

УТВЕРЖДАЮ
Первый проректор,
проректор по учебной работе

_____ А.Е. Рудин

« 30 » июня 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.01

Надежность технологических и технических систем

(Индекс дисциплины)

(Наименование дисциплины)

Кафедра: **28** **Машиноведения**

Код

Наименование кафедры

Направление подготовки: **15.04.02 – Технологические машины и оборудование**

Профиль подготовки: **Технологические машины и оборудование**

Уровень образования: **магистратура**

План учебного процесса

Составляющие учебного процесса		Очное обучение	Очно-заочное обучение	Заочное обучение
Контактная работа обучающихся с преподавателем по видам учебных занятий и самостоятельная работа обучающихся (часы)	Всего	72		
	Аудиторные занятия	34		
	Лекции	-		
	Лабораторные занятия	-		
	Практические занятия	34		
	Самостоятельная работа	38		
	Промежуточная аттестация			
Формы контроля по семестрам (номер семестра)	Экзамен	-		
	Зачет	1		
	Контрольная работа	-		
	Курсовой проект (работа)	-		
Общая трудоемкость дисциплины (зачетные единицы)		2		

Форма обучения:	Распределение зачетных единиц трудоемкости по семестрам											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Очная	2											
Очно-заочная												
Заочная												

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования

по направлению подготовки 15.04.02 Технологические машины и оборудование

На основании учебного плана № 2/1/1

1. ВВЕДЕНИЕ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Место преподаваемой дисциплины в структуре образовательной программы

Блок 1: Базовая Обязательная Дополнительно является факультативом
Вариативная По выбору

1.2. Цель дисциплины

Сформировать компетенции обучающегося в области оценки и обеспечения надежности технологических и технических систем.

1.3. Задачи дисциплины

- Рассмотреть основные понятия и показатели надежности технологических и технических систем, требования, предъявляемые к надежности;
- Показать особенности различных методов испытаний на надежность;
- Раскрыть принципы организации испытаний технологических и технических систем на надежность;
- Сформировать навыки работы со статистической информацией о надежности, обработки и анализа результатов испытаний на надежность, навыки выбора оптимальных конструкторских решений с учетом требований надежности.

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

Код компетенции	Формулировка компетенции	Этап формирования
ОПК-1	способность выбирать аналитические и численные методы при разработке математических моделей машин, приводов, оборудования, систем, технологических процессов в машиностроении	первый
Планируемые результаты обучения Знать: Методы оценки надежности оборудования Уметь: Выбирать метод оценки показателей надежности Владеть: Навыками определения показателей надежности		
ПК-20	способность разрабатывать физические и математические модели исследуемых машин, приводов, систем, процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной сфере, разрабатывать методики и организовывать проведение экспериментов с анализом их результатов	первый
Планируемые результаты обучения Знать: Принципы технической диагностики оборудования Уметь: Разрабатывать методики и организовывать проведение экспериментов и испытаний на надежность с анализом их результатов Владеть: Навыками расчета показателей надежности оборудования и оценки его технического состояния		

1.5. Дисциплины (практики) образовательной программы, в которых было начато формирование компетенций, указанных в п.1.4:

- Дисциплина базируется на компетенциях, сформированных на предыдущем уровне образования

2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование и содержание учебных модулей, тем и форм контроля	Объем выделяемого времени (часы)
Учебный модуль 1. Определение показателей надежности технологических и технических систем	
Тема 1. Основные понятия и показатели надежности технологических и технических систем. Требования, предъявляемые к надежности технологических и технических систем.	9
Тема 2. Надежность систем с последовательным, параллельным и комбинированным соединениями элементов.	9
Тема 3. Расчет надежности систем, не сводящихся к простому параллельному или последовательному соединениям	9
Тема 4. Структурное резервирование технических систем	9
Текущий контроль (ответы на контрольные вопросы)	1
Учебный модуль 2. Экспериментальная оценка и обеспечение надежности технологических и технических систем	
Тема 5. Организация и проведение экспериментов для оценки надежности технических систем.	9
Тема 6. Определение показателей надежности технических систем на основании экспериментальных данных об отказах.	9
Тема 7. Способы обеспечения надежности технологических и технических систем. Выбор оптимальных конструкторских решений.	9
Текущий контроль (ответы на контрольные вопросы)	1
Промежуточная аттестация по дисциплине (зачет)	7
ВСЕГО:	72

3. ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

3.1. Лекции

Не предусмотрены

3.2. Практические занятия

Номера изучаемых тем	Наименование и форма занятий	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
		Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)
1	Определение основных показателей надежности технических систем. Практическое занятие.	1	4				
2	Определение показателей надежности технических систем с последовательным соединением элементов. Практическое занятие.	1	2				
2	Определение показателей надежности технических систем с параллельным соединением элементов. Практическое занятие.	1	2				
2	Определение показателей надежности технических систем с комбинированным соединением элементов. Практическое занятие.	1	2				
3	Расчет показателей надежности систем типа m из n. Практическое занятие.	1	2				
3	Оценка влияния переключателей на надежность сложных	1	2				

Номера изучаемых тем	Наименование и форма занятий	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
		Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)
	технических систем. Практическое занятие.						
4	Выбор числа резервных элементов в системе. Практическое занятие.	1	2				
4	Решение задач оптимального резервирования сложных систем. Практическое занятие.	1	4				
5	Расчет объема испытаний на надежность. Практическое занятие.	1	2				
5	Формирование выборки образцов изделий для испытаний на надежность. Практическое занятие.	1	2				
6	Определение показателей надежности систем по результатам испытаний. Практическое занятие.	1	4				
7	Выбор оптимальных конструкторских решений для обеспечения надежности технических систем. Практическое занятие.	1	4				
7	Определение показателей технологичности конструкции изделия. Практическое занятие	1	2				
ВСЕГО:			34				

3.3. Лабораторные занятия

Не предусмотрены

4. КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

Не предусмотрено

5. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ

Номера учебных модулей, по которым проводится контроль	Форма контроля знаний	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
		Номер семестра	Кол-во	Номер семестра	Кол-во	Номер семестра	Кол-во
1	Ответы на контрольные вопросы	1	1				
2	Ответы на контрольные вопросы	1	1				

6. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ

Виды самостоятельной работы обучающегося	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)
Подготовка к практическим занятиям	1	16				
Написание отчетов по результатам выполнения практических заданий	1	15				
Подготовка к зачету	1	7				
ВСЕГО:		38				

7. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

7.1. Характеристика видов и используемых инновационных форм учебных занятий

Наименование видов учебных занятий	Используемые инновационные формы	Объем занятий в инновационных формах (часы)		
		очное обучение	очно-заочное обучение	заочное обучение
Лекции	Не предусмотрены			
Практические и семинарские занятия	Анализ ситуации профессиональной деятельности	7		
Лабораторные занятия	Не предусмотрены			
ВСЕГО:		7		

7.2. Балльно-рейтинговая система оценивания успеваемости и достижений обучающихся

Перечень и параметры оценивания видов деятельности обучающегося

№ п/п	Вид деятельности обучающегося	Весовой коэффициент значимости, %	Критерии (условия) начисления баллов
1	Аудиторная активность: посещение практических занятий, прохождение текущего контроля	30	<ul style="list-style-type: none"> • 2 балла за каждое занятие (всего 17 занятий в семестре), максимум 34 балла • 3 балла за каждый правильный ответ на вопрос текущего контроля (2 текущих контроля по 11 вопросов), максимум 66 баллов
2	Выполнение практических заданий, представление отчетов о выполнении практических заданий	40	<ul style="list-style-type: none"> • 5 баллов за каждое задание (всего 13 заданий), максимум 65 баллов • 5 баллов за качественно оформленный и представленный в срок отчет о выполнении практических заданий по теме (всего 7 тем), максимум 35 баллов
3	Сдача зачета	30	<ul style="list-style-type: none"> • ответ на теоретический вопрос (полнота, владение терминологией), максимум 40 баллов • выполнение практического задания (правильный ход решения и результат), максимум 60 баллов
Итого (%):		100	

Перевод балльной шкалы в традиционную систему оценивания

Баллы	Оценка по нормативной шкале	
86 - 100	5 (отлично)	Зачтено
75 – 85	4 (хорошо)	
61 – 74		
51 - 60		
40 – 50	3 (удовлетворительно)	Не зачтено
17 – 39	2 (неудовлетворительно)	
1 – 16		
0		

8. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1. Учебная литература

а) основная учебная литература

1. Гуськов, А.В. Надежность технических систем и техногенный риск [Электронный ресурс] : Учебник / А.В. Гуськов, К.Е. Милевский— Электрон. текстовые данные.— Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2012.— 425 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/45116>.
2. Надежность машин и механизмов: учебник / В. А. Черкасов, Б. А. Кайтуков, П. Д. Капырин [и др.]; под редакцией Б. А. Кайтуков, В. И. Скуль. — Москва: Московский государственный строительный университет, ЭБС АСВ, 2015. — 272 с. — ISBN 978-5-7264-1184-2. — Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS: [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/60823.html>

б) дополнительная учебная литература

1. Смирнов, И.Н. Диагностика и надежность автоматизированных систем [Электронный ресурс] : учебное пособие / И.Н. Смирнов. - СПб.: СПГУТД, 2014. – 111 с.- Режим доступа: http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=1888.
2. Соколов, В.П. Основы проектирования продукции. Маркировка продукции. Элементы расчета при проектировании [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.П. Соколов, И.М. Беспалова. - СПб: СПГУТД, 2015. – 140 с.- Режим доступа: http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=2506.
3. Рахимова, Н. Н. Надежность технических систем и техногенный риск: практикум / Н. Н. Рахимова. — Оренбург: Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ, 2017. — 277 с. — ISBN 978-5-7410-1959-7. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/78793.html>

8.2. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

1. Самостоятельная работа студентов. Виды, формы, критерии оценки : учебно-методическое пособие / А. В. Меренков, С. В. Куньщиков, Т. И. Гречухина [и др.] ; под редакцией Т. И. Гречухина, А. В. Меренков. — Екатеринбург : Уральский федеральный университет, ЭБС АСВ, 2016. — 80 с. — ISBN 978-5-7996-1680-9. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/66592.html>
2. Беспалова И. М. Надежность технологических и технических систем [Электронный ресурс]: учебное пособие / Беспалова И. М. — СПб.: СПбГУПТД, 2019.— 90 с.— Режим доступа: http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=2019219
3. Надежность технологических и технических систем [Электронный ресурс] : методические указания к выполнению практических заданий для студентов направления подготовки 151000.68 - Технологические машины и оборудование / СПГУТД ; сост. И. М. Беспалова. - СПб.: СПГУТД, 2013. - 31 с. - Режим доступа: http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=1517.

8.3. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины

1. Электронная библиотечная система IPRbooks URL: <http://www.iprbookshop.ru>
2. Электронная библиотека учебных изданий СПбГУПТД <http://publish.sutd.ru>.
3. Портал Росстандарта по стандартизации [Электронный ресурс]. URL: <http://standard.gost.ru/wps/portal/>
4. Материалы по продуктам MATLAB & Toolboxes: <http://matlab.exponenta.ru>

8.4. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

1. Microsoft Windows 10 Home Russian Open No Level Academic Legalization Get Genuine (GGK) + Microsoft Windows 10 Professional (Pro – профессиональная) Russian Upgrade Open No Level Academic;
2. Office Std 2016 RUS OLP NL Acdmc;
3. Учебный комплект программного обеспечения: КОМПАС-3D, ВЕРТИКАЛЬ и приложения.

8.5. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

1. Компьютерный класс, оснащенный учебными комплектами программного обеспечения (MATLAB, САПР КОМПАС-3D, справочник «Материалы и Сортаменты», САПР ТП ВЕРТИКАЛЬ, САПР SolidWorks Education Edition 500 CAMPUS) и оборудованный мультимедийным комплексом для демонстрации презентаций.

8.6. Иные сведения и (или) материалы

1. Компьютерные презентации.

Раздаточные материалы (варианты индивидуальных практических заданий, справочные материалы).

9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Виды учебных занятий и самостоятельная работа обучающихся	Организация деятельности обучающегося
Лекции	Не предусмотрены
Практические занятия	<p>На практических занятиях разъясняются основные положения курса, обучающиеся работают с конкретными ситуациями оценки надежности, овладевают навыками сбора, обработки информации о надежности технологических и технических систем, анализа полученных результатов для принятия самостоятельных решений.</p> <p>Подготовка к практическим занятиям предполагает следующие виды работ:</p> <ul style="list-style-type: none"> • просмотр рекомендуемой литературы; • подготовка ответов на вопросы текущего контроля; • подготовка отчетов о выполнении практических заданий.
Лабораторные занятия	Не предусмотрены
Самостоятельная работа	<p>Самостоятельная работа предполагает расширение и закрепление знаний, умений и навыков, усвоенных на аудиторных занятиях путем самостоятельной проработки учебно-методических материалов по дисциплине; оформление отчетов о выполнении практических заданий; а также подготовку к зачету. Самостоятельная работа выполняется индивидуально.</p> <p>При подготовке к зачету необходимо ознакомиться с перечнем вопросов, проработать конспекты практических занятий, прочитать рекомендуемую литературу.</p>

10. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

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

10.1.1. Показатели оценивания компетенций на этапах их формирования

Код компетенции / этап освоения	Показатели оценивания компетенций	Наименование оценочного средства	Представление оценочного средства в фонде
ОПК-1 / первый этап	<p>Перечисляет методы оценки надежности оборудования</p> <p>Применяет методы оценки надежности оборудования</p> <p>Решает задачи оценки надежности</p>	<p>Устное собеседование</p> <p>Практическое задание</p>	<p>Перечень вопросов для устного собеседования (7 вопросов)</p> <p>Практические задания (4 задачи)</p>
ПК-20 / первый этап	<p>Формулирует основные принципы решения задачи технического диагностирования; аргументированно объясняет особенности различных методов диагностирования</p> <p>Обоснованно выбирает метод испытаний на надежность; анализирует результаты испытаний</p> <p>Определяет показатели надежности технических систем, а также, технического состояния оборудования</p>	<p>Устное собеседование</p> <p>Практическое задание</p>	<p>Перечень вопросов для устного собеседования (7 вопросов)</p> <p>Практические задания (3 задачи)</p>

10.1.2. Описание шкал и критериев оценивания сформированности компетенций

Критерии оценивания сформированности компетенций

Баллы	Оценка по традиционной шкале	Критерии оценивания сформированности компетенций
40 – 100	Зачтено	Студент показал достаточно глубокие знания при ответах на вопросы, выполнил в установленные сроки практические задания и представил отчеты об их выполнении. Учитываются баллы, накопленные в течение семестра.
0 – 39	Не зачтено	Студентом допущены существенные ошибки в ответах на вопросы или в практических заданиях, задания не выполнены в установленные сроки, отсутствуют отчеты о выполнении заданий. Не учитываются баллы, накопленные в течение семестра.

** **Существенные ошибки** – недостаточная глубина и осознанность ответа (например, студент не смог применить теоретические знания для объяснения явлений, для установления причинно-следственных связей, сравнения и классификации явлений и т.д.).*

** **Несущественные ошибки** – неполнота ответа (например, упущение из вида какого-либо нехарактерного факта, дополнения при описании процесса, явления, закономерностей и т.д.); к ним могут быть отнесены оговорки, допущенные при невнимательности студента.*

10.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций

10.2.1. Перечень вопросов, разработанный в соответствии с установленными этапами формирования компетенций

№ п/п	Формулировка вопросов	№ темы
1	Перечислите основные понятия теории надежности (ОПК-1)	1
2	Перечислите показатели надежности технических систем (ПК-20)	1
3	Особенности последовательного и параллельного соединений элементов технических систем (ОПК-1)	2
4	Особенности комбинированного соединения элементов технических систем (ОПК-1)	2
5	Виды систем, не сводящихся к параллельному или последовательному соединениям (ОПК-1)	3
6	Особенности оценки надежности систем, не сводящихся к параллельному или последовательному соединениям (ОПК-1)	3
7	Технические системы с общим резервированием (ОПК-1)	4
8	Технические системы с поэтапным резервированием (ОПК-1)	4
9	Изложите порядок организации и проведения экспериментов для оценки надежности технических систем (ПК-20)	5
10	Перечислите виды испытаний на надежность (ПК-20)	5
11	Перечислите показатели надежности, определяемые на основании экспериментальных данных об отказах (ПК-20)	6
12	Изложите особенности определения показателей надежности на основании экспериментальных данных об отказах (ПК-20)	6
13	Перечислите способы обеспечения надежности технологических и технических систем (ПК-20)	7
14	Сформулируйте правила выбора оптимальных конструкторских решений для обеспечения надежности проектируемых систем. (ПК-20)	7

10.2.2 Вариант типовых заданий (задач, кейсов), разработанных в соответствии с установленными этапами формирования компетенций

№ п/п	Условия типовых задач (задач, кейсов)	Ответ
1	<p>Тема 1. Основные понятия и показатели надежности технологических и технических систем. Требования, предъявляемые к надежности технологических и технических систем.</p> <p>Восстанавливаемая техническая система за время эксплуатации отказывала 4 раза. Периоды восстановления работоспособности системы составили: 2 ч., 4 ч., 6 ч., 4 ч. Определить среднее время восстановления системы.</p>	4 ч.

2	<p>Тема 2. Надежность систем с последовательным, параллельным и комбинированным соединениями элементов.</p> <p>Определить вероятность безотказной работы системы из четырех последовательно соединенных звеньев, если известны значения вероятностей безотказной работы звеньев: $p_1 = 0,99$; $p_2 = 0,9$; $p_3 = p_4 = 0,96$</p>	0,821
3	<p>Тема 3. Расчет надежности систем, не сводящихся к простому параллельному или последовательному соединениям</p> <p>Определить методом простого перебора вероятность безотказной работы системы типа 2 из 3 (система находится в работоспособном состоянии, если работают два элемента из трех, соединенных параллельно). Все элементы равнонадежны и имеют вероятность безотказной работы $p = 0,95$</p>	0,993
4	<p>Тема 4. Структурное резервирование технических систем</p> <p>Система состоит из трех равнонадежных элементов. Вероятность безотказной работы каждого элемента в заданный момент времени равна $p = 0,8$. Определить вероятность безотказной работы системы при общем резервировании с кратностью 1.</p>	0,76
5	<p>Тема 5. Организация и проведение экспериментов для оценки надежности технических систем.</p> <p>Длительность непрерывных испытаний одной машины до получения гарантированного числа отказов составляет 50000 ч. Минимальное количество оборудования, необходимое для получения достоверных данных при ускоренных испытаниях составляет 200 машин. Во сколько раз сократится длительность непрерывных испытаний, если наработка на отказ подчиняется экспоненциальному закону.</p>	200
6	<p>Тема 6. Определение показателей надежности технических систем на основании экспериментальных данных об отказах.</p> <p>В результате испытаний за наблюдаемый период техническая система отказала 2 раза, причем время работы системы от начала испытаний до первого отказа составило 500 ч., а время работы с момента устранения первого отказа до второго – 700 ч; первый внеплановый ремонт составил – 5 ч., второй – 15 ч. Определить коэффициент готовности системы.</p>	0,98
7	<p>Тема 7. Способы обеспечения надежности технологических и технических систем. Выбор оптимальных конструкторских решений.</p> <p>Изделие состоит из 5 сборочных единиц и 10 деталей, не вошедших в сборочные единицы. К стандартным относятся 3 из 5 сборочных единиц и 6 из 10 деталей. Определить коэффициент стандартизации изделия.</p>	0,6

10.3. Методические материалы,

определяющие процедуры оценивания знаний, умений, владений (навыков и (или) практического опыта деятельности), характеризующих этапы формирования компетенций

10.3.1. Условия допуска обучающегося к сдаче зачета и порядок ликвидации академической задолженности

Положение о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся (принято на заседании Ученого совета 31.08.2013 г., протокол № 1)

10.3.2. Форма проведения промежуточной аттестации по дисциплине

устная письменная компьютерное тестирование иная*

*В случае указания формы «Иная» требуется дать подробное пояснение

10.3.3. Особенности проведения зачета

В процессе сдачи зачета студент устно отвечает на контрольный вопрос и решает задачу. Время на подготовку составляет 30 минут. Разрешается использование справочных материалов (таблиц для определения значений критериев и коэффициентов, справочников).