



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ, НАУКИ И МОЛОДЕЖИ РЕСПУБЛИКИ КРЫМ

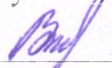
Государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
Республики Крым

«Крымский инженерно-педагогический университет имени Февзи Якубова»
(ГБОУВО РК КИПУ имени Февзи Якубова)

Кафедра технологии машиностроения


СОГЛАСОВАНО

Руководитель ОПОП


Э.Р. Ваниев
« 30 » 08 20 21 г.

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой


Э.Ш. Джемилов
« 30 » 08 20 21 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.09 «Надежность технических систем»

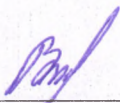
направление подготовки 15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение
машиностроительных производств
профиль подготовки «Программа широкого профиля»

факультет инженерно-технологический

Рабочая программа дисциплины Б1.В.09 «Надежность технических систем» для бакалавров направления подготовки 15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств. Профиль «Программа широкого профиля» составлена на основании ФГОС ВО, утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 17.08.2020 № 1044.

Составитель

рабочей программы



подпись

Э.Р. Ваниев, доц.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры технологии машиностроения

от 27.08 20 21 г., протокол № 1

Заведующий кафедрой

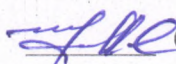

подпись

Э.Ш. Джемилев

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании УМК инженерно-технологического факультета

от 30.08 20 21 г., протокол № 1

Председатель УМК


подпись

С.А. Феватов

1. Рабочая программа дисциплины Б1.В.09 «Надежность технических систем» для бакалавриата направления подготовки 15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств, профиль подготовки «Программа широкого профиля».

2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

2.1. Цель и задачи изучения дисциплины (модуля)

Цель дисциплины (модуля):

– изучение теоретических основ надежности и долговечности машин, современных представлений о надежности технических систем, старения технических устройств в условиях воздействия внешней среды, сущности испытаний изделий на надежность, основ технической диагностики и технологических способов повышения надежности и долговечности машин.

Учебные задачи дисциплины (модуля):

– Изучить причины и условия долговечного, стабильного и безотказного функционирования машин и механизмов, приборов, технологических процессов и т.д.

– Освоить методику расчета деталей, узлов машин и самих машин в целом на надежность и долговечность и уметь назначать соответствующие рекомендации в каждом конкретном случае, позволяющие обеспечить безотказную работу машин в течение заданного периода времени.

– Изучить методику ускоренных и длительных испытаний технических устройств на надежную и долговечную работу.

– Освоить средства и методы контроля надежности и долговечности в процессе изготовления машин и деталей и в процессе их эксплуатации.

– Изучить внешние условия эксплуатации машин (климат, температуру, химический состав среды) и их влияние на надежную и долговечную работу.

– Научить студента комплексно рассматривать вопросы надежности и работоспособности изделий машиностроения на стадиях проектирования, изготовления и эксплуатации.

2.2. Планируемые результаты освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины Б1.В.09 «Надежность технических систем» направлен на формирование следующих компетенций:

ПК-3 - способностью участвовать в проведении предварительного технико-экономического анализа проектных расчетов, разработке (на основе действующих нормативных документов) проектной и рабочей и эксплуатационной технической документации (в том числе в электронном виде) машиностроительных производств, их систем и средств, в мероприятиях по контролю соответствия разрабатываемых проектов и технической документации действующим нормативным документам, оформлении законченных проектно-конструкторских работ

В результате изучения дисциплины студент должен:

Знать:

- Виды соединений элементов одно - и многофункциональной системы; методы определения надежности единичного элемента и системы; основные законы распределения случайных величин и их применение для определения характеристик надежности при наличии внезапных и постепенных отказов; виды резерва, резервирование без восстановления и с восстановлением. (ПК-3.1.2)

Уметь:

- Определять ресурс объекта; рассчитывать основы технической диагностики методом Байеса; проводить испытания, обработку результатов испытаний методом форсирования. (ПК-3.2.2)

Владеть:

- Технологическими методами повышения надежности и долговечности машин; методами оценки и управления стабильностью технологического процесса; умениями в организации службы надежности на промышленном предприятии. (ПК-3.3.2)

3. Место дисциплины в структуре ОПОП.

Дисциплина Б1.В.09 «Надежность технических систем» относится к дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений учебного плана.

4. Объем дисциплины (модуля)

(в зачетных единицах с указанием количества академических или астрономических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся)

Семестр	Общее кол-во часов	кол-во зач. единиц	Контактные часы						СР	Контроль (время на контроль)
			Всего	лек	лаб. зан.	прак. т.зан.	сем. зан.	ИЗ		
8	144	4	54	18		36			90	За
Итого по ОФО	144	4	54	18		36			90	
9	2		2	2						

10	142	4	18	6		12			120	За К (4 ч.)
Итого по ЗФО	144	4	20	8		12			120	4

5. Содержание дисциплины (модуля) (структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических или астрономических часов и видов учебных занятий)

Наименование тем (разделов, модулей)	Количество часов														Форма текущего контроля
	очная форма							заочная форма							
	Всего	в том, числе						Всего	в том, числе						
		л	лаб	пр	сем	ИЗ	СР		л	лаб	пр	сем	ИЗ	СР	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Раздел 1. Основные понятия теории надежности.															
Тема 1. Основные термины и определения. Показатели надежности. Случайные величины и их характеристики. Оценка параметров надежности.	4	1					3	6,5	0,5					6	устный опрос
Тема 2. Различные периоды работы технических устройств. Надежность в период нормальной эксплуатации. Надежность в период постепенных отказов, возникающих из-за износа и старения. Совместное действие внезапных и постепенных отказов. Особенности надежности восстанавливаемых изделий.	5	1					4	8,5	0,5					8	устный опрос
Раздел 2. Надежность неремонтируемых объектов.															

Тема 3. Показатели надежности ремонтируемых объектов. Теоретические распределения наработки до отказа.	9	1		4			4	13	0,5		2			10	устный опрос; практическое задание
Раздел 3. Надежность ремонтируемых объектов.															
Тема 4. Показатели надежности ремонтируемых объектов, не восстанавливаемых в процессе применения. Показатели надежности ремонтируемых объектов, восстанавливаемых в процессе применения.	7	1		4			2	11	0,5		2			8	устный опрос; практическое задание
Тема 5. Ремонтопригодность и готовность технических устройств.	7	1		2			4	11	0,5					10	устный опрос
Тема 6. Методы испытания на надежность и статистической обработки опытных данных.	9	1		2			6	11	0,5					10	устный опрос; практическое задание
Раздел 4. Надежность систем различных структур.															
Тема 7. Надежность систем из последовательно и параллельно соединенных элементов. Надежность последовательных систем при нормальном распределении нагрузки по однотипным подсистемам.	3	1					2	4,5	0,5					4	устный опрос; практическое задание

Тема 8. Оценка надежности систем, построенных в виде цепи. Надежность систем с резервированием.	12	1		4			7	8,5	0,5					8	устный опрос; практическое задание
Раздел 5. Формирование показателей надежности на стадиях проектирования.															
Тема 9. Выбор и обоснование показателей надежности. Назначение норм надежности. Распределение норм надежности системы по элементам.	7	1		2			4	6,5	0,5		2			4	устный опрос; практическое задание
Раздел 6. Методы расчета надежности систем различных типов.															
Тема 10. Расчет надежности систем по последовательно-параллельным логическим схемам. Выбор значений показателей надежности элементов. Коэффициентный способ расчета. Расчет систем с одновременно работающими элементами.	9	1		2			6	4,5	0,5					4	устный опрос; практическое задание
Тема 11. Учет цикличности работы аппаратуры. Применение формулы полной вероятности при расчете надежности систем. Переход от логической схемы для расчета надежности к графу состояний системы. Логико-вероятностный метод расчета надежности систем.	11	1		2			8	8,5	0,5					8	устный опрос; практическое задание

Раздел 7. Надежность автоматизированных систем управления.															
Тема 12. Особенности оценки надежности автоматизированных систем управления. Оценка надежности программ цифровых ЭВМ. Оценка безотказности программ по наработке.	9	1		2			6	6,5	0,5		2			4	устный опрос; практическое задание
Тема 13. Оценка готовности программ. Надежностные характеристики оператора.	9	1		2			6	8,5	0,5					8	устный опрос
Раздел 8. Испытания на надежность.															
Тема 14. Специфика оценки надежности по результатам испытаний. Определительные испытания. Форсирование режима испытаний и сокращение числа образцов.	9	1		2			6	6,5	0,5		2			4	устный опрос; практическое задание
Тема 15. Расчетно-экспериментальная оценка надежности по критериям работоспособности. Контрольные испытания. Планирование испытаний на надежность.	11	1		2			8	4,5	0,5					4	устный опрос; практическое задание
Раздел 9. Надежность технологического оборудования и типовых узлов механических систем.															

Тема 16. Повышение производительности и надежности технологического оборудования методами технической диагностики. Требования к качеству и показатели надежности АЛ и ГПС.	9	1		2			6	4,5	0,5				4	устный опрос; практическое задание
Тема 17. Надежность станков. Надежность промышленных роботов.	11	1		4			6	10				2	8	устный опрос; практическое задание
Тема 18. Надежность зубчатых передач. Расчет на сопротивление контактной усталости. Расчет на сопротивление усталости при изгибе. Надежность подшипников качения. Надежность подшипников скольжения.	3	1					2	8					8	устный опрос; контрольная работа
Всего часов за 8 /10 семестр	144	18		36			90	140	8			12		120
Форма промеж. контроля	Зачет						Зачет - 4 ч.							
Всего часов дисциплине	144	18		36			90	140	8			12		120
часов на контроль							4							

5. 1. Тематический план лекций

№ лекц	Тема занятия и вопросы лекции	Форма проведения (актив., ...)	Количество часов
--------	-------------------------------	--------------------------------	------------------

		интерак.)	ОФО	ЗФО
1.	<p>Тема 1. Основные термины и определения. Показатели надежности. Случайные величины и их характеристики. Оценка параметров надежности.</p> <p><i>Основные вопросы:</i></p> <p>1. Чем отличается работоспособное состояние изделия от исправного?</p> <p>2. Что такое отказ? Какие бывают причины отказов?</p> <p>3. Чем характеризуются безотказность, долговечность и сохраняемость изделий?</p> <p>4. Какие существуют основные показатели надежности?</p> <p>5. Какими характеристиками определяются случайные величины?</p> <p>6. Как оцениваются параметры надежности?</p>	Акт.	1	0,5
2.	<p>Тема 2. Различные периоды работы технических устройств. Надежность в период нормальной эксплуатации. Надежность в период постепенных отказов, возникающих из-за износа и старения. Совместное действие внезапных и постепенных отказов. Особенности надежности восстанавливаемых изделий.</p> <p><i>Основные вопросы:</i></p> <p>1. Какие существуют периоды работы технических устройств?</p> <p>2. Как определяется и чем характеризуется надежность в период нормальной эксплуатации?</p> <p>3. Как рассчитывается надежность в период постепенных («износных») отказов?</p> <p>4. Каковы особенности надежности восстанавливаемых изделий?</p>	Акт.	1	0,5
3.	<p>Тема 3. Показатели надежности ремонтируемых объектов. Теоретические распределения наработки до отказа.</p> <p><i>Основные вопросы:</i></p> <p>1. Что такое «наработка до отказа» и в каких единицах она измеряется?</p>	Акт.	1	0,5

	<p>2. Какими показателями определяется надежность ремонтируемых объектов?</p> <p>3. Что такое «плотность распределения наработки до отказа»?</p> <p>4. Что характеризует вероятность безотказной работы?</p> <p>5. Чем отличаются полный и параметрический отказы?</p>			
4.	<p>Тема 4. Показатели надежности ремонтируемых объектов, не восстанавливаемых в процессе применения. Показатели надежности ремонтируемых объектов, восстанавливаемых в процессе применения.</p> <p><i>Основные вопросы:</i></p> <p>1. Какие существуют показатели надежности ремонтируемых объектов, невосстанавливаемых в процессе применения?</p> <p>2. Как определяется наработка на отказ?</p> <p>3. Что представляет собой технологический ресурс изделия?</p> <p>4. Чем отличается суммарная наработка от технического ресурса изделия?</p> <p>5. Какими показателями характеризуется надежность ремонтируемых объектов, восстанавливаемых в процессе применения?</p> <p>6. Что характеризует параметр потока восстановлений?</p>	Акт.	1	0,5
5.	<p>Тема 5. Ремонтпригодность и готовность технических устройств.</p> <p><i>Основные вопросы:</i></p> <p>1. Что обозначает термин «ремонтпригодность» технических устройств?</p> <p>2. Что характеризует коэффициент готовности устройства?</p>	Акт.	1	0,5
6.	<p>Тема 6. Методы испытания на надежность и статистической обработки опытных данных.</p> <p><i>Основные вопросы:</i></p> <p>1. Какие существуют методы испытаний изделий на надежность?</p>	Акт.	1	0,5

	2. Как проводится статистическая обработка опытных данных при испытаниях?			
7.	<p>Тема 7. Надежность систем из последовательно и параллельно соединенных элементов. Надежность последовательных систем при нормальном распределении нагрузки по однотипным подсистемам.</p> <p><i>Основные вопросы:</i></p> <p>1. Чем различаются с позиции надежности последовательные, параллельные и комбинированные системы?</p> <p>2. Как рассчитывают надежности систем из последовательно и параллельно соединенных элементов?</p> <p>3. Как определяют надежность последовательной системы при нормальном распределении нагрузки по системам?</p> <p>4. Какова схема системы, построенной в виде цепи, и как оценивается ее надежность?</p>	Акт.	1	0,5
8.	<p>Тема 8. Оценка надежности систем, построенных в виде цепи. Надежность систем с резервированием.</p> <p><i>Основные вопросы:</i></p> <p>1. Что представляет собой система с резервированием? Какие имеются преимущества у таких систем?</p> <p>2. Какие существуют виды резервирования и чем они отличаются?</p> <p>3. Как определяют надежность систем с постоянным резервированием?</p> <p>4. Как рассчитывают надежность систем при резервировании замещением?</p> <p>5. Какие существуют методы осуществления резервирования замещением?</p> <p>6. Как рассчитывают надежность сложных комбинированных систем?</p>	Акт.	1	0,5

9.	<p>Тема 9. Выбор и обоснование показателей надежности. Назначение норм надежности. Распределение норм надежности системы по элементам.</p> <p><i>Основные вопросы:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Какие мероприятия по обеспечению надежности проводятся на этапе составления технических заданий на проектирование изделий? 2. Как осуществляется выбор и обоснование принципов технического обслуживания? 3. Как влияет назначение объекта на выбор нормируемых показателей его надежности? 4. Как проводится корректировка норм надежности с учетом технического прогресса? 5. Как производится уточнение норм надежности и выбор мероприятий по ее повышению? 6. Как проводится распределение норм надежности системы по ее элементам? 	Акт.	1	0,5
10.	<p>Тема 10. Расчет надежности систем по последовательно-параллельным логическим схемам. Выбор значений показателей надежности элементов. Коэффициентный способ расчета. Расчет систем с неодновременно работающими элементами.</p> <p><i>Основные вопросы:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Как ведется расчет надежности систем по последовательнопараллельным логическим схемам? 2. Как выбираются значения показателей надежности элементов? 3. Когда применяется коэффициентный способ расчета надежности систем? 4. Как ведется расчет надежности систем с неодновременно работающими элементами? 	Акт.	1	0,5

11.	<p>Тема 11. Учет цикличности работы аппаратуры. Применение формулы полной вероятности при расчете надежности систем. Переход от логической схемы для расчета надежности к графу состояний системы. Логико-вероятностный метод расчета надежности систем.</p> <p><i>Основные вопросы:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Как учитывается цикличность работы аппаратуры при расчете надежности? 2. Как применяется формула полной вероятности при расчете надежности систем? 3. В каких случаях и как осуществляется переход от логической схемы к графу состояний системы? 4. При каких условиях используется логиковаероятностный расчет надежности систем? 	Акт.	1	0,5
12.	<p>Тема 12. Особенности оценки надежности автоматизированных систем управления. Оценка надежности программ цифровых ЭВМ. Оценка безотказности программ по наработке.</p> <p><i>Основные вопросы:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Каковы особенности оценки надежности АСУ? 2. Какие параметры надежности оцениваются при проектировании АСУ? 3. Как ведется построение дерева отказов при анализе надежности системы? 4. Какими способами оценивается надежность программ цифровых ЭВМ? 5. Как проводится оценка безотказности программ по наработке? 	Акт.	1	0,5
13.	<p>Тема 13. Оценка готовности программ. Надежностные характеристики оператора.</p> <p><i>Основные вопросы:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Какие параметры надежности определяются при оценке безотказности программ? 	Акт.	1	0,5

	<p>2. Какие расчеты проводятся при оценке готовности программ?</p> <p>3. Что представляет собой процесс восстановления работоспособности программ?</p> <p>4. Как влияет латентный период анализаторов оператора на работу системы «человек—машина»?</p> <p>5. Чем характеризуется надежность оператора как звена человекомашиной системы?</p> <p>6. Как повышается надежность системы «человек—машина» при введении структурной избыточности?</p>			
14.	<p>Тема 14. Специфика оценки надежности по результатам испытаний. Определительные испытания. Форсирование режима испытаний и сокращение числа образцов.</p> <p><i>Основные вопросы:</i></p> <p>1. В чем состоит специфика оценки надежности по результатам испытаний?</p> <p>2. Как можно сократить объем испытаний для подтверждения заданных показателей надежности?</p> <p>3. Какова цель определительных испытаний?</p> <p>4. Чем отличаются определительные испытания восстанавливаемых и невосстанавливаемых изделий?</p> <p>5. Каковы преимущества проведения форсированных испытаний?</p> <p>6. Какими способами можно сократить число образцов для проведения испытаний?</p>	Акт.	1	0,5
15.	<p>Тема 15. Расчетно-экспериментальная оценка надежности по критериям работоспособности. Контрольные испытания. Планирование испытаний на надежность.</p> <p><i>Основные вопросы:</i></p> <p>1. Как производится расчетно-экспериментальная оценка надежности по критериям работоспособности?</p> <p>2. Как оценивается вероятность отсутствия отказов отдельных видов?</p>	Акт.	1	0,5

	<p>3. Какое назначение имеют контрольные испытания?</p> <p>4. Как составляется план проведения испытаний, обеспечивающий простоту и экономичность испытаний?</p>			
16.	<p>Тема 16. Повышение производительности и надежности технологического оборудования методами технической диагностики. Требования к качеству и показатели надежности АЛ и ГПС.</p> <p><i>Основные вопросы:</i></p> <p>1. Какие показатели качества и надежности применяются для АЛ?</p> <p>2. Какие показатели качества и надежности применяются для ГПС? В чем состоят их основные отличия от аналогичных показателей для АЛ?</p> <p>3. Какие показатели надежности технологического оборудования можно улучшить путем применения методов технической диагностики?</p> <p>4. Какие задачи динамических методов контроля возникают при создании АЛ и ГПС? Как они влияют на показатели надежности?</p>	Акт.	1	0,5
17.	<p>Тема 17. Надежность станков. Надежность промышленных роботов.</p> <p><i>Основные вопросы:</i></p> <p>1. В чем состоит специфика надежности станков и по каким основным критериям она оценивается?</p> <p>2. Какими факторами определяется точностная (параметрическая) надежность станков?</p> <p>3. Какова специфика надежности ПР?</p> <p>4. Какими основными показателями характеризуется надежность ПР?</p> <p>5. Какими способами обеспечивается надежность станков и ПР?</p> <p>6. Как проводятся испытания технологического оборудования на надежность?</p>	Акт.	1	

18.	<p>Тема 18. Надежность зубчатых передач. Расчет на сопротивление контактной усталости. Расчет на сопротивление усталости при изгибе. Надежность подшипников качения. Надежность подшипников скольжения.</p> <p><i>Основные вопросы:</i></p> <p>1. Какие нагрузки возникают при работе зубчатых передач и как они влияют на их надежность?</p> <p>2. Какова последовательность проведения расчета вероятности безотказной работы зубчатых передач по критерию сопротивления контактной усталости?</p> <p>3. Как ведется расчет выносливости зубчатых передач на сопротивление усталости при изгибе?</p> <p>4. Чем отличаются динамическая эквивалентная нагрузка и динамическая грузоподъемность подшипников качения?</p> <p>5. Что понимается под несущей способностью подшипников скольжения? Какие факторы влияют на несущую способность подшипников скольжения?</p> <p>6. Как оценивается вероятность безотказной работы подшипников скольжения?</p>	Акт.	1	
	Итого		18	8

5. 2. Темы практических занятий

№ занятия	Наименование практического занятия	Форма проведения (актив., интерак.)	Количество часов	
			ОФО	ЗФО
1.	Тема практического занятия: Метод Байеса.	Акт.	6	2
2.	Тема практического занятия: Естественное и искусственное старение.	Акт.	6	2
3.	Тема практического занятия: Аппроксимация экспериментальных кривых работоспособности и надежности.	Акт.	6	2
4.	Тема практического занятия:	Акт.	6	2

	Физические основы упрочнения.			
5.	Тема практического занятия: Упрочнение ППД.	Акт.	6	2
6.	Тема практического занятия: Упрочнение термическими и химико-термическими способами.	Акт.	6	2
	Итого		36	12

5.3. Темы семинарских занятий

(не предусмотрены учебным планом)

5.4. Перечень лабораторных работ

(не предусмотрено учебным планом)

5.5. Темы индивидуальных занятий

(не предусмотрено учебным планом)

6. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Самостоятельная работа по данной дисциплине включает такие формы работы как: работа с базовым конспектом; подготовка к практическому занятию; подготовка к устному опросу; подготовка к контрольной работе; выполнение контрольной работы; подготовка к зачету.

6.1. Содержание самостоятельной работы студентов по дисциплине (модулю)

№	Наименование тем и вопросы, выносимые на самостоятельную работу	Форма СР	Кол-во часов	
			ОФО	ЗФО
1	Тема: Краткая историческая справка.	подготовка к устному опросу	2	4
2	Тема: Основные понятия и определения.	подготовка к устному опросу	4	4
3	Тема: Законы распределения случайных величин.	подготовка к устному опросу	4	4
4	Тема: Надежность единичного элемента.	подготовка к устному опросу; выполнение контрольной работы	4	4
5	Тема: Надежность элемента, работающего до первого отказа.	подготовка к устному опросу	4	4

6	Тема: Надежность технической системы.	подготовка к устному опросу; подготовка к практическому занятию	4	4
7	Тема: Резервирование без восстановления. Некоторые принципиальные вопросы резервирования системы.	подготовка к устному опросу	6	4
8	Тема: Резервирование с восстановлением. Коэффициент готовности системы.	подготовка к устному опросу	6	8
9	Тема: Основные направления технической диагностики. Постановка задач технической диагностики. Метод Байеса.	подготовка к устному опросу	6	10
10	Тема: Физико-химическая механика старения технических устройств.	подготовка к устному опросу	6	8
11	Тема: Трение и износ элементов машин. Старение технических устройств в условиях воздействия внешней среды.	подготовка к устному опросу	6	8
12	Тема: Основы статистических испытаний элементов машин на надежность. Обработка результатов испытаний и оценка их доброкачественности.	подготовка к устному опросу	6	8
13	Тема: Организация и планирование испытаний на надежность. Методы форсирования	подготовка к устному опросу	6	6
14	Тема: Упрочнение деталей машин пластическим деформированием поверхностного слоя. Физические основы упрочнения. Дробеструйная обработка деталей машин. Упрочнение центробежно-шариковым наклепом. Упрочнение обкаткой роликами и пружинящими шариками. Упрочнение чеканкой и точением. Упрочнение наклепом деталей машин, имеющих отверстие.	подготовка к устному опросу	6	10

15	Тема: Упрочнение термическими и химико-термическими способами. Нанесение покрытий на поверхности деталей машин.	подготовка к устному опросу	6	10
16	Тема: Оценка и управление точностью металлообрабатывающего технологического процесса. Статистико-вероятностная оценка и обеспечение надежности выпускаемой продукции в различных условиях производства.	подготовка к устному опросу	6	8
17	Тема: Организация статистического контроля и управления качеством изделий. Общие принципы организации статистического контроля. Сбор информации. Обработка статистической информации. Анализ результатов обработки. Выдача рекомендации и принятие мер по ликвидации	подготовка к устному опросу	6	8
18	Тема: Организация службы надежности на промышленном предприятии.	подготовка к контрольной работе; подготовка к устному опросу	2	8
Итого			90	120

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

Дескрипторы	Компетенции	Оценочные средства
ПК-3		

Знать	Виды соединений элементов одно - и многофункциональной системы; методы определения надежности единичного элемента и системы; основные законы распределения случайных величин и их применение для определения характеристик надежности при наличии внезапных и постепенных отказов; виды резерва, резервирование без восстановления и с восстановлением. (ПК-3.1.2)	устный опрос; практическое задание
Уметь	Определять ресурс объекта; рассчитывать основы технической диагностики методом Байеса; проводить испытания, обработку результатов испытаний методом форсирования. (ПК-3.2.2)	устный опрос; практическое задание
Владеть	Технологическими методами повышения надежности и долговечности машин; методами оценки и управления стабильностью технологического процесса; умениями в организации службы надежности на промышленном предприятии. (ПК-	зачет; контрольная работа

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

Оценочные средства	Уровни сформированности компетенции			
	Компетентность несформирована	Базовый уровень компетентности	Достаточный уровень компетентности	Высокий уровень компетентности
практическое задание	Не выполнена или выполнена с грубыми нарушениями, выводы не соответствуют цели работы.	Выполнена частично или с нарушениями, выводы не соответствуют цели.	Работа выполнена полностью, отмечаются несущественные недостатки в оформлении.	Работа выполнена полностью, оформлена по требованиям.
устный опрос	Материал не структурирован без учета специфики проблемы.	Материал слабо структурирован, не связан с ранее изученным, не выделены существенные признаки проблемы.	Материал структурирован, оформлен согласно требованиям, однако есть несущественные недостатки.	Материал структурирован, оформлен согласно требованиям.

контрольная работа	Не выполнена или выполнена с грубыми нарушениями, выводы не соответствуют цели работы.	Выполнена частично или с нарушениями, выводы не соответствуют цели.	Работа выполнена полностью, отмечаются несущественные недостатки в оформлении.	Работа выполнена полностью, оформлена по требованиям.
зачет	Не выполнена.	Выполнена частично или с нарушениями.	Выполнена полностью, отмечены несущественные недостатки в оформлении.	Выполнена полностью, оформлен согласно требованиям.

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

7.3.1. Примерные практические задания

- 1.Метод Байеса.
- 2.Естественное и искусственное старение.
- 3.Аппроксимация экспериментальных кривых работоспособности и надежности.
- 4.Физические основы упрочнения.
- 5.Упрочнение ППД.
- 6.Упрочнение термическими и химико-термическими способами.

7.3.2. Примерные вопросы для устного опроса

- 1.Надежность, элемента работающего до первого отказа.
- 2.Определение надежности системы с основным и резервным соединением.
- 3.Нагруженный резерв.
- 4.Ненагруженный резерв.
- 5.Масштаб резервирования. Скользящий резерв.
- 6.Основные направления технической диагностики.
- 7.Постановка задач технической диагностики.
- 8.Метод Байеса.
- 9.Старение технических устройств (ТУ).
- 10.Виды энергий, способствующих разрушению ТУ.

7.3.3. Примерные задания для контрольной работы

1. Физико-химическая механика старения технических устройств.
2. Трение и износ элементов машин. Старение технических устройств в условиях воздействия внешней среды.
3. Основы статистических испытаний элементов машин на надежность. Обработка результатов испытаний и оценка их доброкачественности.
4. Организация и планирование испытаний на надежность. Методы форсирования испытаний.

7.3.4. Вопросы к зачету

1. Понятие надежности и долговечности.
2. Отказ и неисправность. Срок службы, ресурс.
3. Экспоненциальный закон распределения.
4. Закон нормального распределения.
5. Закон Вейбулла-Гнеденко.
6. Коэффициент готовности.
7. Элемент и система. Факторы, определяющие надежность элементов и систем.
8. Надежность, элемента работающего до первого отказа.
9. Определение надежности системы с основным и резервным соединением.
10. Нагруженный резерв.
11. Ненагруженный резерв.
12. Масштаб резервирования. Скользящий резерв.
13. Основные направления технической диагностики.
14. Постановка задач технической диагностики.
15. Метод Байеса.
16. Старение технических устройств (ТУ).
17. Виды энергий, способствующих разрушению ТУ.
18. Касание трущихся поверхностей.
19. Критерии износа и методы их измерения.
20. Виды испытаний.
21. Обработка результатов и оценка испытаний на надежность.
22. Доверительный интервал, доверительная вероятность.
23. Организация и планирование испытаний.
24. Методы форсирования испытаний.
25. Линейная аппроксимация экспериментальных кривых.

26. Аппроксимация усталостной кривой старения.
27. Аппроксимация экспериментальной кривой с использованием первой и второй производных.
28. Физические основы упрочнения.
29. Упрочнение деталей поверхностным пластическим деформированием.
30. Термические и химико-термические методы упрочнения.
31. Нанесение защитно-декоративных покрытий.
32. Стабильность технологического процесса.
33. Организация службы надежности на промышленном предприятии.

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

7.4.1. Оценивание практического задания

Критерий оценивания	Уровни формирования компетенций		
	Базовый	Достаточный	Высокий
Знание теоретического материала по предложенной проблеме	Теоретический материал усвоен	Теоретический материал усвоен и осмыслен	Теоретический материал усвоен и осмыслен, может быть применен в различных ситуациях по необходимости
Овладение приемами работы	Студент может применить имеющиеся знания для решения новой задачи, но необходима помощь преподавателя	Студент может самостоятельно применить имеющиеся знания для решения новой задачи, но возможно не более 2 замечаний	Студент может самостоятельно применить имеющиеся знания для решения новой задачи
Самостоятельность	Задание выполнено самостоятельно, но есть не более 3 замечаний	Задание выполнено самостоятельно, но есть не более 2 замечаний	Задание выполнено полностью самостоятельно

7.4.2. Оценивание устного опроса

Критерий оценивания	Уровни формирования компетенций		
	Базовый	Достаточный	Высокий
Полнота и правильность ответа	Ответ полный, но есть замечания, не более 3	Ответ полный, последовательный, но есть замечания, не более 2	Ответ полный, последовательный, логичный

Степень осознанности, понимания изученного	Материал усвоен и излагается осознанно, но есть не более 3 несоответствий	Материал усвоен и излагается осознанно, но есть не более 2 несоответствий	Материал усвоен и излагается осознанно
Языковое оформление ответа	Речь, в целом, грамотная, соблюдены нормы культуры речи, но есть замечания, не более 4	Речь, в целом, грамотная, соблюдены нормы культуры речи, но есть замечания, не более 2	Речь грамотная, соблюдены нормы культуры речи

7.4.3. Оценивание выполнения контрольной работы

Критерий оценивания	Уровни формирования компетенций		
	Базовый	Достаточный	Высокий
Полнота и правильность ответа	Ответ полный, но есть замечания, не более 3	Ответ полный, последовательный, но есть замечания, не более 2	Ответ полный, последовательный, логичный
Степень осознанности, понимания изученного	Материал усвоен и излагается осознанно, но есть не более 3 несоответствий	Материал усвоен и излагается осознанно, но есть не более 2 несоответствий	Материал усвоен и излагается осознанно
Языковое оформление ответа	Речь, в целом, грамотная, соблюдены нормы культуры речи, но есть замечания, не более 4	Речь, в целом, грамотная, соблюдены нормы культуры речи, но есть замечания, не более 2	Речь грамотная, соблюдены нормы культуры речи
Соблюдение требований к оформлению	Не более 4 замечаний	Не более 3 замечаний	Правильное оформление ссылок на используемую литературу; грамотность и культура изложения; владение терминологией и понятийным аппаратом проблемы; соблюдение требований к объему реферата
Грамотность	Не более 4 замечаний	Не более 3 замечаний	Отсутствие орфографических и синтаксических ошибок, стилистических погрешностей; отсутствие опечаток, сокращений слов, кроме общепринятых; литературный стиль

7.4.4. Оценивание зачета

Критерий оценивания	Уровни формирования компетенций		
	Базовый	Достаточный	Высокий
Полнота ответа, последовательность и логика изложения	Ответ полный, но есть замечания, не более 3	Ответ полный, последовательный, но есть замечания, не более 2	Ответ полный, последовательный, логичный
Правильность ответа, его соответствие рабочей программе учебной дисциплины	Ответ соответствует рабочей программе учебной дисциплины, но есть замечания, не более 3	Ответ соответствует рабочей программе учебной дисциплины, но есть замечания, не более 2	Ответ соответствует рабочей программе учебной дисциплины
Способность студента аргументировать свой ответ и приводить примеры	Ответ аргументирован, примеры приведены, но есть не более 3 несоответствий	Ответ аргументирован, примеры приведены, но есть не более 2 несоответствий	Ответ аргументирован, примеры приведены
Осознанность излагаемого материала	Материал усвоен и излагается осознанно, но есть не более 3 несоответствий	Материал усвоен и излагается осознанно, но есть не более 2 несоответствий	Материал усвоен и излагается осознанно
Соответствие нормам культуры речи	Речь, в целом, грамотная, соблюдены нормы культуры речи, но есть замечания, не более 4	Речь, в целом, грамотная, соблюдены нормы культуры речи, но есть замечания, не более 2	Речь грамотная, соблюдены нормы культуры речи
Качество ответов на вопросы	Есть замечания к ответам, не более 3	В целом, ответы раскрывают суть вопроса	На все вопросы получены исчерпывающие ответы

7.5. Итоговая рейтинговая оценка текущей и промежуточной аттестации студента по дисциплине

По учебной дисциплине «Надежность технических систем» используется 4-балльная система оценивания, итог оценивания уровня знаний обучающихся предусматривает зачёт. Зачёт выставляется во время последнего практического занятия при условии выполнения всех учебных поручений строгой отчетности (контрольная работа) и не менее 60% иных учебных поручений, предусмотренных учебным планом и РПД. Наличие невыполненных учебных поручений может быть основанием для дополнительных вопросов по дисциплине в ходе промежуточной аттестации. Во всех остальных случаях зачет сдается обучающимися в даты, назначенные преподавателем в период соответствующий промежуточной аттестации.

Шкала оценивания текущей и промежуточной аттестации студента

Уровни формирования компетенции	Оценка по четырехбалльной шкале
	для зачёта
Высокий	зачтено
Достаточный	
Базовый	
Компетенция не сформирована	не зачтено

8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

Основная литература.

№ п/п	Библиографическое описание	Тип (учебник, учебное пособие, учебно-метод пособие, др.)	Кол-во в библи.
1.	Обеспечение надежности сложных технических систем: учебник для студ. вузов, обуч. по напр. подгот. 200100 - "Приборостроение", 200200 - "Оптотехника" и спец. 200206 - "Приборы и системы лучевой энергетики" / А. Н. Дорохов [и др.]. - СПб. М. Краснодар: Лань, 2016. - 348 с.	учебник	20
2.	Дорохов, А. Н. Обеспечение надежности сложных технических систем : учебник / А. Н. Дорохов, В. А. Керножицкий, А. Н. Миронов, О. Л. Шестопалова. - 3-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2017. - 352 с.	Учебники	https://e.lanbook.com/book/93594
3.	Таратынов О.В. Технология машиностроения. Основы проектирования на ЭВМ: учеб. пособие для исп-ия в учеб. процессе образоват. учр-ий, realiz. программы СПО / О. В. Таратынов, В. В. Клепиков, Б. М. Базров. - М.: Форум, 2017. - 608 с.	учебное пособие	15

Дополнительная литература.

№ п/п	Библиографическое описание	Тип (учебник, учебное пособие, учебно-метод пособие, др.)	Кол-во в библи.
-------	----------------------------	--	-----------------

1.	Управление качеством продукции машиностроения: учеб. пособие для студ. вузов, обуч. по напр. подгот. дипломир. спец. 200500-Стандартизация, сертификация и методология, специальности 200503-Стандартизация и сертификация. Учеб. пособие для студ. вузов, обуч. по спец. 1-36 01 01 "Технология машиностроения", 1-36 01 03 "Технологическое оборудование машиностроительного производства", 1-36 01 04 "Оборудование и технологии высокоэффективных процессов обработки материалов" / М. М. Кане [и др.] ; рец.: Е. А. Памфилов, В. Н. Строителей. - М.: Машиностроение, 2010. - 416 с.	учебное пособие	5
2.	Иванов И.С. Технология машиностроения: учеб. пособие для студ. вузов по спец. 150406 "Машины и аппараты текстильной промышленности". Соответствует ФГОС 3-го поколения / И. С. Иванов ; рец.: О. А. Новиков, Б. Н. Байор. - М.: Инфра-М, 2014. - 192 с.	учебное пособие	5

9. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)

- 1.Поисковые системы: <http://www.rambler.ru>, <http://yandex.ru>,
- 2.Федеральный образовательный портал www.edu.ru.
- 3.Российская государственная библиотека <http://www.rsl.ru/ru>
- 4.Государственная публичная научно-техническая библиотека России URL: <http://gpntb.ru>.
- 5.Государственное бюджетное учреждение культуры Республики Крым «Крымская республиканская универсальная научная библиотека» <http://franco.crimealib.ru/>
- 6.Педагогическая библиотека <http://www.pedlib.ru/>
- 7.Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU (РИНЦ) <http://elibrary.ru/defaultx.asp>

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

Общие рекомендации по самостоятельной работе бакалавров

Подготовка современного бакалавра предполагает, что в стенах университета он овладеет методологией самообразования, самовоспитания, самосовершенствования. Это определяет важность активизации его самостоятельной работы.

Самостоятельная работа формирует творческую активность бакалавров, представление о своих научных и социальных возможностях, способность вычленять главное, совершенствует приемы обобщенного мышления, предполагает более глубокую проработку ими отдельных тем, определенных программой.

Основными видами и формами самостоятельной работы студентов по данной дисциплине являются: самоподготовка по отдельным вопросам; работа с базовым конспектом; подготовка к практическому занятию; подготовка к устному опросу; подготовка к контрольной работе; выполнение контрольной работы; подготовка к зачету.

Важной частью самостоятельной работы является чтение учебной литературы. Основная функция учебников – ориентировать в системе тех знаний, умений и навыков, которые должны быть усвоены по данной дисциплине будущими специалистами. Учебник также служит путеводителем по многочисленным произведениям, ориентируя в именах авторов, специализирующихся на определённых научных направлениях, в названиях их основных трудов. Вторая функция учебника в том, что он очерчивает некий круг обязательных знаний по предмету, не претендуя на глубокое их раскрытие.

Чтение рекомендованной литературы – это та главная часть системы самостоятельной учебы бакалавра, которая обеспечивает подлинное усвоение науки. Читать эту литературу нужно по принципу: «идея, теория, метод в одной, в другой и т.д. книгах».

Во всех случаях рекомендуется рассмотрение теоретических вопросов не менее чем по трем источникам. Изучение проблемы по разным источникам – залог глубокого усвоения науки. Именно этот блок, наряду с выполнением практических заданий является ведущим в структуре самостоятельной работы студентов.

Вниманию бакалавров предлагаются список литературы, вопросы к самостоятельному изучению и вопросы к зачету.

Для успешного овладения дисциплиной необходимо выполнять следующие требования:

- 1) выполнять все определенные программой виды работ;
- 2) посещать занятия, т.к. весь тематический материал взаимосвязан между собой и, зачастую, самостоятельного теоретического овладения пропущенным материалом недостаточно для качественного его усвоения;
- 3) все рассматриваемые на занятиях вопросы обязательно фиксировать в отдельную тетрадь и сохранять её до окончания обучения в вузе;

4) проявлять активность при подготовке и на занятиях, т.к. конечный результат овладения содержанием дисциплины необходим, в первую очередь, самому бакалавру;

5) в случаях пропуска занятий по каким-либо причинам обязательно отрабатывать пропущенное преподавателю во время индивидуальных консультаций.

Внеурочная деятельность бакалавра по данной дисциплине предполагает:

- самостоятельный поиск ответов и необходимой информации по предложенным вопросам;
- выполнение контрольной работы;
- выработку умений научной организации труда.

Успешная организация времени по усвоению данной дисциплины во многом зависит от наличия у бакалавра умения самоорганизовать себя и своё время для выполнения предложенных домашних заданий. Объём заданий рассчитан максимально на 2-3 часа в неделю. При этом алгоритм подготовки будет следующим:

- 1 этап – поиск в литературе теоретической информации по предложенным преподавателем вопросам;
- 2 этап – осмысление полученной информации, освоение терминов и понятий;
- 3 этап – составление плана ответа на каждый вопрос;
- 4 этап – поиск примеров по данной проблематике.

Работа с базовым конспектом

Программой дисциплины предусмотрено чтение лекций в различных формах их проведения: проблемные лекции с элементами эвристической беседы, информационные лекции, лекции с опорным конспектированием, лекции-визуализации.

На лекциях преподаватель рассматривает вопросы программы курса, составленной в соответствии с государственным образовательным стандартом. Из-за недостаточного количества аудиторных часов некоторые темы не удастся осветить в полном объеме, поэтому преподаватель, по своему усмотрению, некоторые вопросы выносит на самостоятельную работу студентов, рекомендуя ту или иную литературу.

Кроме этого, для лучшего освоения материала и систематизации знаний по дисциплине, необходимо постоянно разбирать материалы лекций по конспектам и учебным пособиям.

Во время самостоятельной проработки лекционного материала особое внимание следует уделять возникшим вопросам, непонятным терминам, спорным точкам зрения. Все такие моменты следует выделить или выписать отдельно для дальнейшего обсуждения на практическом занятии. В случае необходимости обращаться к преподавателю за консультацией. Полный список литературы по дисциплине приведен в рабочей программе дисциплины.

Подготовка к практическому занятию

Методические рекомендации по подготовке к практическим занятиям

Подготовка к практическому занятию включает следующие элементы самостоятельной деятельности: четкое представление цели и задач его проведения; выделение навыков умственной, аналитической, научной деятельности, которые станут результатом предстоящей работы.

Выработка навыков осуществляется с помощью получения новой информации об изучаемых процессах и с помощью знания о том, в какой степени в данное время студент владеет методами исследовательской деятельности, которыми он станет пользоваться на практическом занятии.

Следовательно, работа на практическом занятии направлена не только на познание студентом конкретных явлений внешнего мира, но и на изменение самого себя.

Второй результат очень важен, поскольку он обеспечивает формирование таких общекультурных компетенций, как способность к самоорганизации и самообразованию, способность использовать методы сбора, обработки и интерпретации комплексной информации для решения организационно-управленческих задач, в том числе находящихся за пределами непосредственной сферы деятельности студента. процессов и явлений, выделяют основные способы доказательства авторами научных работ ценности того, чем они занимаются.

В ходе самого практического занятия студенты сначала представляют найденные ими варианты формулировки актуальности исследования, обсуждают их и обосновывают свое мнение о наилучшем варианте.

Объём заданий рассчитан максимально на 1-2 часа в неделю.

Подготовка к устному опросу

С целью контроля и подготовки студентов к изучению новой темы вначале каждой практического занятия преподавателем проводится индивидуальный или фронтальный устный опрос по выполненным заданиям предыдущей темы.

Критерии оценки устных ответов студентов:

- правильность ответа по содержанию задания (учитывается количество и характер ошибок при ответе);
- полнота и глубина ответа (учитывается количество усвоенных фактов, понятий и т.п.);
- сознательность ответа (учитывается понимание излагаемого материала);
- логика изложения материала (учитывается умение строить целостный, последовательный рассказ, грамотно пользоваться специальной терминологией);
- рациональность использованных приемов и способов решения поставленной учебной задачи (учитывается умение использовать наиболее прогрессивные и эффективные способы достижения цели);
- своевременность и эффективность использования наглядных пособий и технических средств при ответе (учитывается грамотно и с пользой применять наглядность и демонстрационный опыт при устном ответе);
- использование дополнительного материала (обязательное условие);
- рациональность использования времени, отведенного на задание (не одобряется затянутость выполнения задания, устного ответа во времени, с учетом индивидуальных особенностей студентов).

Подготовка к зачету

Зачет является традиционной формой проверки знаний, умений, компетенций, сформированных у студентов в процессе освоения всего содержания изучаемой дисциплины. Обычный зачет отличается от экзамена только тем, что преподаватель не дифференцирует баллы, которые он выставляет по его итогам.

Самостоятельная подготовка к зачету должна осуществляться в течение всего семестра, а не за несколько дней до его проведения.

Подготовка включает следующие действия. Прежде всего нужно перечитать все лекции, а также материалы, которые готовились к семинарским и практическим занятиям в течение семестра. Затем надо соотнести эту информацию с вопросами, которые даны к зачету. Если информации недостаточно, ответы находят в предложенной преподавателем литературе. Рекомендуются делать краткие записи. Речь идет не о шпаргалке, а о формировании в сознании четкой логической схемы ответа на вопрос. Накануне зачета необходимо повторить ответы, не заглядывая в записи. Время на подготовку к зачету по нормативам университета составляет не менее 4 часов.

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

Информационные технологии применяются в следующих направлениях:
оформление письменных работ выполняется с использованием текстового редактора;

демонстрация компьютерных материалов с использованием мультимедийных технологий;

использование информационно-справочного обеспечения, такого как: правовые справочные системы (Консультант+ и др.), онлайн словари, справочники (Грамота.ру, Интуит.ру, Википедия и др.), научные публикации.

использование специализированных справочных систем (электронных учебников, справочников, коллекций иллюстраций и фотоизображений, фотобанков, профессиональных социальных сетей и др.).

OpenOffice Ссылка: <http://www.openoffice.org/ru/>

Mozilla Firefox Ссылка: <https://www.mozilla.org/ru/firefox/new/>

Libre Office Ссылка: <https://ru.libreoffice.org/>

Do PDF Ссылка: <http://www.dopdf.com/ru/>

7-zip Ссылка: <https://www.7-zip.org/>

Free Commander Ссылка: <https://freecommander.com/ru>

be Reader Ссылка: <https://acrobat.adobe.com/ru/ru/acrobat/pdf-reader.html>попо

Gimp (графический редактор) Ссылка: <https://www.gimp.org/>

ImageMagick (графический редактор) Ссылка: <https://imagemagick.org/script/index.php>

VirtualBox Ссылка: <https://www.virtualbox.org/>

Adobe Reader Ссылка: <https://acrobat.adobe.com/ru/ru/acrobat/pdf-reader.html>

Операционная система Windows 8.1 Лицензионная версия по договору №471\1 от 11.12.2014 г.

Электронно-библиотечная система Библиокомплектатор

Национальна электронная библиотека - федеральное государственное бюджетное учреждение «Российская государственная библиотека» (ФГБУ «РГБ»)

Редакция Базы данных «ПОЛПРЕД Справочники»

Электронно-библиотечная система «ЛАНЬ»

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

-Компьютеры и доступ к сети Интернет (во время самостоятельной подготовки) (должен быть приложен график занятости компьютерного класса).

-Проектор, совмещенный с ноутбуком для проведения лекционных занятий преподавателем и презентации студентами результатов работы

-Раздаточный материал для проведения групповой работы.

-Методические материалы к практическим занятиям, лекции (рукопись, электронная версия), дидактический материал для студентов (мультимедийные презентации);

-Для проведения практических работ необходимо: комплект мультимедийного оборудования, электронные весы, прибор замера микротвердости, динамометр, плоскопараллельные концевые меры длины, глубиномер, индикатор часового типа, штангенциркуль.