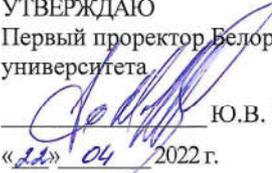


касо

Межгосударственное образовательное учреждение высшего образования
«Белорусско-Российский университет»

УТВЕРЖДАЮ
Первый проректор Белорусско-Российского
университета


Ю.В. Машин
«22» 04 /2022 г.

Регистрационный № УД-150303/Б.П.В.8/р

НАДЕЖНОСТЬ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ
(наименование дисциплины)

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Направление подготовки 15.03.03 Прикладная механика

Направленность (профиль) Компьютерный инжиниринг и реновация деталей машин

Квалификация Бакалавр

	Форма обучения
	Очная
Курс	4
Семестр	7,8
Лекции, часы	30
Практические занятия, часы	30
Курсовая работа, семестр	8
Экзамен, семестр	7
Контактная работа по учебным занятиям, часы	60
Самостоятельная работа, часы	84
Всего часов / зачетных единиц	144/4

Кафедра-разработчик программы: Основы проектирования машин
(название кафедры)

Составитель: А.Е. Науменко, канд. техн. наук
(И.О. Фамилия, ученая степень, ученое звание)

Могилев, 2022

Рабочая программа составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования - бакалавриат по направлению подготовки 15.03.03 Прикладная механика № 729 от 09.08.2021 г., учебным планом рег. № 150303-2 от 28.01.2022 г.

Рассмотрена и рекомендована к утверждению кафедрой «Основы проектирования машин»
(название кафедры)
«16» 03 2022 г., протокол № 3.

Зав. кафедрой  А.П. Прудников

Одобрена и рекомендована к утверждению Научно-методическим советом
Белорусско-Российского университета

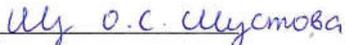
« 20 » 04 2022 г., протокол № 5.

Зам. председателя
Научно-методического совета  С.А. Сухоцкий

Рецензент:
О.В. Борисенко, Начальник отдела механизации, автоматизации и охраны труда
РУП «Могилевавтодор»
(И.О. Фамилия, должность, ученая степень, ученое звание рецензента)

Рабочая программа согласована:

Ведущий библиотекарь



Начальник учебно-методического
отдела

 В.А. Кемова

1 ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

1.1 Цель учебной дисциплины

Целью учебной дисциплины является подготовка выпускника, владеющего основами современной теории, методами и средствами прогнозирования и управления надежностью сложных технических систем.

1.2 Планируемые результаты изучения дисциплины

В результате освоения учебной дисциплины студент должен

знать:

- основные понятия, термины и определения, используемые в теории надежности технических систем;

- методы оценки и повышения надежности технических систем;

- основные принципы анализа и моделирования надежности технических систем;

уметь:

- проводить расчеты надежности и работоспособности основных видов механизмов;

- выдвигать и обосновывать предложения по проектированию механизмов для повышения надежности.

владеть:

- математическим аппаратом теории надежности при решении практических задач оценки надежности технических систем;

- методами математического моделирования надежности и безопасности работы отдельных звеньев реальных технических систем и технических объектов в целом.

1.3 Место учебной дисциплины в системе подготовки студента

Дисциплина относится к Блоку 1 «Дисциплины (модули)» (Часть Блока 1, формируемая участниками образовательных отношений).

Перечень учебных дисциплин, изучаемых ранее, усвоение которых необходимо для изучения данной дисциплины:

- математика;

- физика;

- метрология, стандартизация и сертификация;

- детали машин и основы конструирования;

- инженерная графика;

Перечень учебных дисциплин, которые будут опираться на данную дисциплину:

- базы знаний в диагностике;

- устройство транспортных и технологических машин;

- технология сварочного производства;

Кроме того, результаты, полученные при изучении дисциплины на практических занятиях будут применены при прохождении преддипломной практики, а также при подготовке выпускной квалификационной работы и дальнейшей профессиональной деятельности.

1.4 Требования к освоению учебной дисциплины

Освоение данной учебной дисциплины должно обеспечивать формирование следующих компетенций:

Коды формируемых компетенций	Наименования формируемых компетенций
------------------------------	--------------------------------------

ПК-4	Способен использовать средства автоматизации расчета и проектирования для выполнения технического задания.
------	--

2 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Вклад дисциплины в формирование результатов обучения выпускника (компетенций) и достижение обобщенных результатов обучения происходит путём освоения содержания обучения и достижения частных результатов обучения, описанных в данном разделе.

2.1 Содержание учебной дисциплины

Номер тем	Наименование тем	Содержание	Коды формируемых компетенций
1	Основные понятия и определения надежности.	Определения надежности, безотказности, долговечности, ремонтпригодности, сохраняемости. Определения технических состояний, событий и процессов перехода из одного состояния в другое, обслуживания и ремонта. Классификация отказов.	ПК-4
2	Показатели надежности.	Определения показателя надежности, единичного и комплексного показателей, наработки, наработки до отказа и между отказами. Случайные величины. Характеристики дискретных и непрерывных случайных величин. Законы распределения случайных величин. Элементы теории вероятностей для исследования надежности. Показатели безотказности невосстанавливаемых и восстанавливаемых объектов. Связь показателей безотказности. Закон надежности. Показатели долговечности. Показатели ремонтпригодности. Показатели сохраняемости. Комплексные показатели надежности.	ПК-4
3	Расчет безотказности простых и сложных невосстанавливаемых технических систем	Метод структурных схем. Виды соединений элементов. Системы с последовательным и параллельным соединением элементов. Способы расчета	ПК-4
4	Резервирование	Основные определения. Способы резервирования. Общее и раздельное резервирование. Оптимальное резервирование.	ПК-4
5	Оценка надежности восстанавливаемых технических систем.	Статистические показатели надежности восстанавливаемых систем. Интенсивность восстановления и поток отказов. Расчет безотказности восстанавливаемых систем с простейшим потоком отказов. Восстанавливаемость технических систем.	ПК-4
6	Испытания на надежность	Виды и планы испытаний. Сбор, анализ и обработка данных о надежности. Определение ресурса технических изделий по результатам испытаний.	ПК-4
7	Факторы, влияющие на надежность технических систем.	Классификация факторов, воздействующих на формирование отказов технических систем. Воздействие температуры, влажности, давления, агрессивной среды и примесей воздуха, биологических факторов, солнечной и ядерной радиации, старения материалов и факторов механической нагрузки	ПК-4
8	Обеспечение и повышение надежности технических систем.	Организационные основы обеспечения надежности. Методы повышения надежности при проектировании, в производстве и поддержания надежности в эксплуатации. Установление номенклатуры и расчет количества запасных частей.	ПК-4
9	Диагностирование состояния технических систем.	Основные положения технической диагностики. Типовые диагностические модели. Методы и алгоритмы поиска неисправностей. Функциональное диагностирование.	ПК-4
10	Прогнозирование технического состояния.	Основные понятия и определения. Классификация методов прогнозирования. Простейшие методы и алгоритмы прогнозирования стационарных и нестационарных процессов	ПК-4

2.2 Учебно-методическая карта учебной дисциплины

№ недели	Лекции (наименование тем)	Часы	Практические (семинарские) занятия	Часы	Самостоятельная работа, часы	Форма контроля знаний	Баллы (max)
Модуль 1							
1	1. Основные понятия и определения надежности.	2	Пр. р. 1 Оценка надежности технических систем количественными показателями	2		ЗПР	2
2	2. Показатели надежности	2	Пр. р. 2 Оценивание вероятностей событий вне зависимости от времени и с учетом времени	2	1	ЗПР	2
3	2. Показатели надежности	2	Пр. р. 3 Определение числовых характеристик (статистик) опытного распределения вероятностей случайной величины	2		ЗПР	2
4	3. Расчет безотказности простых и сложных восстанавливаемых технических систем	2	Пр. р. 4 Определение показателей безотказности для сложной системы с восстанавливаемыми элементами	2	2	Т ЗПР	7 2
5	3. Расчет безотказности простых и сложных восстанавливаемых технических систем	2	Пр. р. 5 Расчет функций вероятностей безотказной работы для сложной системы с восстанавливаемыми элементами	2		ЗПР	2
6	4. Резервирование	2	Пр. р. 6 Обеспечение заданной безотказности сложной технической системы резервированием	2	1	ЗПР	2
7	5. Оценка надежности восстанавливаемых технических систем.	2	Пр. р. 7 Определение показателей безотказности восстанавливаемой технической системы	2		ЗПР	2
8	5. Оценка надежности восстанавливаемых технических систем.	2	Пр. р. 8 Расчет безотказности восстанавливаемой технической системы с простейшим потоком отказов	2	2	Т ЗПР ПКУ	7 2 30
Модуль 2							
9	6. Испытания на надежность	2	Пр. р. 9 Определение показателей надежности по результатам испытаний технического изделия	2		ЗПР	2
10	7. Факторы, влияющие на надежность технических систем.	2	Пр. р. 10 Оценка снижения показателей надежности за счет влияния климатических факторов и старения материалов	2	1	ЗПР	2
11	8. Обеспечение и повышение надежности технических систем.	2	Пр. р. 11 Расчет комплекта запасных частей для сложного технического изделия	2		ЗПР	2
12	8. Обеспечение и повышение надежности технических систем.	2	Пр. р. 12 Оценка показателей надежности ремонтируемых объектов	2	2	Т ЗПР	8 2
13	9. Диагностирование состояния технических систем.	2	Пр. р. 13 Использование различных алгоритмов диагностики для поиска отказов технических систем	2		ЗПР	2
14	10. Прогнозирование технического состояния.	2	Пр. р. 14 Определение полного ресурса сопряжений деталей механизмов и машин	2	1	ЗПР	2
15	10. Прогнозирование технического состояния.	2	Пр. р. 15 Использование простейших алгоритмов прогнозирования для оценки технического состояния	2	2	ЗПР Т ПКУ	2 8 30
16-18					36	ПА (экзамен)	40
1-11	Выполнение курсовой работы (8 семестр)				36		
	Итого за 7 семестр	30		30	84		100

Принятые обозначения:

Текущий контроль –

Т – Тестовое задание;

ЗПР – защита практической работы;

ПКУ – промежуточный контроль успеваемости.

ПА - Промежуточная аттестация.

Итоговая оценка определяется как сумма текущего контроля и промежуточной аттестации и соответствует баллам:

Экзамен

Оценка	Отлично	Хорошо	Удовлетворительно	Неудовлетворительно
Баллы	87-100	65-86	51-64	0-50

2.3 Требования к курсовому проекту (курсовой работе)

Целью курсового проектирования является формирование у специалиста технической компетентности в области анализа надежности технических систем.

Типовое задание на курсовое проектирование предполагает оценку надежности технической системы (привода, механизма или машины).

Примерная тематика курсовых проектов (работ) хранится на кафедре.

Курсовая работа включает в себя пояснительную записку и графическую часть.

Объем пояснительной записки составляет 25-30 страниц и включает:

1) теоретическую часть – описание исследуемой системы, определение требований надежности и работоспособности системы, распределение требований надежности системы по различным подсистемам;

2) практическую часть – проведение анализа надежности системы и техногенного риска на основе методов надежности, проведение анализа выполнения целей требований надежности для рассматриваемого проекта и возможности их выполнения.

Объем графической части курсовой работы составляет 1 лист формата А1 содержащий структурную схему надежности технической системы, систему показатели надежности системы и результаты анализа надежности системы.

Перечень этапов выполнения курсовой работы и количества баллов за каждый из них представлен в таблице.

Этап выполнения	Минимум	Максимум
Описание исследуемой системы	2	3
Определение требований надежности и работоспособности системы	4	7
Распределение требований надежности системы по различным подсистемам	4	8
Проведение качественного анализа надежности системы	6	10
Проведение количественного анализа надежности системы	8	12
Проведение анализа выполнения целей требований надежности, и разработка рекомендаций по повышению надежности исследуемой системы	8	12
Оформление пояснительной записки	4	8
Итого за выполнение курсовой работы	36	60
Защита курсовой работы	15	40

Итоговая оценка курсового проекта (работы) представляет собой сумму баллов за его выполнение и защиту и выставляется в соответствии со шкалой:

Оценка	Отлично	Хорошо	Удовлетворительно	Неудовлетворительно
Баллы	87-100	65-86	51-64	0-50

3 ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

При изучении дисциплины используется модульно-рейтинговая система оценки знаний студентов. Применение форм и методов проведения занятий при изучении различных тем курса представлено в таблице.

№ п/п	Форма проведения занятия	Вид аудиторных занятий			Всего часов
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	
1	Традиционные	1, 4, 6, 7, 9	Пр. р. 4, 7, 9, 10, 12		20
2	Мультимедиа	2, 3, 5, 8, 10			20
3	Расчетные		Пр. р. 1-3, 5, 6, 8, 11, 13-15		20
	ИТОГО	30	30		60

4 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА

Используемые оценочные средства по учебной дисциплине представлены в таблице и хранятся на кафедре.

№ п/п	Вид оценочных средств	Количество комплектов
1	Вопросы к экзамену	1
2	Экзаменационные билеты	1
3	Вопросы к защите практических занятий	15
4	Тестовые задания	4
5	Перечень тем курсовых работ	1

5 МЕТОДИКА И КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ КОМПЕТЕНЦИЙ СТУДЕНТОВ

5.1 Уровни сформированности компетенций

№ п/п	Уровни сформированности компетенции	Содержательное описание уровня	Результаты обучения
<i>ПК-4 Способен использовать средства автоматизации расчета и проектирования для выполнения технического задания.</i>			
<i>ИПК-4.2. Создает математические модели проектируемых деталей, узлов, изделий</i>			
1	Пороговый уровень	Владение математическим аппаратом для проведения расчета показателей надежности технической системы.	Умение производить расчет показателей надежности для исследуемой технической системы.
2	Продвинутый уровень	Владение методами анализа показателей надежности технической системы.	Проведение математического анализа показателей надежности технической системы
3	Высокий уровень	Владение методами повышения надежности элементов технической системы.	Выявление элементов технической системы существенно снижающих ее надежность и корректировка показателей их надежности.

--	--	--	--

5.2 Методика оценки знаний, умений и навыков студентов

Результаты обучения	Оценочные средства
<i>ПК-4 Способен использовать средства автоматизации расчета и проектирования для выполнения технического задания.</i>	
Умение производить расчет показателей надежности для исследуемой технической системы.	Экзаменационные билеты Вопросы к защите практических занятий Тестовые задания
Проведение математического анализа показателей надежности технической системы	Экзаменационные билеты Вопросы к защите практических занятий Тестовые задания
Выявление элементов технической системы существенно снижающих ее надежность и корректировка показателей их надежности.	Экзаменационные билеты Вопросы к защите практических занятий Тестовые задания

5.3 Критерии оценки тестового задания

Тестовые задания проводятся через платформу moodle.

Тестовые задания включают в себя вопросы по темам лекционного курса и проводятся на 4-ой, 8-ой, 12-ой и 15-ой неделях в соответствии с таблицей 2.2.

Тестовое задание включает в себя от 10 до 20 вопросов.

В первом модуле тестовые задания оцениваются до 7 баллов, которые начисляются в зависимости от количества правильных ответов на вопросы в соответствии со шкалой

Шкала критериев оценки тестового задания

Баллы	Количество правильных ответов на вопросы
7	100% правильных ответов
6	85% правильных ответов
5	70% правильных ответов
4	55% правильных ответов
3	40% правильных ответов
2	30% правильных ответов
1	15% правильных ответов
0	Отсутствие правильных ответов

Во втором модуле тестовые задания оцениваются до 8 баллов, которые начисляются в зависимости от количества правильных ответов на вопросы в соответствии со шкалой

Шкала критериев оценки тестового задания

Баллы	Количество правильных ответов на вопросы
8	100% правильных ответов
7	90% правильных ответов
6	75% правильных ответов
5	65% правильных ответов
4	50% правильных ответов
3	40% правильных ответов
2	25% правильных ответов
1	10% правильных ответов
0	Отсутствие правильных ответов

5.4 Критерии оценки практических работ

Каждая выполненная практическая работа защищается студентом индивидуально путем ответа на задаваемые преподавателем вопросы (в количестве 3-6 шт.).

Практическая работа оценивается до 2 баллов в соответствии с приведенной шкалой. При этом баллы начисляются за ее защиту в зависимости от уровня знаний студентом теоретического материала по теме работы, выполненной практической (расчетной) части и выводам по результатам расчетов.

Шкала критериев оценки практических работ

Баллы	Требования к знаниям
2	Студент имеет глубокие теоретические знания по теме практической работы, четко и логически последовательно отвечает на поставленные вопросы, приводит в отчете обоснованное решение практической задачи, формирует обоснованные выводы по результатам решения практической части работы.
1	Студент имеет частичные теоретические знания по теме практической работы, способен дать правильный ответ не менее чем на половину поставленных вопросов, владеет основным подходом решения практической задачи, способен сформировать частичные выводы по результатам решения практической части работы

Если работа выполнена, но не защищена, то баллы по ней не начисляются, а она попадает в разряд задолженностей.

5.5 Критерии оценки курсовой работы

Выполненная курсовая работа проходит процедуру защиты в комиссии, в составе 2 – 3 преподавателей кафедры «Основы проектирования машин».

Итоговая оценка по курсовой работе выставляется на основании комплексной оценки проекта, включающей оценку: доклада студента; отсутствия ошибок в пояснительной записке; ответа студента на заданные вопросы; соответствия оформления пояснительной записки и графической части требованиям ЕСКД.

Итоговая оценка по курсовой работе выставляется на основании комплексной оценки проекта в баллах, включающей:

- оценку доклада студента – до 10 баллов;
- отсутствия ошибок в пояснительной записке – до 5 баллов;
- соответствия оформления пояснительной записки и графической части требованиям ЕСКД – до 5 баллов
- ответа студента на заданные вопросы – до 20 баллов.

Проставляемая в экзаменационную ведомость оценка соответствует сумме баллов, набранных студентом при выполнении и защите курсовой работы и выставляется в соответствии с приведенной шкалой

Оценка	Отлично	Хорошо	Удовлетворительно	Неудовлетворительно
Баллы	87-100	65-86	51-64	0-50

5.6 Критерии оценки экзамена

Проставляемая в экзаменационную ведомость оценка соответствует сумме баллов, набранных студентом в течение семестра до 60 баллов и полученных при сдаче экзамена до 40 баллов и выставляется в соответствии с приведенной шкалой

Оценка	Отлично	Хорошо	Удовлетворительно	Неудовлетворительно
Баллы	87-100	65-86	51-64	0-50

Экзаменационный билет включает в себя два теоретических вопроса и 1 задачу.

Первый теоретический вопрос касается общих сведений по курсу оценивается в 10 баллов, второй теоретический вопрос касается методов и методик расчёта оценивается в 15 баллов.

Полный ответ на теоретические вопросы должен включать в себя:

- теоретическую часть (оценивается до 10 баллов);
- расчетные формулы (оценивается до 5 баллов);

Основанием для простановки неполного балла являются отсутствие или ошибки в формулах, теоретической части.

Задача оценивается в 15 баллов

Полное решение задачи должно включать в себя:

- структурную схему (оценивается до 5 баллов);
- расчетные формулы с результатами расчета (оценивается до 5 баллов);
- оценку полученных результатов (оценивается до 5 баллов).

Основанием для простановки неполного балла являются отсутствие решения, ошибки в структурной схеме и расчетных формулах, отсутствие или неверное заключение.

6 МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ И ВЫПОЛНЕНИЮ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ

Самостоятельная работа студентов (СРС) направлена на закрепление и углубление освоения учебного материала, развитие практических умений. СРС включает следующие виды самостоятельной работы студентов:

- подготовку к защите практических занятий;
- подготовку к тестовым заданиям;
- подготовку к защите курсовой работы;
- подготовку к экзамену.

Перечень контрольных вопросов и заданий для самостоятельной работы студентов и хранится на кафедре.

Для СРС рекомендуется использовать источники, приведенные в п. 7.

7 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1 Основная литература

№ п/п	Библиографическое описание	Гриф	Количество экземпляров
1	Рыков, В. В. Надёжность технических систем и техногенный риск : учебное пособие / В.В. Рыков, В.Ю. Иткин. — Москва : ИНФРА-М, 2020. — 192 с.	Допущено Учебно-методическим объединением вузов Российской Федерации по университетскому политехническому образованию в качестве учебного пособия для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению подготовки 15.03.02 «Технологические машины и оборудование» (квалификация (степень) «бакалавр»)	https://znanium.com/catalog/document?id=359784

7.2 Дополнительная литература

№ п/п	Библиографическое описание	Гриф	Количество экземпляров
1	Баженов, Ю. В. Основы теории надежности машин : учебное пособие / Ю.В. Баженов, М.Ю. Баженов. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : ФОРУМ : ИНФРА-М, 2022. - 315 с.	Допущено Федеральным УМО по укрупненной группе специальностей и направлений подготовки 23.00.00 «Техника и технологии наземного транспорта» в качестве учебного пособия для обучающихся по направлениям подготовки 23.03.03 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов», профили «Автомобили и автомобильное хозяйство», «Автомобильный сервис» (уровень образования «бакалавриат»), 23.04.03 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов» (уровень образования «магистратура»)	https://znanium.com/catalog/document?id=399997

7.3 Перечень ресурсов сети Интернет по изучаемой дисциплине

1. <https://cyberleninka.ru/journal/n/trudy-mezhdunarodnogo-simpoziuma-nadezhnost-i-kachestvo?i=1036751>

7.4 Перечень наглядных и других пособий, методических рекомендаций по проведению учебных занятий, а также методических материалов к используемым в образовательном процессе техническим средствам

7.4.1 Методические рекомендации

1. Надёжность технических систем. Методические указания к практическим занятиям для студентов направления подготовки 15.03.03 Прикладная механика: – Могилев, Белорусско-Российский университет, 2021. (электронный вариант).

2. Надёжность технических систем. Методические указания к курсовой работе для студентов направления подготовки 15.03.03 Прикладная механика: – Могилев, Белорусско-Российский университет. (электронный вариант).

7.4.2 Информационные технологии

Мультимедийные презентации:

Тема 2 – Показатели надежности.

Тема 3 – Расчет безотказности невосстанавливаемых технических систем.

Тема 5 – Оценка надежности восстанавливаемых технических систем.

Тема 8 – Обеспечение и повышение надежности технических систем.

Тема 10 – Прогнозирование технического состояния.

7.4.3 Перечень программного обеспечения, используемого в образовательном процессе

Лицензионные:

Темы 2-10 Microsoft Excel - программа для работы с электронными таблицами.

8 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Материально-техническое обеспечение дисциплины содержится в паспорте лаборатории «802», рег. номер ПУЛ-4.802/07-21.