

УТВЕРЖДАЮ  
Первый проректор, проректор по  
УР

\_\_\_\_\_ А.Е. Рудин

## Рабочая программа дисциплины

**Б1.В.03** Надежность технических систем

Учебный план: 2024-2025 15.04.02 ИИТА КИТМ ОО №2-1-87.plx

Кафедра: **28** Машиноведения

Направление подготовки:  
(специальность) 15.04.02 Технологические машины и оборудование

Профиль подготовки: Компьютерный инжиниринг технологических машин  
(специализация)

Уровень образования: магистратура

Форма обучения: очная

### План учебного процесса

Семестр (курс для ЗАО)	Контактная работа обучающихся		Сам. работа	Контроль, час.	Трудоё мкость, ЗЕТ	Форма промежуточной аттестации	
	Лекции	Практ. занятия					
1	УП	17	17	73,75	0,25	3	Зачет
	РПД	17	17	73,75	0,25	3	
Итого	УП	17	17	73,75	0,25	3	
	РПД	17	17	73,75	0,25	3	

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 15.04.02 Технологические машины и оборудование, утвержденным приказом Минобрнауки России от 14.08.2020 г. № 1026

Составитель (и):

кандидат технических наук, Доцент

\_\_\_\_\_

Беспалова  
Марковна

Ирина

От кафедры составителя:

Заведующий кафедрой машиноведения

\_\_\_\_\_

Марковец Алексей  
Владимирович

От выпускающей кафедры:

Заведующий кафедрой

\_\_\_\_\_

Марковец Алексей  
Владимирович

Методический отдел:

\_\_\_\_\_

## 1 ВВЕДЕНИЕ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ

**1.1 Цель дисциплины:** Сформировать компетенции обучающегося в области оценки и обеспечения надежности технических систем

### 1.2 Задачи дисциплины:

- Рассмотреть основные понятия и показатели надежности технических систем;
- Раскрыть принципы определения показателей надежности технических систем различных структур и выбора рациональных конструктивных решений;
- Показать особенности различных методов испытаний на надежность;
- Сформировать навыки работы со статистической информацией о надежности, обработки и анализа результатов испытаний на надежность
- Рассмотреть способы обеспечения надежности технических систем

### 1.3 Требования к предварительной подготовке обучающегося:

Предварительная подготовка предполагает создание основы для формирования компетенций, указанных в п. 2, при изучении дисциплин:

Дисциплина базируется на компетенциях, сформированных на предыдущем уровне образования

## 2 КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

### ПК-1: Способен сопровождать жизненный цикл продукции машиностроения

**Знать:** Основные понятия и положения теории надежности, основы обеспечения, поддержания и восстановления работоспособности технических систем

**Уметь:** Оценивать надежность технических систем на различных этапах жизненного цикла

**Владеть:** Навыками определения количественных показателей надежности технических систем

### ПК-4: Способен разрабатывать план мероприятий по сокращению сроков и стоимости проектных работ

**Знать:** Особенности расчета показателей надежности технических систем различных структур

**Уметь:** Оценивать и прогнозировать надежность технических систем на стадии проектирования

**Владеть:** Навыками определения показателей надежности технических систем для выбора рациональных конструкторских решений

### 3 РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Наименование и содержание разделов, тем и учебных занятий	Семестр (курс для ЗАО)	Контактная работа		СР (часы)	Инновац. формы занятий	Форма текущего контроля
		Лек. (часы)	Пр. (часы)			
Раздел 1. Определение показателей надежности технических систем	1					О
Тема 1. Основные понятия и положения теории надежности. Показатели надежности технических систем. Практическое занятие: Определение показателей надежности технических систем		2	2	10		
Тема 2. Оценка надежности технических систем на различных этапах жизненного цикла. Прогнозирование надежности на стадии проектирования. Практическое занятие: Использование законов распределения случайных величин при оценке надежности технических систем на различных этапах жизненного цикла		2	2	10	ГД	
Раздел 2. Оценка надежности технических систем различных структур						
Тема 3. Надежность систем с последовательным, параллельным и последовательно-параллельным соединениями элементов. Практическое занятие: Определение показателей надежности технических систем с последовательно-параллельным соединением элементов		2	2	10		
Тема 4. Расчет надежности систем, не сводящихся к параллельному или последовательному соединениям. Практическое занятие: Расчет показателей надежности систем типа «m из n» и мостиковых систем.		4	4	11		
Тема 5. Надежность комбинированных систем. Выбор рациональных конструктивных решений для обеспечения надежности технических систем. Практическое занятие: Определение показателей надежности комбинированных систем		2	2	11	ГД	
Раздел 3. Испытания на надежность и обеспечение надежности технических систем						
Тема 6. Виды и особенности проведения испытаний для оценки надежности технических систем. Определение показателей надежности по результатам испытаний. Практическое занятие: Оценка точности определения показателей надежности по результатам испытаний	2	2	10			

Тема 7. Способы обеспечения, поддержания и восстановления работоспособности технических систем. Основы обеспечения технических систем запасными частями Практическое занятие: Расчет количества запасных частей на основе потока заявок		3	3	11,75	ГД	
Итого в семестре (на курсе для ЗАО)		17	17	73,75		
Консультации и промежуточная аттестация (Зачет)		0,25				
<b>Всего контактная работа и СР по дисциплине</b>		34,25		73,75		

#### 4 КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

Курсовое проектирование учебным планом не предусмотрено

#### 5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

##### 5.1 Описание показателей, критериев и системы оценивания результатов обучения

##### 5.1.1 Показатели оценивания

Код компетенции	Показатели оценивания результатов обучения	Наименование оценочного средства
ПК-1	Формулирует основные понятия и положения теории надежности. Планирует методы обеспечения, поддержания и восстановления работоспособности технических систем Определяет показатели надежности технических систем.	Вопросы устного собеседования. Практико-ориентированное задание.
ПК-4	Излагает методики расчета технических систем различных структур. Оценивает и прогнозирует надежность технических систем. Выбирает рациональные конструктивные решения на основании показателей надежности.	Вопросы устного собеседования. Практико-ориентированное задание.

##### 5.1.2 Система и критерии оценивания

Шкала оценивания	Критерии оценивания сформированности компетенций	
	Устное собеседование	Письменная работа
Зачтено	Студент показал достаточно глубокие знания при ответах на вопросы и выполнении практико-ориентированного задания, выполнил в установленные сроки практические задания и представил отчеты об их выполнении. Учитываются баллы, накопленные в течение семестра.	Не предусмотрено.
Не зачтено	Студентом допущены существенные ошибки в ответах на вопросы или в практико-ориентированном задании, практические задания не выполнены в установленные сроки, отсутствуют отчеты о выполнении заданий. Не учитываются баллы, накопленные в течение семестра.	Не предусмотрено.

##### 5.2 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

##### 5.2.1 Перечень контрольных вопросов

№ п/п	Формулировки вопросов
Семестр 1	
1	Порядок определения необходимого количества запасных частей.
2	Способы обеспечения, поддержания и восстановления работоспособности технических систем.
3	Методика определения показателей надежности по результатам испытаний.
4	Виды и особенности проведения испытаний на надежность.

5	Основные принципы выбора рациональных конструктивных решений для обеспечения надежности технических систем
6	Порядок определения показателей надежности комбинированных систем.
7	Методы определения показателей надежности мостиковых систем.
8	Методы определения показателей надежности систем типа «m из n».
9	Порядок определения показателей надежности систем с последовательно-параллельным соединением элементов.
10	Порядок определения показателей надежности систем с последовательным и параллельным соединениями элементов.
11	Прогнозирование надежности технических систем на стадии проектирования.
12	Оценка надежности технических систем в различные периоды эксплуатации
13	Определение основных показателей надежности технических систем.
14	Основные понятия теории надежности.

### 5.2.2 Типовые тестовые задания

Не предусмотрено.

### 5.2.3 Типовые практико-ориентированные задания (задачи, кейсы)

Типовые практико-ориентированные задания находятся в Приложении к данной РПД

## 5.3 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, владений (навыков и (или) практического опыта деятельности)

### 5.3.1 Условия допуска обучающегося к промежуточной аттестации и порядок ликвидации академической задолженности

Проведение промежуточной аттестации регламентировано локальным нормативным актом СПбГУПТД «Положение о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся»

### 5.3.2 Форма проведения промежуточной аттестации по дисциплине

Устная  Письменная  Компьютерное тестирование  Иная

### 5.3.3 Особенности проведения промежуточной аттестации по дисциплине

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

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 6.1 Учебная литература

Автор	Заглавие	Издательство	Год издания	Ссылка
<b>6.1.1 Основная учебная литература</b>				
Беспалова И. М.	Надежность технологических и технических систем	СПб.: СПбГУПТД	2019	<a href="http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=2019219">http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=2019219</a>
Черкасов, В. А., Кайтуков, Б. А., Капырин, П. Д., Скуль, В. И., Степанов, М. А., Кайтуков, Б. А., Скуль, В. И.	Надежность машин и механизмов	Москва: Московский государственный строительный университет, ЭБС АСВ	2015	<a href="http://www.iprbookshop.ru/60823.html">http://www.iprbookshop.ru/60823.html</a>
<b>6.1.2 Дополнительная учебная литература</b>				
Багров И. В., Бусыгин Н. Ю.	Надежность технических систем и техногенный риск	СПб.: СПбГУПТД	2017	<a href="http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=2017125">http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=2017125</a>

### 6.2 Перечень профессиональных баз данных и информационно-справочных систем

Электронно-библиотечная система IPRbooks [Электронный ресурс]. URL: <http://www.iprbookshop.ru/>  
 Электронная библиотека учебных изданий СПбГУПТД <http://publish.sutd.ru>.

### 6.3 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения

MATLAB

Microsoft Office Standart Russian Open No Level Academic

Microsoft Windows Home Russian Open No Level Academic Legalization Get Genuine (GGK) + Microsoft Windows Professional (Pro – профессиональная) Russian Upgrade Open No Level Academic

**6.4 Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

Аудитория	Оснащение
Компьютерный класс	Мультимедийное оборудование, компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду
Лекционная аудитория	Мультимедийное оборудование, специализированная мебель, доска
Учебная аудитория	Специализированная мебель, доска

## Приложение

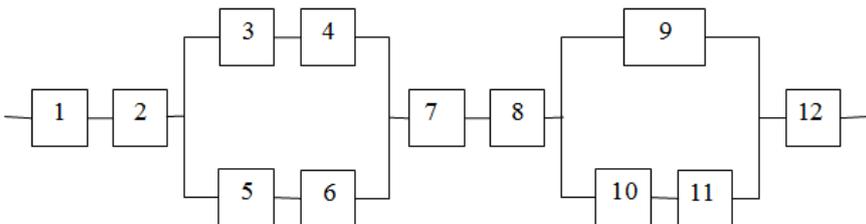
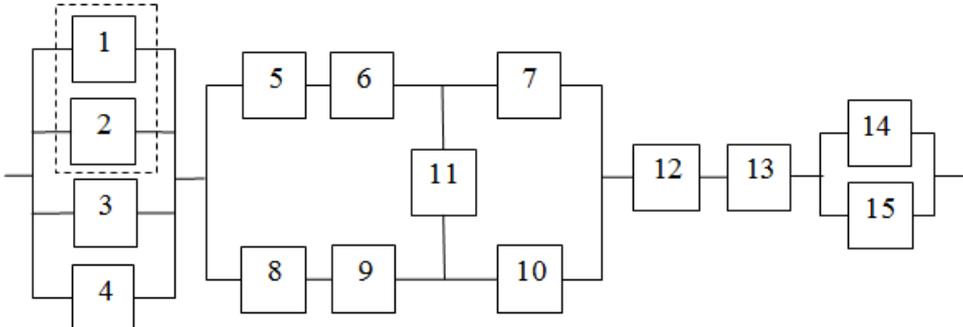
рабочей программы дисциплины Надежность технических систем

*наименование дисциплины*

по направлению подготовки 15.04.02 – Технологические машины и оборудование

наименование ОП (профиля): Компьютерный инжиниринг технологических машин

### 5.2.3 Типовые практико-ориентированные задания (задачи, кейсы)

№ п/п	Условия типовых практико-ориентированных заданий (задач, кейсов)																														
<b>Семестр 1</b>																															
1	<p>В результате испытаний восстанавливаемого объекта получены данные о длительности периодов работы <math>t_{pi}</math>, восстановления <math>t_{vi}</math> и организационных простоев <math>t_{oi}</math>, приведенные в таблице. Суммарная продолжительность ремонтов объекта составило 10 ч; суммарное время технического обслуживания – 4 ч. Требуется определить среднюю наработку между отказами, среднее время восстановления, коэффициенты готовности, оперативной готовности и технического использования.</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <tr> <td><math>t_{pi}</math>, ч</td> <td>302</td> <td>310</td> <td>325</td> <td>330</td> <td>329</td> <td>333</td> <td>339</td> <td>357</td> <td>350</td> </tr> <tr> <td><math>t_{vi}</math>, ч</td> <td>1,8</td> <td>2,1</td> <td>2,5</td> <td>3</td> <td>3,2</td> <td>3,6</td> <td>4,2</td> <td>4,4</td> <td>5,2</td> </tr> <tr> <td><math>t_{oi}</math>, ч</td> <td>0,5</td> <td>0,7</td> <td>0,9</td> <td>0,6</td> <td>0,8</td> <td>0,5</td> <td>0,7</td> <td>0,8</td> <td>0,9</td> </tr> </table>	$t_{pi}$ , ч	302	310	325	330	329	333	339	357	350	$t_{vi}$ , ч	1,8	2,1	2,5	3	3,2	3,6	4,2	4,4	5,2	$t_{oi}$ , ч	0,5	0,7	0,9	0,6	0,8	0,5	0,7	0,8	0,9
$t_{pi}$ , ч	302	310	325	330	329	333	339	357	350																						
$t_{vi}$ , ч	1,8	2,1	2,5	3	3,2	3,6	4,2	4,4	5,2																						
$t_{oi}$ , ч	0,5	0,7	0,9	0,6	0,8	0,5	0,7	0,8	0,9																						
2	<p>Время возникновения отказов системы подчиняется экспоненциальному закону распределения. Известен параметр распределения 0,00006 1/ч. Требуется определить вероятность безотказной работы и вероятность отказа за период времени 2000 ч., а также среднюю наработку до отказа.</p>																														
3	<p>Имеется схема системы. Вероятности безотказной работы элементов подчиняются экспоненциальному закону. Требуется составить аналитическое выражение для определения вероятности безотказной работы системы.</p> 																														
4	<p>Определить аналитическим методом вероятность безотказной работы системы типа «3 из 4» в момент времени 1000 ч., если вероятность безотказной работы всех элементов одинакова и подчиняется экспоненциальному закону распределения с параметром 0,00008 1/ч.</p>																														
5	<p>Составить выражение для определения вероятности безотказной работы комбинированной системы, состоящей из элементов с вероятностями безотказной работы <math>p_i</math>, <math>i = \overline{1,15}</math>. Схема системы представлена на рисунке.</p> 																														

6	При исследовании надежности 25 машин установлено, что наработка на отказ детали подчинена нормальному закону распределения. Обработка статистических данных показала, что математическое ожидание $T = 3300$ ч., среднее квадратическое отклонение $\sigma = 205$ ч. Требуется найти доверительные границы для $T$ и $\sigma$ при доверительной вероятности 0,99.
7	Машина, содержащая 40 однотипных элементов с интенсивностью отказов $0,0000085$ 1/ч, должна находиться в эксплуатации в течение времени 3000 ч. Требуется определить число запасных элементов для одиночного комплекта запасных частей, если гарантийная вероятность 0,95.