

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна»  
(СПбГУПТД)

УТВЕРЖДАЮ  
Первый проректор, проректор  
по УР

\_\_\_\_\_ А.Е. Рудин

## Рабочая программа дисциплины

**Б1.В.03**

Надежность технических систем

Учебный план: 2026-2027 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:  
(специализация) Компьютерный инжиниринг технологических машин

Уровень образования: магистратура

Форма обучения: очная

### План учебного процесса

| Семестр<br>(курс для ЗАО) |     | Контактная работа обучающихся |                   | Сам.<br>работа | Контроль,<br>час. | Трудоём-<br>кость,<br>ЗЕТ | Форма<br>промежуточной<br>аттестации |
|---------------------------|-----|-------------------------------|-------------------|----------------|-------------------|---------------------------|--------------------------------------|
|                           |     | Лекции                        | Практ.<br>занятия |                |                   |                           |                                      |
| 1                         | УП  | 16                            | 16                | 75,75          | 0,25              | 3                         | Зачет                                |
|                           | РПД | 16                            | 16                | 75,75          | 0,25              | 3                         |                                      |
| Итого                     | УП  | 16                            | 16                | 75,75          | 0,25              | 3                         |                                      |
|                           | РПД | 16                            | 16                | 75,75          | 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, утверждённым приказом Минобрнауки России от 14.08.2020 г. № 1026

Составитель (и):

кандидат технических наук, Доцент

\_\_\_\_\_

Беспалова Ирина  
Марковна

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                                                                                 |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Знать:</b> Основные понятия и положения теории надежности, основы обеспечения, поддержания и восстановления работоспособности технических систем |
| <b>Уметь:</b> Оценивать надежность технических систем на различных этапах жизненного цикла                                                          |
| <b>Владеть:</b> Навыками определения количественных показателей надежности технических систем                                                       |
| ПК-4: Способен разрабатывать план мероприятий по сокращению сроков и стоимости проектных работ                                                      |
| <b>Знать:</b> Особенности расчета показателей надежности технических систем различных структур                                                      |
| <b>Уметь:</b> Оценивать и прогнозировать надежность технических систем на стадии проектирования                                                     |
| <b>Владеть:</b> 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<br>(курс для ЗАО) | Контактная работа |               | СР<br>(часы) | Инновац.<br>формы<br>занятий | Форма<br>текущего<br>контроля |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|-------------------|---------------|--------------|------------------------------|-------------------------------|
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                           | Лек.<br>(часы)    | Пр.<br>(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                           | О                             |
| Раздел 2. Оценка надежности технических систем различных структур                                                                                                                                                                                                                                 |                           |                   |               |              |                              | О                             |
| 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                                                                                                                                                                                                                     |                           |                   |               |              |                              | О                             |
| 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<br>Практическое занятие: Расчет количества запасных частей на основе потока заявок |  | 2     | 2  | 13,75 | ГД |  |
| Итого в семестре (на курсе для ЗАО)                                                                                                                                                                                                        |  | 16    | 16 | 75,75 |    |  |
| Консультации и промежуточная аттестация (Зачет)                                                                                                                                                                                            |  | 0,25  |    |       |    |  |
| <b>Всего контактная работа и СР по дисциплине</b>                                                                                                                                                                                          |  | 32,25 |    | 75,75 |    |  |

#### 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<br>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> |
| Леонова, О. В.                                 | Надежность механических систем                   | Москва: Ай Пи Ар Медиа           | 2023        | <a href="https://www.iprbooks.hop.ru/129723.html">https://www.iprbooks.hop.ru/129723.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> |
| Баранов, А. В.                                 | Надежность и диагностика технологических систем  | Москва, Вологда: Инфра-Инженерия | 2024        | <a href="https://www.iprbooks.hop.ru/143222.html">https://www.iprbooks.hop.ru/143222.html</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

**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

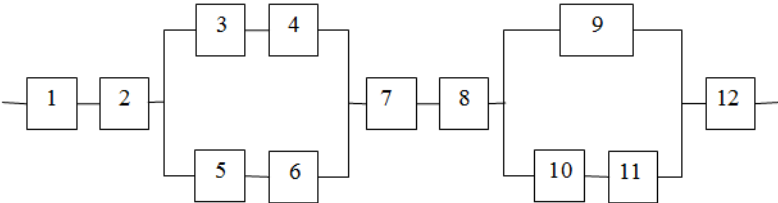
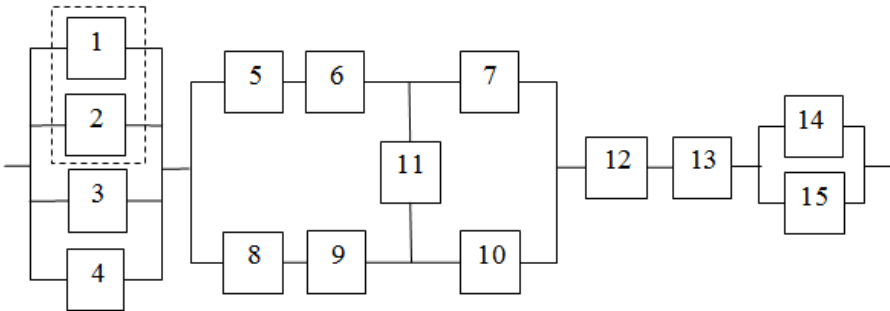
рабочей программы дисциплины Надежность технических систем

*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)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |              |     |     |     |     |     |     |     |     |     |              |     |     |     |   |     |     |     |     |     |              |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|--------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|--------------|-----|-----|-----|---|-----|-----|-----|-----|-----|--------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Семестр 1    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |              |     |     |     |     |     |     |     |     |     |              |     |     |     |   |     |     |     |     |     |              |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| 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><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            | <p>При исследовании надежности 25 машин установлено, что наработка на отказ детали подчинена нормальному закону распределения. Обработка статистических данных показала, что математическое ожидание <math>T = 3300</math> ч., среднее квадратическое отклонение <math>\sigma = 205</math> ч. Требуется найти доверительные границы для <math>T</math> и <math>\sigma</math> при доверительной вероятности 0.99.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |              |     |     |     |     |     |     |     |     |     |              |     |     |     |   |     |     |     |     |     |              |     |     |     |     |     |     |     |     |     |



|   |                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|---|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 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. |
|---|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|