ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение

высшего образования

«Петербургский государственный университет путей сообщения

Императора Александра I»

(ФГБОУ ВО ПГУПС)

Кафедра «Электрическая связь»

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

*дисциплины*

**«**НАДЕЖНОСТЬ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

И ТЕХНОГЕННЫЙ РИСК**»**

(Б1.Б.19)

для направления

20.03.01 «Техносферная безопасность»

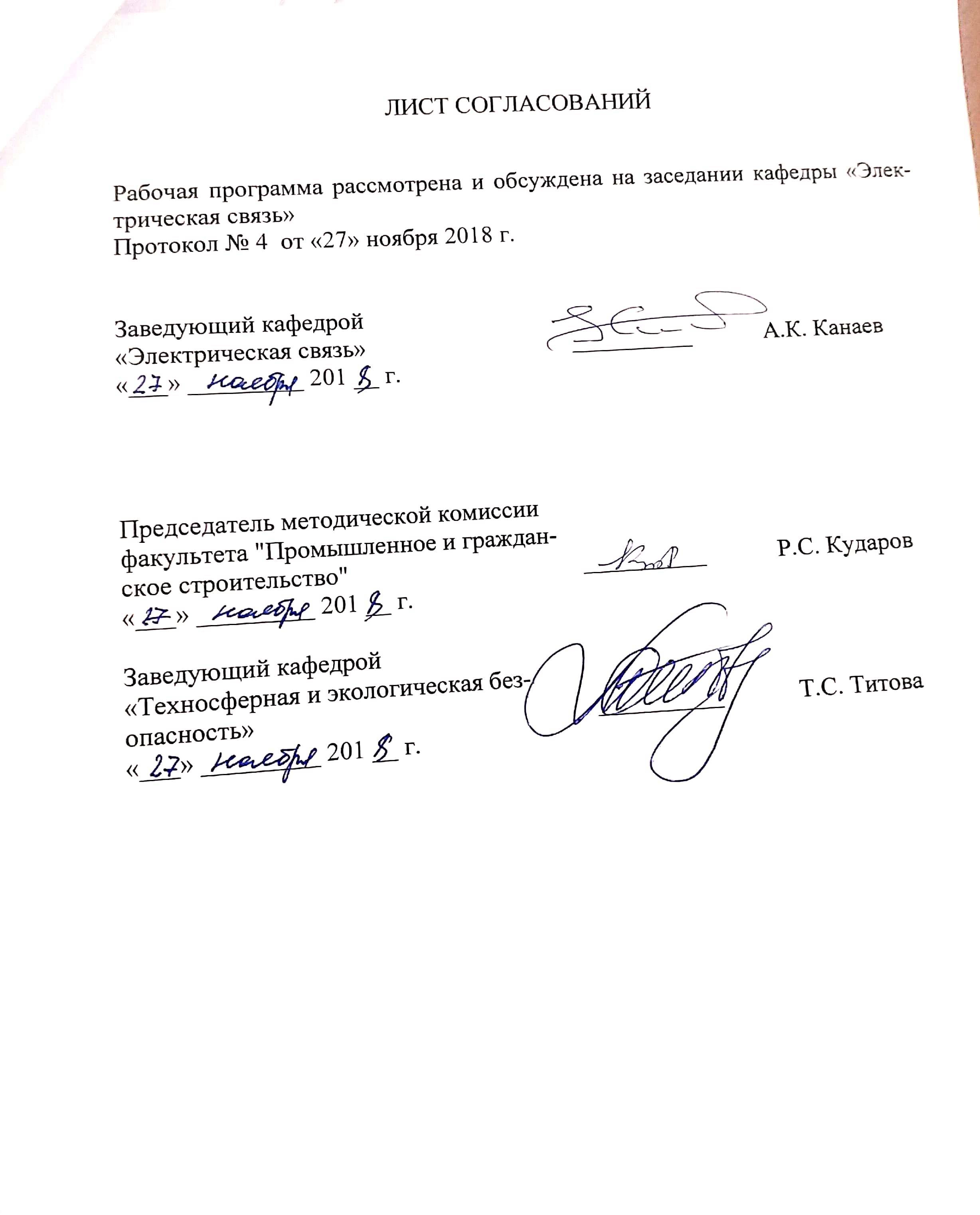
профили «Безопасность технологических процессов и производств», «Инженерная защита окружающей среды»

квалификация бакалавр

Форма обучения – очная

Санкт-Петербург

2019



**1. Цели и задачи дисциплины**

Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО, утвержденным «21» марта 2016 г., приказ № 246 по направлению 20.03.01 «Техносферная безопасность», по дисциплине «Надежность технических систем и техногенный риск».

Целью изучения дисциплины «Надежность технических систем и техногенный риск**»** является получение студентами знаний и приобретение навыков по теоретическим и прикладным вопросам надежности и техногенного риска, а также современным методам принятия решений в этой области.

Для достижения поставленной цели решаются следующие задачи:

– знакомство студентов с описанием проблем надежности и техногенного риска на железнодорожном транспорте, с семантикой терминов, используемых в данной предметной области;

– изучение основ теории надежности и ее приложений к задачам расчета надежности на этапах проектирования, контроля производства и эксплуатации технических систем;

– получение навыков в статистическом моделировании технических систем при решении задач надежности.

**2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения основной профессиональной образовательной программы**

Планируемыми результатами обучения по дисциплине являются: приобретение знаний, умений, навыков и/или опыта деятельности.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

**ЗНАТЬ**:

* смысл (семантику) основных понятий и терминов в области надежности и безопасности (в рамках техногенного риска);
* виды отказов, показатели надежности объектов, законы распределения показателей надежности;
* статические модели надежности и применение их для расчетных схем с последовательным, параллельным и комбинированным соединением элементов;
* повышение надежности технических объектов путем резервирования и другими способами;
* методы испытания объектов на надежность;
* определение нормативов надежности и риска;
* метод получения конструкторских нормативов, удовлетворяющих нормативному значению риска;
* численные значения надежности человека-оператора;
* элементы теории, статистику и причины техногенных катастроф.

**УМЕТЬ**:

* осуществлять переход от реального объекта к модели его надежности;
* выполнять расчеты априорной надежности и оценивать эксплуатационную надежность;
* планировать и осуществлять испытания объекта на надежность и выполнять статистическую обработку результатов;
* нормировать риск и выполнять расчеты проектно-конструкторских нормативов на основе этого норматива по условной модели «воздействие - стойкость».

**ВЛАДЕТЬ**:

* теоретическими основами нормирования в области надежности, компьютерным моделированием параметрической совместимости элементов и систем в задачах обеспечения заданной надежности с использованием метода Монте-Карло.

Приобретенные знания, умения, навыки и/или опыт деятельности, характеризующие формирование компетенций, осваиваемые в данной дисциплине, позволяют решать профессиональные задачи, приведенные в соответствующем перечне по видам профессиональной деятельности в п. 2.4 основной профессиональной образовательной программы (ОПОП).

Изучение дисциплины направлено на формирование следующей **общекультурной компетенцией (ОК)**:

* владение культурой безопасности и рискориентированным мышлением, при котором вопросы безопасности и сохранения окружающей среды рассматриваются в качестве важнейших приоритетов в жизни и деятельности (ОК-7).

Изучение дисциплины направлено на формирование следующих **профессиональных компетенций (ПК)**, соответствующих видам профессиональной деятельности, на которые ориентирована программа бакалавриата:

проектно-конструкторская деятельность:

* способности оценивать риск и определять меры по обеспечению безопасности разрабатываемой техники (ПК-3);
* способности использовать методы расчетов элементов технологического оборудования по критериям работоспособности и надежности (ПК-4);

сервисно-эксплуатационная деятельность:

* способности ориентироваться в основных методах и системах обеспечения техносферной безопасности, обоснованно выбирать известные устройства, системы и методы защиты человека и окружающей среды от опасностей (ПК-5);

экспертная, надзорная и инспекционно-аудиторская деятельность:

* способности определять опасные, чрезвычайно опасные зоны, зоны приемлемого риска (ПК-17)

Область профессиональной деятельности обучающихся, освоивших данную дисциплину, приведена в п. 2.1 ОПОП.

Объекты профессиональной деятельности обучающихся, освоивших данную дисциплину, приведены в п. 2.2 ОПОП.

**3. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы**

Дисциплина «Надежность технических систем и техногенный риск» (Б1.Б.19)относится к базовой части и является обязательной для обучающегося.

**4. Объем дисциплины и виды учебной работы**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Вид учебной работы** | **Всего часов** | **Семестр** |
| **7** |
| Контактная работа (по видам учебных занятий)  В том числе:   * лекции (Л) * практические занятия (ПЗ) * лабораторные работы (ЛР) | 36  18  18  - | 36  18  18  - |
| Самостоятельная работа (СРС) (всего) | 36 | 36 |
| Контроль | - | - |
| Форма контроля знаний | зачет | зачет |
| Общая трудоемкость: час / з.е. | 72/2 | 72/2 |

**5. Содержание и структура дисциплины**

5.1 Содержание дисциплины

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| № п/п | Наименование раздела дисциплины | Содержание раздела |
| **1** | **2** | **3** |
| Модуль 1. Основные положения теории надежности | | |
| 1 | Введение. Основные понятия и определения. Показатели надежности | Знакомство с целями и задачами дисциплины.  Связь дисциплины с другими дисциплинами учебного плана.  Примеры прикладного применения теории надежности.  Надежность и безопасность. Риски на морском, воздушном и ж.д. транспорте.Надежность технического объекта.  Способы задания функций, условий и времени жизненного цикла технического объекта.  Надежность и инженерная психология.  Безотказность, долговечность, ремонтопригодность, сохраняемость, исправность, работоспособность, предельное состояние технического объекта.  Повреждение, отказ, восстановление, восстанавливаемый (невосстанавливаемый) технический объект, наработка, ресурс, срок службы, срок сохраняемости. |
| 2 | Определение показателей надежности восстанавливаемых и невосстанавливаемых объектов | Вероятность безотказной работы, средняя наработка на отказ, плотность распределения отказов, интенсивность отказов технических объектов.  Статистическое и вероятностное определение основных показателей.  Модель испытаний невосстанавливаемых объектов. Статистическое и вероятностное определение их основных показателей. Примеры расчетов.  Модель испытаний восстанавливаемых объектов. Статистическое и вероятностное определение их основных показателей. Примеры расчетов |
| 3 | Законы распределения показателей надежности | Типичная зависимость интенсивности отказов технических объектов от времени.  Законы распределений показателей надежности.  Связь показателей надежности между собой.  Экспоненциальное распределение вероятности отказа, плотности распределения, наработки до отказа. Примеры расчетов. |
| 4 | Статические модели надежности | Сущность статических моделей, основные допущения и область их применения для оценки надежности технических объектов.  Расчетные схемы надежности систем с последовательным, параллельным и последовательно - параллельным соединением элементов. Примеры расчетов. |
| 5 | Методы повышения надежности. Связь надежности технического объекта с его безопасностью. Понятие техногенного риска | Резервирование как метод повышения надежности технического объекта. Виды резервирования. Оценка эффективности.  Метод оптимального режима использования технического объекта.  Понятие безопасности технического объекта.  Общее и различное в надежности и безопасности.  Методы синтеза безопасных устройств управления ответственными объектами, примеры реализации.  Понятие техногенного риска. Техногенный риск в цифрах и примерах. |
| 6 | Испытания на надежность. Статистическая обработка результатов | Методы испытаний на надежность. Ускоренные испытания: достоинства и недостатки. Подход Байеса к испытаниям на надежность.  Методы первичной обработки статистических результатов испытаний: построение гистограмм, приближенное определение числовых характеристик распределений, иллюстрация на примере. |
| Модуль 2. Нормирование надежности | | |
| 7 | Методы нормирования надежности и техногенного риска. Расчет проектно -конструкторских нормативов | Существо проблемы нормирования.  Определение нормативов методом экспертных оценок, экономическим методом (Д. Брауна).  Статистические модели типа «воздействие - стойкость». Вывод расчетных формул.  Пример расчета проектно-конструкторских нормативов как иллюстрация принятия решения по обеспечению заданной надежности проектируемого объекта.  Компьютерное моделирование параметрической совместимости элементов и систем в задачах обеспечения заданной надежности с использованием метода Монте-Карло |
| Модуль 3. Риски, катастрофы. | | |
| 8 | Элементы теории, статистика и причины катастроф. | Элементы теории катастроф, основанные на закономерностях бифуркаций.  Статистика аварий и катастроф техногенного и природного характера. Основные причины катастроф. |
| 9 | Влияние надежности человека - оператора на возникновение катастроф | Понятия «человек - оператор» (ЧО) и «ошибка ЧО».  Классификация ошибок ЧО.  Определение надежности ЧО. Саморегуляция надежности человека - оператора.  Влияние состояния оператора на его ошибки (общего, психофизиологического и эмоционального).  Численные значения надежности ЧС для различных состояний и условий работы |

5.2 Разделы дисциплины и виды занятий

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № п/п | Наименование раздела дисциплины | Л | ПЗ | ЛР | СРС |
| 1 | Раздел 1. Введение. Основные понятия и определения. Показатели надежности | 2 |  |  | 2 |
| 2 | Раздел 2. Определение показателей надежности восстанавливаемых и невосстанавливаемых объектов | 2 | 2 |  | 4 |
| 3 | Раздел 3. Законы распределения показателей надежности | 2 |  |  | 3 |
| 4 | Раздел 4. Статические модели надежности | 2 |  |  | 3 |
| 5 | Раздел 5. Методы повышения надежности. Связь надежности технического объекта с его безопасностью. Понятие техногенного риска | 2 |  |  | 3 |
| 6 | Раздел 6. Испытания на надежность. Статистическая обработка результатов | 2 | 8 |  | 6 |
| 7 | Раздел 7. Методы нормирования надежности и техногенного риска. Расчет проектно-конструкторских нормативов | 2 | 8 |  | 8 |
| 8 | Раздел 8. Элементы теории, статистика и причины катастроф | 2 |  |  | 4 |
| 9 | Раздел 9. Влияние надежности человека - оператора на возникновение катастроф | 2 |  |  | 3 |
| Итого | | 18 | 18 |  | 36 |

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

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **№**  **п/п** | **Наименование раздела** | **Перечень учебно-методического обеспечения** |
| 1 | Раздел 1. Введение. Основные понятия и определения. Показатели надежности | Малафеев, С.И. Надежность технических систем. Примеры и задачи [Электронный ресурс] : учеб. пособие / С.И. Малафеев, А.И. Копейкин. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2016. — 316 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/87584> |
| 2 | Раздел 2. Определение показателей надежности восстанавливаемых и невосстанавливаемых объектов | Малафеев, С.И. Надежность технических систем. Примеры и задачи [Электронный ресурс] : учеб. пособие / С.И. Малафеев, А.И. Копейкин. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2016. — 316 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/87584> |
| 3 | Раздел 3. Законы распределения показателей надежности | Лисунов, Е.А. Практикум по надежности технических систем [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2015. — 240 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/> |
| 4 | Раздел 4. Статические модели надежности | Малафеев, С.И. Надежность технических систем. Примеры и задачи [Электронный ресурс] : учеб. пособие / С.И. Малафеев, А.И. Копейкин. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2016. — 316 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/87584> |
| 5 | Раздел 5. Методы повышения надежности. Связь надежности технического объекта с его безопасностью. Понятие техногенного риска | Обеспечение надежности сложных технических систем [Электронный ресурс] : учеб. / А.Н. Дорохов [и др.]. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2017. — 352 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/93594>. |
| 6 | Раздел 6. Испытания на надежность. Статистическая обработка результатов | Малафеев, С.И. Надежность технических систем. Примеры и задачи [Электронный ресурс] : учеб. пособие / С.И. Малафеев, А.И. Копейкин. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2016. — 316 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/87584>. |
| 7 | Раздел 7. Методы нормирования надежности и техногенного риска. Расчет проектно -конструкторских нормативов | Обеспечение надежности сложных технических систем [Электронный ресурс] : учеб. / А.Н. Дорохов [и др.]. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2017. — 352 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/93594>.  Костроминов А.М., Костроминов А.А. Моделирование статистических свойств систем //Методические указания к лабораторным работам и практическим занятиям. – СПб., ПГУПС, 2011, 16 с. |
| 8 | Раздел 8. Элементы теории, статистика и причины катастроф. | Обеспечение надежности сложных технических систем [Электронный ресурс] : учеб. / А.Н. Дорохов [и др.]. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2017. — 352 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/93594>. |
| 9 | Раздел 9. Влияние надежности человека - оператора на возникновение катастроф | Обеспечение надежности сложных технических систем [Электронный ресурс] : учеб. / А.Н. Дорохов [и др.]. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2017. — 352 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/93594>. |

**7. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине**

Фонд оценочных средств по дисциплине является неотъемлемой частью рабочей программы и представлен отдельным документом, рассмотренным на заседании кафедры и утвержденным заведующим кафедрой.

**8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, нормативно-правовой документации и других изданий, необходимых для освоения дисциплины**

Все обучающиеся имеют доступ к электронным учебно-методическим комплексам (ЭУМК) по изучаемой дисциплине согласно персональным логинам и паролям.

Каждый обучающийся обеспечен доступом к электронно-библиотечной системе (ЭБС) через сайт Научно-технической библиотеки Университета http://library.pgups.ru/, содержащей основные издания по изучаемой дисциплине.

ЭБС обеспечивает возможность индивидуального доступа для каждого обучающегося из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет.

8.1 Перечень основной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

1. Малафеев, С.И. Надежность технических систем. Примеры и задачи [Электронный ресурс] : учеб. пособие / С.И. Малафеев, А.И. Копейкин. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2016. — 316 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/87584>.
2. Обеспечение надежности сложных технических систем [Электронный ресурс] : учеб. / А.Н. Дорохов [и др.]. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2017. — 352 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/93594>.

8.2 Перечень дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

1. Лисунов, Е.А. Практикум по надежности технических систем [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2015. — 240 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/>

8.3 Перечень нормативно-правовой документации, необходимой для освоения дисциплины

1. ГОСТ 27.002-2015. Надежность в технике. Термины и определения. [www.internet-law.ru/gosts/gost/62713/](http://www.internet-law.ru/gosts/gost/62713/)
2. [ГОСТ 27.001-95. Система стандартов "Надежность в технике ...](https://www.google.ru/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=4&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwi6nYbNmPTRAhUqCpoKHd5qCs0QFggrMAM&url=http%3A%2F%2Fwww.internet-law.ru%2Fgosts%2Fgost%2F9344%2F&usg=AFQjCNHQkGYYmZaKtkZjPlTa53G32u6m4Q&bvm=bv.146094739,d.bGs)

[www.internet-law.ru/gosts/gost/9344/](http://www.internet-law.ru/gosts/gost/9344/)(скачивается по данной ссылке).

1. ГОСТ 27.301-95 Надежность в технике. Расчет надежности. Основные положения. [www.gostedu.ru/9361.html](http://www.gostedu.ru/9361.html)
2. ГОСТ P 27.003-2011, Управление надежностью. Руководство по заданию технических требований к надежности. www.internet-law.ru/gosts/gost/52545/

8.4 Другие издания, необходимые для освоения дисциплины

1. Костроминов А.М., Костроминов А.А. Моделирование статистических свойств систем //Методические указания к лабораторным работам и практическим занятиям. – СПб., ПГУПС, 2011, 16 с.

**9. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины**

1. http://e.lanbook.com

2. http://ibooks.ru/

3. http://sdo.pgups.ru – Электронная информационно-образовательная среда ПГУПС

4. Журнал «Надежность» [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://www.dependability.ru>

5. <https://biblio-online.ru/>

6. <http://www.iprbookshop.ru/>

**10. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

Порядок изучения дисциплины следующий:

1. Освоение разделов дисциплины производится в порядке, приведенном в разделе 5 «Содержание и структура дисциплины». Обучающийся должен освоить все разделы дисциплины с помощью учебно-методического обеспечения, приведенного в разделах 6, 8 и 9 рабочей программы.
2. Для формирования компетенций обучающийся должен представить выполненные типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, предусмотренные текущим контролем (см. фонд оценочных средств по дисциплине).
3. По итогам текущего контроля по дисциплине, обучающийся должен пройти промежуточную аттестацию (см. фонд оценочных средств по дисциплине).

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

Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине:

* персональные компьютеры, локальная вычислительная сеть кафедры, проектор;
* методы обучения с использованием информационных технологий:компьютерный лабораторный практикум, демонстрация мультимедийныхматериалов;
* лабораторное программное обеспечение, разрабатываемое в ходе учебного процесса студентами совместно с преподавателем;
* Интернет-сервисы и электронные ресурсы: сайты, перечисленные в разделе 9 рабочей программы; электронные учебно-методические материалы, доступные через личный кабинет обучающегося на сайте sdo.pgups.ru; на выбор обучающегося – поисковыесистемы, профессиональные, тематические чаты ифорумы, системы аудио и видео конференций, онлайн-энциклопедии исправочники.

Кафедра «Электрическая связь» обеспечена необходимым комплектом лицензионного программного обеспечения:

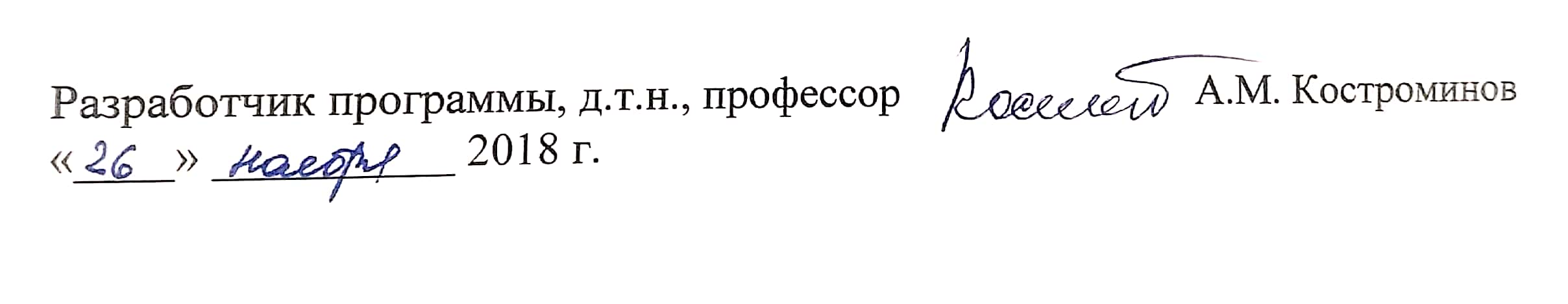
* Операционная система Microsoft Windows 7, Microsoft Windows 8.1;
* Офисный пакет Microsoft Office;
* Программа чтения документов Sumatra PDF (бесплатное, свободно распространяемое программное обеспечение; режим доступа https://www.sumatrapdfreader.org/download-free-pdf-viewer.html);
* Программа анализа сетевых протоколов Wireshark (бесплатное, свободно распространяемое программное обеспечение; режим доступа https://www.wireshark.org/download.html);
* Компьютерные модели устройств и каналов передачи дискретных сообщений собственной разработки кафедры.

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

Материально-техническая база обеспечивает проведение всех видов учебных занятий, предусмотренных учебным планом по данному направлению и соответствует действующим санитарным и противопожарным нормам и правилам.

Она содержит:

* помещение для проведения лабораторных работ (ауд. 7-408, 7-417), укомплектованное специальной учебно-лабораторной мебелью, лабораторным оборудованием, наглядными пособиями (требования к помещениям в соответствии с ФГОС).
* помещение для проведения лекционных занятий, укомплектованное специальной учебной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории (настенным экраном с дистанционным управлением, подвижной маркерной доской, считывающим устройством для передачи информации в компьютер, мультимедийным проектором и другими информационно - демонстрационными средствами) (требования к помещениям в соответствии с ФГОС).
* помещение для проведения групповых и индивидуальных консультаций (ауд.7-405) (требования к помещениям в соответствии с ФГОС).
* помещение для самостоятельной работы (ауд.7-412) (требования к помещениям в соответствии с ФГОС и паспортом аудитории).

****