эксплуатационным; Ресурсным.

7. По группам сложности отказы технических систем подразделяют на ...

Фразы: две группы, три группы, четыре группы, пять групп.

8. Отказ, в результате которого объект достигает предельного состояния, называется ...

Фразы: Предельным отказом; отказом третьей группы сложности; Эксплуатационным отказом; Ресурсным отказом.

9. Свойство объекта, заключающееся в приспособленности к поддержанию и восстановлению работоспособного состояния путем проведения ТО и ремонтов, называется ...

Фразы: Ремонтпригодностью; Восстанавливаемостью; Безотказностью; Ресурсосберегаемостью.

10. Свойство объекта сохранять в заданных пределах значения параметров, характеризующих способность его выполнять требуемые функции в течение и после хранения и транспортировки, называется ...

Фразы: Безотказностью; Долговечностью; Ремонтпригодностью; Сохраняемостью.

7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач

1. Невосстанавливаемые объекты – это:

А) объекты, для которых работоспособность в случае возникновения отказа, не подлежит восстановлению;

Б) объекты, работоспособность которых может быть восстановлена только путем замены;

В) объекты, работоспособность которых может быть восстановлена, в том числе и путем замены;

Г) объекты электроники и нанотехнологии;

Д) объекты оборонного назначения.

2. Восстанавливаемые объекты – это:

А) объекты, работоспособность которых может быть восстановлена, в том числе и путем замены;

Б) объекты, работоспособность которых может быть восстановлена только путем замены;

В) объекты, для которых работоспособность в случае возникновения отказа, не подлежит восстановлению;

Г) любые объекты оборонного назначения или гражданской обороны;

Д) медикаменты.

3. К отказам функционирования относится:

А) поломка зубьев шестерни;

Б) усталость металла;

В) износ оборудования;

Г) потеря точности станка;

Д) коррозия металла.

4. Отказы параметрические - это отказы, при которых:

А) некоторые параметры объекта изменяются в недопустимых пределах;

Б) обусловленные непредусмотренными перегрузками, дефектами материала, ошибками персонала или сбоями системы управления и т. п.;

В) обусловленные закономерными и неизбежными явлениями, вызывающими постепенное накопление повреждений;

Г) обусловленные непредусмотренными перегрузками, дефектами материала, ошибками персонала или сбоями системы управления и т. п.;

Д) обусловленные закономерными и неизбежными явлениями, вызывающими постепенное накопление повреждений.

5. Отказы случайные - это отказы:

А) обусловленные непредусмотренными перегрузками, дефектами материала, ошибками персонала или сбоями системы управления и т. п.;

Б) обусловленные непредусмотренными перегрузками, дефектами материала, ошибками персонала или сбоями системы управления и т. п.;

В) обусловленные закономерными и неизбежными явлениями, вызывающими постепенное накопление повреждений;

Г) при которых некоторые параметры объекта изменяются в недопустимых пределах.

Д) обусловленные закономерными и неизбежными явлениями, вызывающими постепенное накопление повреждений.

6. Отказы систематические - это отказы:

А) обусловленные закономерными и неизбежными явлениями, вызывающими постепенное накопление повреждений;

Б) обусловленные непредусмотренными перегрузками, дефектами материала, ошибками персонала или сбоями системы управления и т. п.;

В) некоторые параметры объекта изменяются в недопустимых пределах;

Г) обусловленные непредусмотренными перегрузками, дефектами материала, ошибками персонала или сбоями системы управления и т. п.;

Д) обусловленные закономерными и неизбежными явлениями, вызывающими постепенное накопление повреждений.

7. К систематическим отказам относится (указать неправильный ответ):

А) поломка зубьев шестерни;

Б) усталость металла;

В) износ оборудования;

Г) старение оборудования;

Д) коррозия металла.

8. К параметрическим отказам относится:

А) потеря точности станка;

Б) усталость металла;

В) износ оборудования;

Г) поломка зубьев шестерни;

Д) коррозия металла.

9. Безотказность – это:

А) свойство объекта непрерывно сохранять работоспособность в течение некоторой наработки или в течение некоторого времени;

Б) свойство объекта сохранять работоспособность до наступления предельного состояния при установленной системе технического обслуживания и ремонтов;

В) свойство объекта непрерывно сохранять требуемые эксплуатационные показатели в течение (и после) срока хранения и транспортирования;

Г) свойство объекта, заключающееся в его приспособленности к предупреждению и обнаружению причин возникновения отказов, поддержанию и восстановлению работоспособности путем проведения ремонтов и технического обслуживания;

Д) другое.

10. Долговечность – это:

А) свойство объекта сохранять работоспособность до наступления предельного состояния при установленной системе технического обслуживания и ремонтов;

Б) свойство объекта непрерывно сохранять требуемые эксплуатационные показатели в течение (и после) срока хранения и транспортирования;

В) свойство объекта, заключающееся в его приспособленности к предупреждению и обнаружению причин возникновения отказов, поддержанию и восстановлению работоспособности путем проведения ремонтов и технического обслуживания;

Г) свойство объекта непрерывно сохранять работоспособность в течение некоторой наработки или в течение некоторого времени;

Д) другое.

7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

1. Ремонтопригодность – это:

А) свойство объекта, заключающееся в его приспособленности к предупреждению и обнаружению причин возникновения отказов, поддержанию и восстановлению работоспособности путем проведения ремонтов и технического обслуживания;

Б) свойство объекта сохранять работоспособность до наступления предельного состояния при установленной системе технического обслуживания и ремонтов;

В) свойство объекта непрерывно сохранять требуемые эксплуатационные показатели в течение (и после) срока хранения и транспортирования;

Г) свойство объекта непрерывно сохранять работоспособность в течение некоторой наработки или в течение некоторого времени;

Д) другое.

2. Сохраняемость – это:

А) свойство объекта непрерывно сохранять требуемые эксплуатационные показатели в течение (и после) срока хранения и транспортирования;

Б) свойство объекта сохранять работоспособность до наступления предельного состояния при установленной системе технического обслуживания и ремонтов;

В) свойство объекта, заключающееся в его приспособленности к предупреждению и обнаружению причин возникновения отказов, поддержанию и восстановлению работоспособности путем проведения ремонтов и технического обслуживания;

Г) свойство объекта непрерывно сохранять работоспособность в течение некоторой наработки или в течение некоторого времени;

Д) другое.

3. Внезапный отказ – это:

А) отказ, проявляющийся в резком (мгновенном) изменении характеристик объекта;

Б) отказ, происходящий в результате медленного, постепенного ухудшения качества объекта;

В) отказ, вызванный недостатками и неудачной конструкцией объекта;

Г) отказ, связанный с ошибками при изготовлении объекта по причине несовершенства или нарушения технологии;

Д) другое.

4. Постепенный отказ – это:

А) отказ, происходящий в результате медленного, постепенного ухудшения качества объекта;

Б) отказ, проявляющийся в резком (мгновенном) изменении характеристик объекта;

В) отказ, вызванный недостатками и неудачной конструкцией объекта;

Г) отказ, связанный с ошибками при изготовлении объекта по причине несовершенства или нарушения технологии.

Д) другое.

5. К внезапным отказам относится (указать неправильный ответ):

А) коррозионное растрескивание;

Б) образование хрупкого разрушения;

В) пробой изоляции;

Г) образование трещины;

Д) обрывы тросов.

6. Свойства, которые характеризуют надежность объекта:

1) работоспособность, долговечность, безотказность, исправность;

2) долговечность, безотказность, эргономичность, ремонтпригодность;

3) безотказность, долговечность, ремонтпригодность, сохраняемость;

4) срок службы, безотказность, ремонтпригодность.

7. Конструкционный отказ – это:

А) отказ, вызванный недостатками и неудачной конструкцией объекта;

Б) отказ, связанный с ошибками при изготовлении объекта по причине несовершенства или нарушения технологии

В) отказ, вызванный нарушением правил эксплуатации

Г) отказ, вызванный необратимыми процессами износа деталей, старения материалов

Д) отказ, вызывающий вторичные отказы

8. Производственный отказ – это:

А) отказ, связанный с ошибками при изготовлении объекта по причине несовершенства или нарушения технологии;

Б) отказ, вызванный недостатками и неудачной конструкцией объекта;

В) отказ, вызванный нарушением правил эксплуатации;

Г) отказ, вызванный необратимыми процессами износа деталей, старения материалов;

Д) отказ, вызывающий вторичные отказы.

9. Эксплуатационный отказ – это:

А) отказ, вызванный нарушением правил эксплуатации;

А); Б) отказ, связанный с ошибками при изготовлении объекта по причине несовершенства или нарушения технологии;

Б); В) отказ, вызванный недостатками и неудачной конструкцией объекта;

Г) отказ, вызванный необратимыми процессами износа деталей, старения материалов;

Д) отказ, вызывающий вторичные отказы.

10. Тяжелый отказ – это:

А) отказ, вызывающий вторичные отказы или приводящий к угрозе жизни и здоровью человека.

Б) отказ, исключающий возможность любой работы объекта до его устранения;

В) отказ, вызванный необратимыми процессами износа деталей, старения материалов и пр

Г) отказ, возникающий в начальный период эксплуатации;

Д) отказ, вызванный недостатками и неудачной конструкцией объекта

7.2.4 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету

1. Определение плотности вероятности. Расчет плотности вероятности отказов технических систем.
2. Понятие функции распределения .
3. Расчет интенсивности отказов.
4. Выражение вероятности безотказной работы через интенсивность отказов.
5. Расчет вероятности безотказной работы системы из n элементов.
6. Расчет вероятности безотказной работы системы для любого промежутка времени.

7. Расчет интенсивности отказа в период нормальной эксплуатации. Графическая интерпретация.
8. Расчет вероятности безотказной работы в период нормальной эксплуатации. Графическая интерпретация.
9. Расчет вероятности безотказной работы в период нормальной эксплуатации для систем, работающих с изменяющимися режимами, аналитическим способом.
10. Расчет вероятности безотказной работы в период нормальной эксплуатации для систем, работающих с изменяющимися режимами, графическим способом.
11. Применение закона нормального распределения для расчета вероятности отказов и безотказной работы системы в период износных отказов. Параметры, оценивающие нормальное распределение.
12. Применение закона логарифмически-нормального распределения для расчета вероятности отказов и безотказной работы системы в период износных отказов. Параметры, оценивающие логарифмически-нормальное распределение.
13. Применение закона распределения Вейбулла для расчета вероятности отказов и безотказной работы системы в период износных отказов аналитическим способом. Параметры, оценивающие распределение Вейбулла.
14. Применение закона распределения Вейбулла для расчета вероятности отказов и безотказной работы системы в период износных отказов графическим способом.
15. Расчет безотказной работы системы при совместном действии внезапных и износных отказов.
16. Графическая интерпретация надежности при эксплуатации восстанавливаемых изделий.
17. Свойство, характеризующее безотказность эксплуатации восстанавливаемых изделий.
18. Расчет средней наработки на отказ в сложных системах, при условии использования восстанавливаемых изделий.
19. Расчет вероятности безотказной работы системы, состоящей из восстанавливаемых изделий, при условии их последовательного соединения.
20. Расчет коэффициента технического использования сложных систем.
21. Виды резервирования систем.
22. Расчет вероятности отказа системы с резервированием.
23. Расчет надежности системы с резервированием при дублировании элементов системы.
24. Расчет надежности системы с резервированием при параллельной работе основных и дублирующих элементов.
25. Расчет вероятности отказа системы при резервировании замещением.
26. Расчет надежности сложных систем.
27. Причины переменности нагрузок в машинах.
28. Виды переменных нагрузок.

29. Определение и причины возникновения ударных нагрузок
30. Методы снижения статических нагрузок.
31. Методы снижения динамических нагрузок.
32. Расчет коэффициента динамичности нагрузки.
33. Аналитический анализ применения маховика с целью уменьшения динамической нагрузки.
34. Аналитический анализ применения упругой муфты с целью уменьшения динамической нагрузки на примере двумассовой крутильной системы.
35. Аналитический анализ эффективности упругой муфты с целью уменьшения динамической нагрузки при включении кулачковой муфты на ходу.
36. Характеристика и применение демпферов колебаний.
37. Характеристика и применение динамических гасителей.
38. Устройства для устранения колебаний в прецизионном оборудовании.
39. Понятия активной и пассивной виброизоляции. Параметры, характеризующие эффективность виброизоляции.
40. Алгоритм расчета виброизоляции.
41. Причины, вызывающие концентрацию нагрузки.
42. Пути снижения концентрации нагрузки.
43. Определение коэффициента концентрации нагрузки.
44. Модель параметрической надежности оборудования.
45. Этапы прогнозирования параметрической надежности оборудования.
46. Структурная схема алгоритма прогнозирования параметрической надежности оборудования.
47. Влияние параметров элементов сложной системы на ее надежность.
48. Структуры сложных систем, определяемые с позиции надежности.
49. Направления при разработке методов повышения надежности.
50. Виды отказа инструмента, их характеристика, прогнозирование.
51. Критерии износа, применяемые при оценке надежности режущего инструмента.
52. Расчет стойкости инструмента из условия надежности.
53. Подгруппы инструментов по характеру износостойкости.
54. Особенности расчета закономерностей износа инструмента с учетом математического ожидания величины износа.
55. Анализ физических состояний станочного оборудования: электрическая подсистема.
56. Анализ физических состояний станочного оборудования: тепловая подсистема.
57. Анализ физических состояний станочного оборудования: размерно-геометрическая подсистема.
58. Анализ физических состояний станочного оборудования: вибрационная подсистема.
59. Анализ физических состояний станочного оборудования: упруго-деформационная подсистема.

60. Выбор предпочтительного критерия диагностики.
61. Структурная схема технической диагностики.
62. Выбор предпочтительного средства технической диагностики.
63. Инвариантные встроенные средства технической диагностики, их структура.
64. Принципы построения встроенных средств технической диагностики и их практическая реализация.
65. Особенности инвариантных ВСТД для станков токарной группы.
66. Особенности инвариантных ВСТД для станков шлифовальной группы.
67. Особенности инвариантных ВСТД для станков фрезерной группы.
68. Особенности инвариантных ВСТД в приводах подач станков с ЧПУ.
69. Особенности инвариантных ВСТД для станков сверлильной группы.
70. Параметры, учитывающие трудоемкость конструкторско-технологических мероприятий по внедрению ВСТД: коэффициент k_m .
71. Параметры, учитывающие трудоемкость конструкторско-технологических мероприятий по внедрению ВСТД: коэффициент $k_{кф}$.
72. Параметры, учитывающие трудоемкость конструкторско-технологических мероприятий по внедрению ВСТД: коэффициент k_T и k_c .
73. Параметры, учитывающие трудоемкость конструкторско-технологических мероприятий по внедрению ВСТД: коэффициент k_b , $k_{и}$, $k_{мод}$.
74. Параметры, учитывающие трудоемкость конструкторско-технологических мероприятий по внедрению ВСТД: коэффициент $k_{дд}$.
75. Параметры, учитывающие трудоемкость конструкторско-технологических мероприятий по внедрению ВСТД: коэффициент $k_{дф}$.
76. Параметры, учитывающие трудоемкость конструкторско-технологических мероприятий по внедрению ВСТД: коэффициент $k_{ун}$.
77. ВСТД с фотоэлектрическим принципом преобразования.
78. Типовые модули ВСТД.
79. Достоинства и недостатки модульных систем ВСТД.

7.2.5 Примерный перечень вопросов для подготовки к экзамену Учебным планом экзамен не предусмотрен.

7.2.6 Методика выставления оценки при проведении промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация проводится в соответствии с календарным графиком очной и заочной форм обучения. Формами итогового контроля результатов освоения дисциплины является **зачет**.

К промежуточной аттестации допускаются обучающиеся, получившие оценку «зачтено» по каждой выполненной лабораторной работе.

Промежуточная аттестация проводится по тестовым билетам, каждый из которых содержит 10 вопросов, 10 стандартных задач и 10 прикладных

задач. Каждый правильный ответ на вопрос в тесте оценивается 1 баллом. Максимальное количество набранных баллов – 30.

1. Оценка «Неудовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал менее 16 баллов.
2. Оценка «Удовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал от 16 до 20 баллов.
3. Оценка «Хорошо» ставится в случае, если студент набрал от 21 до 25 баллов.
4. Оценка «Отлично» ставится, если студент набрал от 26 до 30 баллов.

7.2.7 Паспорт оценочных материалов

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
1	Виды надежности и прогнозирование отказов ТС	ПК-4, ПК-12, ПК-19	Тест, зачет, устный опрос
2	Нагрузки в узлах автоматизированного оборудования	ПК-4, ПК-12, ПК-19	Тест, зачет, устный опрос
3	Надежность металлообрабатывающих станков	ПК-4, ПК-12, ПК-19	Тест, зачет, устный опрос
4	Надежность ПР и транспортно-накопительных систем	ПК-4, ПК-12, ПК-19	Тест, зачет, устный опрос
5	Средства технической диагностики	ПК-4, ПК-12, ПК-19	Тест, зачет, устный опрос
6	Встроенные средства технической диагностики (ВСТД)	ПК-4, ПК-12, ПК-19	Тест, зачет, устный опрос

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

Проверка знаний на лабораторных занятиях, которая проводится в форме фронтального устного опроса, фиксируется преподавателем и доводится до сведения каждого обучающегося. Правильность выполнения лабораторной работы характеризует практическую освоенность материала по ее теме.

Тестирование осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных тестовых заданий на бумажном носителе. Время тестирования 30 мин. Затем экзаменатором осу-

ществляется проверка теста, и выставляется оценка согласно методике выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

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

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

8 УЧЕБНО МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1 Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

Основная литература

1. Жачкин С.Ю. [и др.]. Надежность и диагностика технических систем [Электронный ресурс]: учеб. пособие / С.Ю. Жачкин, О.А. Сидоркин, Н.А. Пеньков. – Электрон. текстовые, граф. дан. (1,7 Мб). – 1 диск. – Воронеж: ВГТУ, 2016. – 99 с. – Режим доступа: [ghhttp://bibl.cchgeu.ru/MarcWeb2/Found.asp](http://bibl.cchgeu.ru/MarcWeb2/Found.asp).

Дополнительная литература

2. Трофимов В.В. Надежность и диагностика технологических систем [Электронный ресурс]: учеб. пособие / В.В. Трофимов, В. Т. Трофимов, Ю.В. Трофимов. – Электрон. текстовые, граф. дан. – 1 диск. – В 2-х ч. – Ч.1. – 133 с. – Ч. 2. – 190 с. – Воронеж: ВГТУ, 2008. – Режим доступа: <http://bibl.cchgeu.ru/MarcWeb2/Found.asp>.

3. Решетов, Д. Н. Работоспособность и надежность деталей машин [Текст]: учебник / Д. Н. Решетов 1974. М.: Машиностроение, 1974.

4. Рыжков, И.Б. Основы научных исследований [Электронный ресурс]: учеб. пособие / И.Б. Рыжков. – ЭБС Лань, 2013. – 224 с.

5. Трофимов, В.В. Методические указания к выполнению лабораторных работ по дисциплине «Надежность и диагностика технологических систем» для студентов направления подготовки бакалавров 151900 «Конструкторско– технологическое обеспечение машиностроительного производства» (профиль «Металлообрабатывающие станки и комплексы») очной и заочной форм обучения [Электронный ресурс] / ФГБОУ ВПО «Воронежский государственный технический университет»; сост. В.В. Трофимов. – Ч. 1. – Электрон. текстовые, граф. дан. (1.7 Мб). – 1 диск. – Воронеж: ВГТУ, 2012. – 72 с.

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

Лицензионное программное обеспечение

Adobe Acrobat Reader

Google Chrome

LibreOffice

WinDjView

Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

<http://www.edu.ru/>

Образовательный портал ВГТУ

Информационные справочные системы

<http://window.edu.ru>

<https://wiki.cchgeu.ru/>

Современные профессиональные базы данных

Ресурс машиностроения

Адрес ресурса: <http://www.i-mash.ru/>

Машиностроение: сетевой электронный журнал

Адрес ресурса: <http://indust-engineering.ru/archives-rus.html>

Библиотека Машиностроителя

Адрес ресурса: <https://lib-bkm.ru/>

**9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ
ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА**

Наименование специальных* помещений и помещений для самостоятельной работы № 312/1

ИБП #3 INELT Smart Station RS600U

Коммутатор #3 Catalyst 2950 24 10|100 ports

Комплект сетевого оборудования #1

Интерактивная доска SMART board 680i2 со встроенным проектором

Компьютер в составе: «ВаРИАНТ-Стандарт»

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

По дисциплине «Надежность и диагностика технологических систем» читаются лекции, выполняются лабораторные работы.

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

Лабораторные занятия направлены на изучение и приобретение практических навыков технологической наладки станочного оборудования, обеспечения показателей его надежности, в т. ч. автоматических линий и ГПС, выполнения расчетов по методике и алгоритму показателей надежности оборудования машиностроительного производства.

Большое значение по закреплению и совершенствованию знаний имеет самостоятельная работа студентов над освоением теоретического материала, при подготовке к лабораторным занятиям, промежуточной аттестации по дисциплине.

Информацию о планируемой самостоятельной работе над тем или иным материалом студенты получают на занятиях.

Контроль усвоения материала дисциплины проводится проверкой выполненных лабораторных работ и их защитой.

Освоение дисциплины оценивается на зачете.

Вид учебных занятий	Деятельность обучающегося
Лекция	Написание конспекта лекций: - кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, формулировки, обобщения, графики и схемы, выводы; - выделять важные мысли, ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначение вопросов, терминов, материала, которые вызывают трудности, поиск ответов в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, на лабораторной работе.
Лабораторные работы	Конспектирование рекомендуемых источников. Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы. Лабораторные работы направлены на приобретение практических навыков и умений по предупреждению и обнаружению причин возникновения отказов, поддержанию и восстановлению работоспособности технических систем путем проведения ремонтов и технического обслуживания. При выполнении лабораторных работ применяется метод решения творческой задачи группой студентов, который предлагает ее членам коллективную работу и обсуждение проблем, затем оценку и выбор нужного варианта принятия решения.

<p>Подготовка к промежуточной аттестации</p>	<p>На всех этапах текущей и промежуточной аттестации по дисциплине необходимо ориентироваться на конспекты лекций, основную и рекомендуемую литературу, выполненные лабораторные работы.</p> <p>Работа обучающегося при подготовке к текущей и промежуточной аттестации должна включать: изучение учебных вопросов; распределение времени на подготовку; консультирование у преподавателя по трудно усвояемым вопросам; рассмотрение наиболее сложных из них в дополнительной литературе, или других информационных источниках, предложенных преподавателем.</p>
--	--

ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

№ п/п	Перечень вносимых изменений	Дата внесения изменений	Подпись заведующего кафедрой, ответственной за реализацию ОПОП
1	Актуализирован раздел 8.1 в части состава учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины	31.08.2019	
2	Актуализирован раздел 8.2 в части состава используемого лицензионного программного обеспечения, современных профессиональных баз данных и справочных информационных систем	31.08.2019	
3	Актуализирован раздел 9 в части состава материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса	31.08.2019	
4	Актуализирован раздел 8.1 в части состава учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины	31.08.2020	
5	Актуализирован раздел 8.2 в части состава используемого лицензионного программного обеспечения, современных профессиональных баз данных и справочных информационных систем	31.08.2020	
6	Актуализирован раздел 9 в части состава материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса	31.08.2020	

7	Актуализирован раздел 8.1 в части состава учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины	31.08.2021	
8	Актуализирован раздел 8.2 в части состава используемого лицензионного программного обеспечения, современных профессиональных баз данных и справочных информационных систем	31.08.2021	
9	Актуализирован раздел 9 в части состава материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса	31.08.2021	