

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

« 29 » июня 2021 года

Рабочая программа дисциплины

Б1.В.03 Надежность технических систем

Учебный план: 2021-2022_ФГОС 3+_15.04.02_Компьютерный инжиниринг технологических машин
№2-1-87.plx

Кафедра: **28** Машиноведения

Направление подготовки: 15.04.02 Технологические машины и оборудование
(специальность)

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 | |

Санкт-Петербург
2021

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 Министерства образования и науки Российской Федерации 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: Макаренко С.В.

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 | | | | | |
| 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 | | | | | | |
| 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 | | О |
| 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 | | О | |

| | | | | | | |
|--|--|-------|----|-------|----|--|
| 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 | | | | |
| Всего контактная работа и СР по дисциплине | | 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 |
|--|---|--|-------------|---|
| 6.1.1 Основная учебная литература | | | | |
| Черкасов, В. А., Кайтуков, Б. А., Капырин, П. Д., Скель, В. И., Степанов, М. А., Кайтуков, Б. А., Скель, В. И. | Надежность машин и механизмов | Москва: Московский государственный строительный университет, ЭБС АСВ | 2015 | http://www.iprbookshop.ru/60823.html |
| Беспалова И. М. | Надежность технологических и технических систем | СПб.: СПбГУПТД | 2019 | http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=2019219 |
| 6.1.2 Дополнительная учебная литература | | | | |
| Беспалова И. М. | Надежность технологических и технических систем | СПб.: СПбГУПТД | 2013 | http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=1517 |

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) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------|--|--------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|--------------|-----|-----|-----|---|-----|-----|-----|-----|-----|--------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Семестр 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | <p>В результате испытаний восстанавливаемого объекта получены данные о длительности периодов работы t_{pi}, восстановления t_{bi} и организационных простоев t_{oi}, 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%; text-align: center;"> <tr> <td>t_{pi}, 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>t_{bi}, 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>t_{oi}, 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_{bi} , 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_{bi} , 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 p_i, $i = \overline{1,15}$. 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 $T = 3300$ ч., среднее квадратическое отклонение $\sigma = 205$ ч. Требуется найти доверительные границы для T и σ при доверительной вероятности 0,99.</p> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7 | <p>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.</p> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |