

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФГБОУВО «КАБАРДИНО-БАЛКАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ им.Х.М.БЕРБЕКОВА»(КБГУ)**

**Институт информатики, электроники и робототехники**

**Кафедра «Технология и оборудование автоматизированного производства»**

**СОГЛАСОВАНО**

Руководитель ОПОП  
\_\_\_\_\_ М.М. Яхутлов

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2024г.

**УТВЕРЖДАЮ**

Директор института  
\_\_\_\_\_ Б.В. Шогенов

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2024г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ  
«НАДЕЖНОСТЬ И ДИАГНОСТИКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ»**

**15.04.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств**

**Магистерская программа  
Технологии цифрового производства**

**Квалификация (степень) выпускника  
Магистр**

**Форма обучения  
Очная**

**Нальчик 2024**

Рабочая программа дисциплины «Надежность и диагностика технологических систем технологических систем» /сост.Р.М. Нартыжев. –Нальчик:КБГУ,2024. – 19с.

Рабочая программа предназначена для преподавания обязательной дисциплины вариативной части блока Б1.О.07 по направлению подготовки 15.04.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств в1семестре.

Рабочая программа составлена с учетом Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 15.04.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств, утверждённого приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 17августа 2020 г. № 1045.

## Содержание

1. Цели и задачи освоения дисциплины .....	4
2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО .....	4
3. Требования к результатам освоения содержания дисциплины .....	4
4. Содержание и структура дисциплины.....	5
4.1. Содержание разделов дисциплины.....	5
5. Оценочные материалы для контроля успеваемости и промежуточной аттестации .....	8
6. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности.....	11
8. Материально-техническое обеспечение дисциплины .....	16
9. Особенности реализации дисциплины для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья .....	18
Приложение 1. Лист изменений (дополнений).....	19

## **1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

**Целью** преподавания дисциплины «Надежность и диагностика технологических систем» является формирование у студентов системы представлений о закономерностях, определяющих стабильность функционирования компонентов технологических процессов и сохранения их первоначальных параметров во времени, а также о методах и средствах, позволяющих оценить текущее состояние работоспособности оборудования и элементов технологического оснащения.

**Задачами** изучения дисциплины являются:

- формирование навыков использования методик и аппаратно-программных средств моделирования, идентификации и технического диагностирования динамических объектов различной физической природы;
- участие в организации на машиностроительных производствах средств автоматизации, контроля, технологической диагностики испытаний;
- участие в работах по диагностике состояния и динамике объектов машиностроительных производств с использованием необходимых методов и средств анализа.

## **2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО**

Дисциплина «Надежность и диагностика технологических систем» относится к обязательной дисциплине вариативной части Блока 1 и предназначена для подготовки магистров по направлению 15.04.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств».

Для успешного освоения дисциплины необходимо знать материал дисциплин «Математика», «Физика», «Детали машин», «Теория вероятностей и математическая статистика», «Металлорежущие станки», «Основы технологии машиностроения».

## **3. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и ООП ВО по данному направлению подготовки:

### **общепрофессиональных (ОПК):**

ОПК-1. Способен формулировать цели и задачи исследования в области конструкторско-технологической подготовки машиностроительных производств, выявлять приоритеты решения задач, выбирать и создавать критерии оценки исследований;

ОПК-1.1. Знает основные конструкторские, технологические и экономические проблемы, возникающие при конструкторско-технологической подготовке машиностроительных производств и критерии оценки эффективности результатов исследований в области конструкторско-технологической подготовки производств;

ОПК-1.2. Умеет формулировать цели и задачи исследования и выявлять приоритеты решения конструкторских, технологических и экономических задач;

ОПК-1.3. Владеет навыками формулирования цели и задач исследования и выбора приоритета решения конструкторских, технологических и экономических задач;

### **профессиональных на основе профессиональных стандартов (ПКС):**

ПКС-3. Способен проектировать средства технологического оснащения машиностроительных производств;

ПКС-3.1. Знает устройство и характеристики средств технологического оснащения (оборудования, технологической оснастки, средств механизации и автоматизации) и методики их проектирования;

ПКС-3.2. Умеет проектировать средства технологического оснащения машиностроительных производств;

ПКС-3.3. Владеет навыками автоматизированного проектирования средств технологического оснащения машиностроительных производств;

**В результате изучения дисциплины студент должен:**

**знать:**

- основные понятия и определения в области надежности и диагностики технологических систем (З1);
- виды трения и износа деталей металлорежущих сплавов (З2);
- методы и средства технического диагностирования (З3);

**уметь:**

- пользоваться приборами, устройствами для диагностирования технологических систем (У1);
- уметь анализировать надежность технологических систем (У2);
- уметь рассчитывать основные показатели надежности машин (У3);

**владеть:**

- навыками поиска и анализа информации, которая необходима для осуществления профессиональной деятельности (В1);
- - навыками работы с аппаратурой и устройствами для диагностики технологических систем (В2).

#### **4. СОДЕРЖАНИЕ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ**

##### **4.1. Содержание разделов дисциплины**

№ раздела	Наименование раздела	Содержание раздела	Формируемая компетенция (часть компетенции)	Форма текущего контроля
1	2	3	4	5
1	Основные понятия и определения. Количественные показатели надежности технологических систем	Надежность, безотказность, долговечность, ремонтпригодность, сохраняемость. Вероятность безотказной работы. Гамма-процентная наработка до отказа. Средняя наработка на отказ. Вероятность и среднее время восстановления. Исправность, работоспособность. Отказ, наработка, наработка до отказа и наработка между отказами. Технический ресурс и срок службы объекта.	ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3; ПКС-3.1; ПКС-3.2; ПКС-3.3;	(ЛР), (К), (Т)
2	Схема формирования отказа технологической системы. Расчет надежности при проектировании	Расчеты надежности. Четыре группы станочной технологической системы. Независимые и зависимые элементы системы. Последовательная, параллельная и смешанная системы. Раздельное резервирование. Метод расчета надежности с использованием графа переходов.	ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3; ПКС-3.1; ПКС-3.2; ПКС-3.3;	(ЛР), (К), (Т)
3	Износ металлообрабатывающих станков при эксплуатации	Виды трения. Износ опор шпинделя. Износ направляющих станины станка. Износ зубчатых передач.	ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3; ПКС-3.1; ПКС-3.2; ПКС-3.3;	(ЛР), (К), (Т)
4	Диагностика технологических	Задачи диагностирования. Диагностирование – способ повышения надежно-	ОПК-1.1; ОПК-1.2;	(ЛР), (ДЗ),

	систем. Основные понятия, термины и определения.	сти. Диагностирование технологического оборудования на стадии производства. Диагностирование технологического оборудования в процессе эксплуатации.	ОПК-1.3; ПКС-3.1; ПКС-3.2; ПКС-3.3;	(К)
5	Научно-методический подход к созданию систем диагностирования в автоматизированном производстве.	Виды износа деталей металлообрабатывающих станков. Система контроля инструмента по износу и разрушению. Системы контроля вибраций и системы, основанные на измерении температуры. Контроль и диагностирование системы числового программного управления. Контроль и диагностирование на расстоянии. Использование искусственного интеллекта при диагностировании.	ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3; ПКС-3.1; ПКС-3.2; ПКС-3.3;	(ЛР), (ДЗ), (К)
6	Датчики для измерений параметров диагностических признаков.	Емкостные датчики и индуктивные преобразователи. Вихретоковые преобразователи. Измерение параметров и запись траекторий перемещения формообразующих элементов. Методология измерения параметров траекторий формообразующих элементов станка.	ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3; ПКС-3.1; ПКС-3.2; ПКС-3.3;	(ЛР), (Р), (К), (Т)
7	Испытание токарных станков.	Испытание суппортной группы токарного станка. Испытание податливости шпиндельного узла. Испытание при измерении теплового состояния. Температурные деформации инструмента, токарных станков и обрабатываемых заготовок.	ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3; ПКС-3.1; ПКС-3.2; ПКС-3.3;	(ЛР), (РК), (К)
8	Испытание фрезерных станков.	Податливость и теплостойкость фрезерного станка. Фрезерование плоских и криволинейных поверхностей.	ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3; ПКС-3.1; ПКС-3.2; ПКС-3.3;	(ЛР), (РК), (К)

В графе 5 приводятся планируемые формы текущего контроля: защита лабораторной работы (ЛР), выполнение курсового проекта (КП), курсовой работы (КР), расчетно-графической работы (РГР), домашнего задания (ДЗ) написание реферата (Р), эссе (Э), коллоквиум (К), рубежный контроль (РК), тестирование (Т) и т.д.

## 4.2 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единицы (144 часов)

Вид работы	ОФО
	2 сем.
<b>Общая трудоемкость</b>	<b>144</b>
<b>Аудиторная (контактная) работа:</b>	<b>36</b>
<i>Лекции (Л)</i>	9
<i>Лабораторные занятия (ЛР)</i>	18
<i>Практические занятия (ПЗ)</i>	9
<b>Самостоятельная работа, в том числе контактная:</b>	<b>99</b>
Курсовой проект (КП)	
Расчетная графическая работа	
Самостоятельное изучение разделов	55
Самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям, коллоквиумам, рубежному контролю и т.д.),	44
<b>Подготовка и прохождение промежуточной аттестации</b>	<b>9</b>
<b>Вид итогового контроля</b>	<b>Зачет.</b>

## 4.3 Лекционные занятия

№	Темы
1.	Основные понятия и определения. Количественные показатели надежности технологических систем
2.	Схема формирования отказа технологической системы. Расчет надежности при проектировании
3.	Износ металлообрабатывающих станков при эксплуатации
4.	Диагностика технологических систем. Основные понятия, термины и определения.
5.	Научно-методический подход к созданию систем диагностирования в автоматизированном производстве.
6.	Датчики для измерений параметров диагностических признаков.
7.	Испытание токарных станков.
8.	Испытание фрезерных станков.

## 4.4 Лабораторные занятия

№	Темы занятий
1.	Исследование износостойкости материалов и восстановленных деталей.
2.	Выявление скрытых дефектов в деталях ультразвуковым методом.
3.	Капиллярные методы неразрушающего контроля скрытых дефектов.
4.	Магнитные методы дефектоскопии деталей машин.
5.	Оценка влияния различных способов обработки и восстановления деталей на усталость.

#### 4.5 Практические занятия

№	Тема
1	Проверка однородности результатов наблюдений по критерию $\chi^2$ . Статистическая оценка показателей надежности.
2	Прогнозирование расхода запасных деталей при групповых заменах.
3	Определение оценок и доверительных границ для параметров логарифмически нормального распределения.
4	Оценка показателей надежности по результатам наблюдений для нормального закона распределения.
5	Методика расчета проектной надежности изделий.
6	Применение критерия $\chi^2$ для экспоненциального закона распределения.

#### 4.7 Самостоятельное изучение разделов дисциплины

№	Вопросы, выносимые на самостоятельное изучение
1	Гамма-процентная наработка до отказа. Технический ресурс и срок службы объекта.
2	Метод расчета надежности с использованием графа переходов.
3	Износ зубчатых передач.
4	Задачи диагностирования. Диагностирование как способ повышения надежности.
5	Контроль и диагностирование системы числового программного управления. Контроль и диагностирование на расстоянии.
6	Вихретоковые преобразователи.
7	Температурные деформации инструмента, токарных станков и обрабатываемых заготовок.
8	Фрезерование криволинейных поверхностей.

### 5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

#### 5.1 Оценочные материалы для текущего и рубежного контроля успеваемости

Текущий контроль успеваемости студентов осуществляется в соответствии с балльно-рейтинговой системой аттестации обучающихся по ОПВО-ВКБГУ. Сведения об организации работы по этой системе приведены в таблице.

№	Контрольные мероприятия	Макс. балл (распред.)
1 семестр		
1	Посещение занятий	10 (3+3+4)
2	Коллоквиум	18 (6+6+6)
3	Тестирование	18 (6+6+6)
4	Защита лабораторных работ	24 (8+8+8)
Итого		70

#### Оценочные средства для текущего контроля

Текущий контроль осуществляется в ходе или конце занятия в форме письменного или устного опроса. По результатам текущего контроля подводятся итоги в три этапа ориентировочно через 5, 10 и 15 недель с начала изучения дисциплины.

Примеры вопросов для устного или письменного опроса:

Объясните, что такое предельное состояние и наработка на отказ.



Какова цель проведения расчетов на надежность?

Перечислите этапы расчета надежности технологической системы.

Пример вопроса в форме теста:

S: Самопроизвольное разрушение металла, вследствие физико-химического взаимодействия с окружающей средой

-: среднее разрушение

-: мелкое разрушение

+: коррозионное разрушение

-: большое разрушение

-: простое разрушение

### **Коллоквиумы**

Коллоквиумы проводятся по вопросам, выносимым на промежуточную аттестацию. При этом на каждый из трех рубежных контрольных мероприятия выносятся одна треть вопросов из общего их числа. Подготовка к коллоквиуму осуществляется по материалам лекций, лабораторных работ и основной и дополнительной литературы, рекомендуемой по дисциплине.

### **Тесты**

Для текущего контроля успешности обучения используются компьютерное тестирование, показывающее степень владения программными средствами реализации компьютерных технологий проведения научных исследований. Тестирование осуществляется с использованием встроенных в программы тестовых заданий или путем выполнения типовых приемов работы в программной среде.

### **Практические занятия**

В методических разработках к лабораторным и практическим занятиям приведены цель и программа работ, основные методические указания к их выполнению, содержание отчета, контрольные вопросы и список рекомендуемой литературы.

Практические занятия проводятся в компьютерном классе, оснащенном современным оборудованием (12 компьютеров с процессорами Intel Core 2 Duo, мультимедийное оборудование, необходимое программное обеспечение).

Практические занятия посвящены развитию умения и получению навыков решения типовых инженерных задач с использованием специализированных компьютерных программ моделирования и математической обработки результатов моделирования, а также методам сбора и обработки информации.

### **Лабораторные занятия**

Лабораторные занятия проводятся в лаборатории, оснащенной современным оборудованием для механических, теплофизических, стойкостных исследований, а также исследований в области вакуумных технологий металлизации порошков и технологических процессов порошковой металлургии. Обработка результатов и проведение лабораторных работ по компьютерным технологиям моделирования в САЕ системах и имитационному моделированию технологических систем проводятся в компьютерном классе (12 компьютеров с процессорами Intel Core 2 Duo, мультимедийное оборудование, необходимое программное обеспечение). В лаборатории имеется коммуникационная связь между компьютерами и выход в глобальную сеть ИНТЕРНЕТ.

В методических разработках к лабораторным работам приведены цель, программа работы, основные методические указания к их выполнению, содержание отчета, контрольные вопросы и список рекомендуемой литературы.

Примеры вопросов для защиты лабораторных работ:

- Опишите механизм абразивного изнашивания и характер его проявления.
- Каковы причины, приводящие к перегреву подшипников и возникновению трещин на кольцах.
- Динамика изнашивания направляющих станины станка.
- Укажите виды изнашивания зубьев зубчатых передач.
- Каковы цели и задачи диагностирования технических объектов?
- Дайте описание диагностирования машин на всех стадиях жизненного цикла.

## 5.2 Промежуточная аттестация

### Вопросы к зачету

1. Что такое качество продукции?
2. Сформулируйте определение надежности, безотказности и долговечности?
3. Что такое ремонтпригодность и сохраняемость?
4. Дайте определение отказа.
5. Какие бывают отказы?
6. Работоспособное и неработоспособное состояния.
7. Объясните, что такое предельное состояние и наработка.
8. Какова цель проведения расчетов на надежность?
9. Этапы расчета надежности и технологической системы.
10. Зависимые и независимые элементы технологической системы.
11. Отличия друг от друга параллельной, последовательной и смешанной системы.
12. Разделы, которые входят в программу испытаний на надежность.
13. Содержание разделов «Объект испытаний» и «Категории испытаний».
14. Виды изнашивания опор шпинделя.
15. Динамика усталостного разрушения контактной поверхности подшипника качения.
16. Опишите механизм абразивного изнашивания и характер его проявления.
17. Каковы причины, приводящие к перегреву подшипников и возникновению трещин на кольцах.
18. Динамика изнашивания направляющих станины станка.
19. Укажите виды изнашивания зубьев зубчатых передач.
20. Каковы цели и задачи диагностирования технических объектов?
21. Дайте описание диагностирования машин на всех стадиях жизненного цикла.
22. Диагностирование технологического оборудования в процессе эксплуатации.
23. Объясните динамику изменения точности станка с течением времени.
24. Опишите встроенные и внешние диагностические системы.
25. Факторы, влияющие на работоспособность станка.
26. Каков порядок построения системы «дерево отказов»?
27. Принципы диагностирования при измерении сил.
28. Как работают системы, основанные на измерении вибрации?
29. Принцип работы системы, основанной на измерении температуры.
30. В чем заключается тест, проводимый в начале смены?
31. Как работают системы контроля заготовок?
32. Диагностирование зубчатых передач.
33. Полугодичное и годичное диагностирование.
34. Как проводится диагностирование на расстоянии?
35. Датчики, которые используются для диагностирования.
36. Принципы действий и устройства емкостных и индуктивных преобразователей.
37. Методика измерения траекторий формообразующих элементов станка.
38. Принцип действия и устройство вихретоковых преобразователей.

39. Изменение траектории перемещения оси шпинделя при его работе.
40. Влияние натяжения ремня на форму траектории перемещения оси шпинделя.
41. Влияние траектории перемещения оси шпинделя на форму обрабатываемой заготовки при фрезеровании древесины.
42. Изменение траектории перемещения оси шпинделя при проворачивании и на холостом ходу при испытании на стенде.
43. Причины, обуславливающие неравномерность перемещения суппорта станка.
44. Виды колебаний, возникающих при перемещении суппорта токарного станка.
45. Изменение траектории оси шпинделя при изменении частоты вращения.
46. Изменение траектории резца при изменении глубины резания.
47. Температурные деформации резца токарных станков и факторы, обуславливающие эти деформации.
48. Причины возникновения вибраций при токарной обработке.
49. Как производится расчет упругодеформационной системы шпиндель-патрон-заготовка?
50. Изложите методологию построения виртуальной детали при токарной обработке.
51. Влияние теплового состояния фрезерного станка на положение шпинделя относительно стола.
52. Методика проведения испытаний фрезерного станка.
53. Перемещение формообразующих элементов фрезерного станка при обработке заготовки.
54. Методика построения и измерения траектории перемещения оси фрезы.
55. Силы, действующие на сверло в процессе сверления.
56. Погрешности отверстий, возникающие при обработке заготовок.
57. Изменение диаметра базовой окружности сверла при изменении скорости резания.
58. Увод сверла при изменении скорости резания.

## **6.МЕТОДИЧЕСКИЕМАТЕРИАЛЫ,ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕПРОЦЕДУРЫОЦЕНИВАНИЯЗНАНИЙ,УМЕНИЙ,НАВЫКОВИ(ИЛИ)ОПЫТАДЕЯТЕЛЬНОСТИ**

### **6.1 Результатыосвоенияучебнойдисциплины,подлежащиепроверке**

Контролируемые компетенции (часть компетенций)	Результаты обучения (объекты оценивания)	Основные показатели оценки результатов	Оценочные средства
1	2	3	4
ОПК-1.1. Знает основные конструкторские, технологические и экономические проблемы, возникающие при конструкторско-технологической подготовке машиностроительных производств и критерии оценки эффективности результатов исследований в области конструкторско-технологической подготовки производств;	31 Знать основные понятия и определения в области надежности и диагностики технологических систем	Перечисление основных понятий в области надежности, в том числе и количественных показателей надежности: исправность, работоспособность, отказ, наработка, срок службы.	Коллоквиум, зачет
	32 Знать виды трения и износа деталей машин	Следует дать определение двум типам трения и различия между этими типами взаимодействия контактирующих тел. Перечисление видов трения с точки зрения физики взаимодействия, а также видов износа деталей.	Коллоквиум, зачет
ПКС-3.1. Знает устройство и характеристики средств тех-	33 Знать методы и средства техно-	Изложение классификации видов и методов испытаний на надежность, характеристик, оценивае-	Коллоквиум, зачет

нологического оснащения (оборудования, технологической оснастки, средств механизации и автоматизации) и методики их проектирования;	логического диагностирования	мых при диагностировании. Исследовательские, контрольные и стендовые испытания. Перечисление датчиков для измерения параметров диагностических признаков.	
ОПК-1.2. Умеет формулировать цели и задачи исследования и выявлять приоритеты решения конструкторских, технологических и экономических задач;	У1 Уметь пользоваться приборами, устройствами для диагностирования технологических систем.	Умение пользоваться современными приборами, предназначенными для диагностирования различных показателей надежности машин. Выбор датчиков для диагностирования параметров надежности.	Коллоквиум, защита лабораторных работ, зачет
ПКС-3.2. Умеет проектировать средства технологического оснащения машиностроительных производств;	У2 Уметь анализировать надежность локальных технологических систем.	Умение управлять качеством и анализировать надежность технологических систем. Выявление причин потери машиной работоспособности, оценка предельного состояния изделия.	Коллоквиум, защита лабораторных работ, зачет
ПКС-3.2. Умеет проектировать средства технологического оснащения машиностроительных производств;	У3 Уметь рассчитывать основные показатели надежности машин	Выполнение расчетов, связанных с определением влияния износа сопряжения на точность станка определения показателей износоустойчивости.	Коллоквиум, защита лабораторных работ, зачет
ОПК-1.3. Владеет навыками формулирования цели и задач исследования и выбора приоритета решения конструкторских, технологических и экономических задач;	В1 Владеть навыками поиска и анализа информации, которая необходима для профессиональной деятельности.	Владение навыками поиска информации и ее использование в своей деятельности, навыками анализа и обобщения данных современных информационных технологий.	Коллоквиум, зачет
ПКС-3.3. Владеет навыками автоматизированного проектирования средств технологического оснащения машиностроительных производств			

## 6.2 Шкала оценивания планируемых результатов обучения

### 6.2.1 Текущий и рубежный контроль

В рамках текущего и рубежного контроля по дисциплине студент может набрать до 70 баллов. Распределение баллов приведено в таблице.

Се- местр	Шкала оценивания			
	0-35 баллов	36-50 баллов	51-60 баллов	61-70 баллов
1	Частичное посещение аудиторных занятий. Неудовлетворительное выполнение лабораторных и практических работ. Плохая подготовка к балльно-рейтинговым мероприятиям. Студент не допускается к промежуточной аттестации	Полное или частичное посещение аудиторных занятий. Частичное выполнение и защита лабораторных и практических работ. Удовлетворительные показатели по коллоквиумам и тестированиям.	Полное или частичное посещение аудиторных занятий. Полное выполнение и защита лабораторных и практических работ. Хорошие показатели по коллоквиумам и тестированиям.	Полное или частичное посещение аудиторных занятий. Полное выполнение и защита лабораторных и практических работ. Высокие показатели по коллоквиумам и тестированиям.

### 6.2.2 Промежуточная аттестация

Оценка результатов освоения учебной дисциплины в 1 семестре проводится по шкале, используемой на экзамене:

Семестр	Шкала оценивания			
	Неудовлетворительно (36-60 баллов)	Удовлетворительно (61-80 баллов)	Хорошо (81-90 баллов)	Отлично (91-100 баллов)
1	Студент имеет 36-60 баллов по итогам текущего и рубежного контроля, на экзамене не дал полного ответа ни на один вопрос. Студент имеет 36-45 баллов по итогам текущего и рубежного контроля, на экзамене дал полный ответ только на один вопрос	Студент имеет 36-50 баллов по итогам текущего и рубежного контроля, на экзамене дал полный ответ на один вопрос и частично (полностью) ответил на второй. Студент имеет 46-60 баллов по итогам текущего и рубежного контроля, на экзамене дал полный ответ на один вопрос или частично ответил на оба вопроса. Студент имеет по итогам текущего и рубежного контроля 61-70 баллов на экзамене не дал полного ответа ни на один вопрос.	Студент имеет 51-60 баллов по итогам текущего и рубежного контроля, на экзамене дал полный ответ на один вопрос и частично (полностью) ответил на второй. Студент имеет 61 – 65 баллов по итогам текущего и рубежного контроля, на экзамене дал полный ответ на один вопрос и частично ответил на второй. Студент имеет 66-70 баллов по итогам текущего и рубежного контроля, на экзамене) дал полный ответ только на один вопрос.	Студент имеет 61-70 баллов по итогам текущего и рубежного контроля, на экзамене дал полный ответ на один вопрос и частично (полностью) ответил на второй.

На защите курсовой работы студент может набрать 30 баллов.

Для оценки защиты курсовых работ используется следующая схема:

Объект оценки	Критерии	Максимальный балл
Оформление работы	Соответствует полностью требованиям	10
	Соответствует частично требованиям	5
	Не соответствует требованиям	0
Оценка на защите	Владеет материалом	20
	Частично владеет материалом	10
	Не владеет материалом	0

#### **Шкала соответствия рейтинговых оценок пятибалльным оценкам для оценивания курсовой работы**

Рейтинговая оценка (в баллах)	Оценка по пятибалльной шкале
91-100	«отлично»
81-90	«хорошо»
61-80	«удовлетворительно»
менее 61	«неудовлетворительно»

### **7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

#### **7.1 Основная литература**

1. Юркевич В.В. Надежность и диагностика технологических систем: учебник для студ. высш. учебн. заведений/ В.В. Юркевич, А.Г. Схиртладзе.- М.: Издательский центр «Академия», 2011.-304с.

2. Половко А.М. Основы теории надежности. Практикум/ А.М. Половко.-Высш. шк., 2010. -560с.

3. Проников А.С. Надежность машин.- М.: Машиностроение, 1978.- 592с.

4. Основы надежности и диагностики. Лабораторный практикум: учебное пособие/ Ю.А. Бондаренко, М.А. Федоренко, А.А. Погонин, Т.М. Санина.- Старый оскол: ТНТ, 2017.- 124с.

5. Абиев Р.Ш. Надежность механического оборудования и комплексов [Электронный ресурс]: учебник/ Абиев Р.Ш., Струков В.Г.- электрон. текстовые данные.- СПб.: Проспект науки, 2017.-224с.- Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/35791/html>. - ЭБС« IPRbooks».

#### **7.2 Дополнительная литература**

1. Синопальников В.А. Надежность и диагностика технологических систем/ В.А. Синопальников.- М.: Высшая школа, 2005.- 343с.

2. Овсеенко А.Н., Клауч Д.Н., Кущева М.Е. Технологическое обеспечение качества изделий машиностроения: метод. пособие к лаб. и практическим работам. М.: ИЦ МГТУ «Станкин», 2006.- 120с.

3. Технические средства диагностирования: Справочник/ В.В. Ключев, П.П. Пархоменко, В.Е. Абрамчук и др. Под общей ред. В.В. Ключева. М.- Машиностроение, 1989. – 672с.

4. Надежность в машиностроении: Справочник/ Под общ. ред. В.В. Шашкина, Г.П. Карзова.- СПб.: Политехника, 1992.- 719с.

5. Гнеденко Б.В., Беляев Ю.К., Соловьев А.Д. Математические методы в теории надежности.- М.: Наука, 1965.- 524с.

6. Суслов А.Г. Научные основы технологии машиностроения/ А.Г. Суслов, А.М. Дальский.- М.: Машиностроение, 2002.- 298с.

7. Вентцель Е.С. Теория вероятностей: Учеб. для ВУЗов.- 6-е изд. стер.- М.: Высш. шк., 1999.- 567с.

### 7.3 Периодические издания

**Проблемы машиностроения и автоматизации** – в журнале публикуются избранные статьи об исследованиях в области современного машиностроения и автоматизации, передовом опыте, прогрессивных формах и передовых технологиях машиностроения. Выпуск подготавливается по материалам периодического международного журнала. Аннотации к статьям даны на русском и английском языках.

**"Вестник машиностроения"** - научно-технический и производственный журнал, в котором освещаются вопросы развития отраслей машиностроения, разработки, создания, внедрения новой техники, новых технологий, новых видов материалов, в том числе композитов, пластмасс, керамики. В журнале публикуются статьи об опыте внедрения промышленных роботов, САПР.

**«Справочник. Инженерный журнал (с приложением)»** - журнал содержит справочно-информационные и поясняющие материалы, необходимые для практической работы и повышения квалификации инженеров всех отраслей техники: конструкторов, технологов, экспертов, разработчиков новой техники, проектировщиков, материаловедов, преподавателей, а также студентов вузов. Материал журнала базируется на данных десятков известнейших справочников, марочников, каталогов и другой отечественной и зарубежной нормативной документации.

электронный журнал **"Технологии PLM и ИЛП"** - <http://www.cals.ru/emag/>

1. Журнал «Надежность».
2. Журнал «Надежность и контроль качества».
3. Журнал «Контроль. Диагностика».
4. Журнал «Проблемы машиностроения и надежности машин».
6. Журнал «Современное машиностроение».

### 7.4. Методические указания к лабораторным занятиям

Лабораторные работы проводятся в лаборатории оснащенном современными технологическим оборудованием, средствами измерения, регистрации, контроля параметров технологических систем и компьютерным классом с учебным ПО в котором организована локальная сеть (компьютеры должны обеспечивать работу с программами по обработке данных, моделированию и проектированию в CAD-CAE-CAM-PDM, мультимедийное проекционное оборудование). Локальная сеть лаборатория должна обеспечивать связь компьютеров с автоматизированным оборудованием и иметь выход в глобальную сеть ИНТЕРНЕТ.

Методические указания к лабораторным работам, электронные учебные пособия доступны на сайте <http://www.openkbsu.ru>, а также на диске DVD «Лекции и методические материалы по дисциплине» с примерами выполнения лабораторных работ.

### 7.5. Методические указания к практическим занятиям

Практические занятия проводятся в компьютерном классе с локальной сетью и учебным ПО (компьютеры должны обеспечивать работу с программами по обработке данных в среде Statistica, моделированию в среде MatLABи проектированию в CAD-CAE-PDM, мультимедийное проекционное оборудование). Локальная сеть класса должна иметь выход в глобальную сеть ИНТЕРНЕТ.

Методические указания к занятиям, электронные учебные пособия доступны на сайте <http://www.openkbsu.ru>, а также на диске DVD «Лекции и методические материалы по дисциплине» с примерами выполнения практических работ.

#### 7.6 Интернет-ресурсы

1. <https://www.rfbr.ru/rffi/ru/library> - научная электронная библиотека РФФИ.
2. <https://elibrary.ru/> -базаданных Science Index (РИНЦ).
3. <https://www.studentlibrary.ru/> - ЭБС «Консультант студента».
4. <https://rusneb.ru/> - национальная электронная библиотека РГБ.
5. <https://e.lanbook.com/> - ЭБС «Лань».
6. <https://iprbooks.ru/> - ЭБС «IPRbooks».
7. <https://urait.ru/> - ЭБС «Юрайт».

#### 7.7 Программное обеспечение современных информационно-коммуникационных технологий

При проведении занятий используются лицензионное программное обеспечение:

- Программная система для обнаружения текстовых заимствований в учебных и научных работах «Антиплагиат. Вуз 4.0», Модуль поиска текстовых заимствований «Объединенная коллекция 2020»
- Система оптического распознавания текста SETERE OCR для РЭД ОС
- Редактор изображений AliveColorsBusiness
- Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition
- Пакет офисного программного обеспечения Р7-Офис.Профессиональный (Десктопная версия)
- Acrobat Pro DC for teams ALL Multiple Platforms Multi European Languages Team Licensing Subscription Renewal Acrobat Pro DC for teams ALL Multiple Platforms Multi European Languages Team Licensing Subscription Renewal
- Программный пакет внутриорганизационного интранет-портала DeskWork Enterprise
- Программа архиватор 7-zip,
- Web Browser – Firefox.
- Пакет для обработки статистических данных R (programminglanguage).
- GNU Octave (GUI).
- КОМПАС 3D

#### 8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Занятия по дисциплине проводятся в специальных помещениях (аудиториях) для проведения занятий лекционного типа, практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Аудитории укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления информации большой аудитории.

Для проведения занятий лекционного типа имеются демонстрационное оборудование и учебно-наглядные пособия.

Для самостоятельной работы обучающихся имеются помещения, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации.

Лабораторные работы, проводятся в специализированных компьютерном классе с современным компьютерным оборудованием, использующим в процессе обучения студентов программное обеспечение, перечисленные в п. 7.9.

#### Требования к условиям реализации дисциплины:

№ п/п	Видаудит.фонда	Требования
-------	----------------	------------



1.	Лекционная аудитория	Оснащение специализированной учебной мебелью. Оснащение техническими средствами обучения: настенный экран с дистанционным управлением, мультимедийное оборудование.
2.	Кабинет для практических занятий	Оснащение специализированной учебной мебелью. Оснащение техническими средствами обучения: подвижная маркерная доска, считывающее устройство для передачи информации в компьютер; настенный экран с дистанционным управлением, мультимедийное оборудование.
3.	Компьютерные классы	Оснащение специализированной учебной мебелью. Оснащение техническими средствами обучения: ПК с возможностью подключения к локальным сетям и Интернету. Наличие ВТИ в расчете один ПК на два студента.

**Материальное обеспечение лабораторных занятий** Оборудование для механических, теплофизических, стойкостных исследований, а также исследований в области вакуумных технологий металлизации порошков и технологических процессов порошковой металлургии. Программное обеспечение для КЭ моделирования и имитационного моделирования технологических систем.

**Перечень лабораторного оборудования**

№ лаб. раб.	Материальное обеспечение
1.	<ul style="list-style-type: none"> <li>1. Машина СМЦ-2 для испытания материалов на трение и износ.</li> <li>2. Потенциометры для записи момента трения и температуры в зоне резания.</li> <li>3. Твердомер модели ТК-2М и прибор УПОИ-6 для измерения лунок.</li> <li>4. Микротвердомер ПМТ-3 или микроскоп.</li> <li>5. Хромель-алюмелевая термopapa.</li> <li>6. Индикатор часового типа со штативом.</li> <li>7. Образец и контробразец.</li> <li>8. Ключи рожковые 22×24 (два ключа), отвертка.</li> </ul>
2.	<ul style="list-style-type: none"> <li>1. Ультразвуковой дефектоскоп УДМ-1М или ДУК-66 с комплектом иска-тельных головок.</li> <li>2. Эталонные образцы по ГОСТ на ультразвуковой контроль и образцы с искусственными дефектами деталей.</li> <li>3. Инструменты для очистки места контроля (скребки, ветошь).</li> <li>4. Бензин или ацетон.</li> <li>5. Масло, кисточка.</li> <li>6. Штангенциркуль с глубиномером 0...125мм.</li> </ul>
3.	<ul style="list-style-type: none"> <li>1. Люминесцентный дефектоскоп ЛД-4.</li> <li>2. Люминофор.</li> <li>3. Красящая жидкость или цветной пенетрант DP-40 или DP-51.</li> <li>4. Тальк, силикагель, меловая суспензия или другой проявитель.</li> <li>5. Контролируемые детали.</li> <li>6. Штангенциркуль.</li> <li>7. Бензин, ацетон или очиститель DR-60.</li> </ul>
4.	<ul style="list-style-type: none"> <li>1. Универсальный магнитный дефектоскоп (М-217, ПДМ-77 и др).</li> <li>2. Ферромагнитный порошок или суспензия.</li> <li>3. Контролируемые детали.</li> <li>4. Лупа.</li> <li>5. Бензин и обтирочный материал.</li> </ul>

5.	1. Машина УКИ-10М. 2. Микрометр 0...25мм. 3. Индикатор со штативом. 4. Образец после соответствующей обработки или способа восстановления. 5. Ключи гаечные 32×36 и 41×46.
----	--

## 9. ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

Для студентов с ограниченными возможностями здоровья созданы специальные условия для получения образования. В целях доступности получения высшего образования по образовательным программам инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья университетом обеспечивается:

1. Альтернативная версия официального сайта в сети «Интернет» для слабовидящих;

2. Для инвалидов с нарушениями зрения (слабовидящие, слепые)

- присутствие ассистента, оказывающего обучающемуся необходимую помощь, дублирование вслух справочной информации о расписании учебных занятий; наличие средств для усиления остаточного зрения, брайлевской компьютерной техники, видеоувеличителей, программ невизуального доступа к информации, программ-синтезаторов речи и других технических средств приема-передачи учебной информации в доступных формах для студентов с нарушениями зрения;

- задания для выполнения на экзамене зачитываются ассистентом;

- письменные задания выполняются на бумаге, надиктовываются ассистенту обучающимся;

3. Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по слуху (слабослышащие, глухие):

- на зачете/экзамене присутствует ассистент, оказывающий студенту необходимую техническую помощь с учетом индивидуальных особенностей;

- зачет/экзамен проводится в письменной форме;

4. Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата, созданы материально-технические условия, обеспечивающие возможность беспрепятственного доступа обучающихся в учебные помещения, объекты питания, туалетные и другие помещения университета, а также пребывания в указанных помещениях (наличие расширенных дверных проемов, поручней и других приспособлений).

- письменные задания выполняются на компьютере со специализированным программным обеспечением или надиктовываются ассистенту;

- по желанию студента экзамен проводится в устной форме.

Обучающиеся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья обеспечены электронными образовательными ресурсами в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья.

## Приложение 1. ЛИСТ ИЗМЕНЕНИЙ (ДОПОЛНЕНИЙ)

Рабочая программа по дисциплине «Надежность и диагностика технологических систем технологических систем» по направлению подготовки 15.04.05 – Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств.

Магистерская программа «Технологии цифрового производства»

на \_\_\_\_\_ учебный год

№п/п	Элемент (пункт) РПД	Перечень вносимых изменений (дополнений)	Примечание

обсуждена и рекомендована на заседании кафедры «Технология и оборудование автоматизированного производства»

протокол № \_\_\_\_\_ от "\_\_\_\_" \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ / Яхутлов М.М./