

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Иркутский государственный университет путей сообщения»
(ФГБОУ ВО ИрГУПС)

УТВЕРЖДЕНА
приказом ректора
от « 25 » мая 2018 г. № 414-1

Б1.Б.1.19 Основы теории надежности

рабочая программа дисциплины

Специальность – 23.05.05 Системы обеспечения движения поездов
Специализация – № 3 «Телекоммуникационные системы и сети железнодорожного транспорта»

Квалификация выпускника – инженер путей сообщения

Форма обучения – заочная

Нормативный срок обучения – 6 лет

Кафедра-разработчик программы – «Автоматика, телемеханика и связь»

Общая трудоемкость в з.е. – 4

Формы промежуточной аттестации:

Часов по учебному плану – 144

экзамен 4, курсовая работа 4

Распределение часов дисциплины по курсам

| Курс | 4 | Итого |
|--|-------------------------|------------|
| Вид занятий | Часов по учебному плану | |
| Аудиторная контактная работа по видам учебных занятий | 16 | 16 |
| – лекции | 8 | 8 |
| – практические (семинарские) | 8 | 8 |
| – лабораторные | | |
| Самостоятельная работа | 110 | 110 |
| Экзамен | 18 | 18 |
| Итого | 144 | 144 |

ИРКУТСК

| 1 ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ | |
|--|--|
| 1.1 Цели освоения дисциплины | |
| 1 | Формирование знаний решения проблем оценки и повышения надежности при изучении конкретных технических систем обеспечения движения поездов |
| 1.2 Задачи освоения дисциплины | |
| 1 | Изучение основных понятий и математических методов оценки надежности технических систем, овладение методами расчета надежности технических систем обеспечения движения поездов |

| 2 МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП | |
|--|--|
| 2.1 Требования к предварительной подготовке обучающегося | |
| 1 | Умение решать алгебраические и дифференциальные уравнения с постоянными коэффициентами. |
| 2 | Знание основ физических процессов старения и износа. |
| 3 | Знание и умение применять методы аналитического, математического, имитационного и статистического моделирования. |
| 2.2 Дисциплины и практики, для которых изучение данной дисциплины необходимо как предшествующее | |
| 1 | Б1.Б.1.37 «Безопасность технологических процессов и технических средств на железнодорожном транспорте» |
| 2 | Б3.Б.01 «Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты» |

| 3 ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ | |
|--|---|
| ПК-5 Способностью разрабатывать и использовать методы расчета надежности техники в профессиональной деятельности, обосновывать принятие конкретного технического решения при разработке технологических процессов производства, эксплуатации, технического обслуживания и ремонта систем обеспечения движения поездов, осуществлять экспертизу технической документации | |
| Минимальный уровень освоения компетенции | |
| Знать | Основные положения теории надежности |
| Уметь | Применять положения теории надежности к анализу технических систем |
| Владеть | Методами расчета надежности техники в профессиональной деятельности |
| Базовый уровень освоения компетенции | |
| Знать | Методы расчета структурной надежности |
| Уметь | Рассчитывать показатели безотказности по результатам статистических испытаний |
| Владеть | Способностью учета условий эксплуатации при расчетах надежности |
| Высокий уровень освоения компетенции | |
| Знать | Законы распределения показателей надежности |
| Уметь | Использовать теорию Марковских процессов в расчетах надежности восстанавливаемых объектов |
| Владеть | Методами повышения надежности техники в профессиональной деятельности |

В результате освоения дисциплины обучающийся должен

| | |
|----------------|---|
| Знать | |
| 1 | Основные положения теории надежности |
| 2 | Методы расчета структурной надежности |
| 3 | Законы распределения показателей надежности |
| Уметь | |
| 1 | Применять положения теории надежности к анализу технических систем |
| 2 | Рассчитывать показатели безотказности по результатам статистических испытаний |
| 3 | Использовать теорию Марковских процессов в расчетах надежности восстанавливаемых объектов |
| Владеть | |
| 1 | Методами расчета надежности техники в профессиональной деятельности |
| 2 | Способностью учета условий эксплуатации при расчетах надежности |
| 3 | Методами повышения надежности техники в профессиональной деятельности |

| 4 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ | | | | | |
|--|--|-------------|-------------|------------------------|--|
| Код занятия | Наименование разделов и тем /вид занятия/ | Курс | Часы | Код компетенции | Учебная литература, ресурсы сети «Интернет» |
| 1.1 | Предмет и содержание дисциплины. Показатели безотказности невосстанавливаемых объектов. Понятие о структурной схеме надежности. Объекты с последовательным, параллельным, смешанным, произвольным соединением элементов. Понятие о потоке отказов и восстановлений. Показатели безотказности восстанавливаемых объектов. /Лек/ | 7 | 2 | ПК-5 | Л1.1 Л2.1 Л3.1 6.4.1 |
| 1.2 | Термины и определения в области надежности. Понятие отказа. Классификация и характеристики отказов. Показатели ремонтпригодности. Комплексные показатели надежности объектов. /Ср/ | 7 | 18 | ПК-5 | Л4.1 Л4.2 Л4.3 6.4.1 6.4.4 |
| 1.3 | Понятие о Марковских процессах. Понятие о графе состояний объектов. Марковский случайный процесс с дискретными состояниями и дискретным временем. Марковский случайный процесс с дискретными состояниями и непрерывным временем. Марковские процессы в расчетах надежности нерезервированных восстанавливаемых объектов. Марковские процессы в расчетах надежности резервированных объектов. /Лек/ | 7 | 2 | ПК-5 | Л1.1 Л2.1 Л3.1 6.4.4 |
| 1.4 | Методы резервирования. Надежность невосстанавливаемых резервированных объектов. /Ср/ | 7 | 18 | ПК-5 | Л4.1 Л4.2 Л4.3 |
| 1.5 | Показатели долговечности. Показатели сохраняемости. Экономические показатели надежности. Параметрическая надежность объектов. Виды испытаний на надежность. Показатели безотказности программного обеспечения. Модели безотказности программного обеспечения. /Лек/ | 7 | 2 | ПК-5 | Л1.1 Л2.1 Л3.1 |
| 1.6 | Законы распределения показателей надежности. Определение вида и параметров закона распределения показателей надежности. Определительные испытания на надежность. Контрольные испытания на надежность. Ускоренные испытания. Понятие о безотказности программного обеспечения. /Ср/ | 7 | 18 | ПК-5 | Л4.1 Л4.2 Л4.3 6.4.2 |
| 1.7 | Понятие о защитном и опасном отказе. Показатели безопасности. Контроль показателей надежности по данным эксплуатации. Системы автоматического учета, контроля и анализа надежности. Учет условий эксплуатации при расчетах надежности. Влияние периодичности и объема профилактики на надежность. Обеспечение рационального состава запасных элементов. Моделирование надежности объектов. /Лек/ | 7 | 2 | ПК-5 | Л1.1 Л2.1 Л3.1 |
| 1.8 | Понятие о безопасности технических объектов. Ошибки человека и безопасность. Факторы, влияющие на надежность объектов. Выбор показателей надежности в зависимости от класса, группы надежности и режима эксплуатации. Методы повышения надежности объектов. Надежность напольных устройств и | 7 | 20 | ПК-5 | Л4.1 Л4.2 Л4.3 |

| | | | | | |
|------|---|---|----|------|-------------------------|
| | аппаратуры ЖАТ. /Ср/ | | | | |
| 1.9 | Расчет надежности технических систем электроснабжения, СЦБ и связи. Расчёт показателей надёжности невосстанавливаемых объектов. Расчёт структурной надёжности невосстанавливаемых объектов /Пр/ | 7 | 2 | ПК-5 | Л1.1 Л2.1 Л3.1 6.4.3 |
| 1.10 | Расчёт показателей надёжности восстанавливаемых объектов. Расчет комплексных показателей надёжности /Пр/ | 7 | 2 | ПК-5 | Л1.1 Л2.1 Л3.1 6.4.3 |
| 1.11 | Расчет надежности резервированных невосстанавливаемых систем. Марковские процессы в расчетах надежности. /Пр/ | 7 | 2 | ПК-5 | Л1.1 Л2.1 Л3.1 6.4.3 |
| 1.12 | Расчеты испытаний надежности. Расчет потребности в запасных элементах. /Пр/ | 7 | 2 | ПК-5 | Л1.1 Л2.1 Л3.1 6.4.3 |
| 1.13 | Выполнение курсовой работы /Ср/ | 7 | 36 | ПК-5 | Л4.1 Л4.2 Л4.3 Л4.4 |
| 1.14 | Экзамен. /Э/ | 7 | 18 | | |

5 ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине разработан в соответствии с «Положением о формировании фондов оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной и государственной итоговой аттестации» № П.312000.06.7.188-2017.

Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине представлен в виде приложения № 1 к рабочей программе дисциплины и размещен в электронной информационно-образовательной среде Университета, доступной обучающемуся через его личный кабинет.

6 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1 Учебная литература

6.1.1 Основная литература

| | Авторы, составители | Заглавие | Изда- тельство, год изда- ния | Кол-во экз. в биб- лиоте- ке/ 100% онлайн |
|------|---|---|--|---|
| Л1.1 | Сапожников В.В., Сапожников Вл.В., Шаманов В.И. | Надежность систем железнодорожной автоматики, телемеханики и связи: учеб. пособие для вузов ж.-д. трансп. https://e.lanbook.com/book/59183#book_name | М.: Марш- рут, 2003 | 100% online |

6.1.2 Дополнительная литература

| | Авторы, составители | Заглавие | Изда- тельство, год изда- ния | Кол-во экз. в биб- лиоте- ке/ 100% онлайн |
|------|------------------------|----------------------------|--|---|
| Л2.1 | Острейковский В.А. | Теория надежности: учебник | М.: Высш. шк., 2003 | 12 |

6.1.3 Методические разработки

| | Авторы, составители | Заглавие | Изда- тельство, год изда- ния | Кол-во экз. в биб- лиоте- |
|--|------------------------|----------|--|------------------------------------|
| | | | | |

| | | | | |
|--|--|--|--|---|
| | | | | ке/ 100% онлайн |
| ЛЗ.1 | Целищев В.А. | Основы теории надежности. Конспект лекций. Электронное издание. http://sdo2.irgups.ru/pluginfile.php/47577/mod_resource/content/2/osnovi_teorii_nadejnosti_kurs_lekciy.pdf | Иркутск: ИрГУПС, 2015 | 100% online |
| ЛЗ.2 | Целищев В.А. | Расчет надежности системы электроснабжения участка железной дороги. Метод. указ. и задание к курсовой работе. Электронное издание http://sdo2.irgups.ru/pluginfile.php/30664/mod_resource/content/1/fb0232ff8664599.pdf | Иркутск: ИрГУПС, 2015 | 100% online |
| 6.1.4 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине | | | | |
| | Авторы, составители | Заглавие | Изда- тельство, год изда- ния | Кол-во экз. в биб- лиоте- ке/ 100% онлайн |
| Л4.1 | Сапожников В.В., Сапожников Вл.В., Шаманов В.И. | Надежность систем железнодорожной автоматики, телемеханики и связи: учеб. пособие для вузов ж.-д. трансп. https://e.lanbook.com/book/59183#book_name | М.: Марш- рут, 2003 | 100% online |
| Л4.2 | Острейковский В.А. | Теория надежности: учебник | М.: Высш. шк., 2003 | 12 |
| Л4.3 | Целищев В.А. | Основы теории надежности. Конспект лекций. Электронное издание. http://sdo2.irgups.ru/pluginfile.php/47577/mod_resource/content/2/osnovi_teorii_nadejnosti_kurs_lekciy.pdf | Иркутск: ИрГУПС, 2015 | 100% online |
| Л4.4 | Целищев В.А. | Расчет надежности системы электроснабжения участка железной дороги. Метод. указ. и задание к курсовой работе. Электронное издание http://sdo2.irgups.ru/pluginfile.php/30664/mod_resource/content/1/fb0232ff8664599.pdf | Иркутск: ИрГУПС, 2015 | 100% online |
| 6.2 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» | | | | |
| Э.1 | Журнал «Железнодорожный транспорт» http://www.zeldortrans-jornal.ru | | | |
| Э.2 | Журнал «Автоматика, связь, информатика» http://www.asi-rzd.ru | | | |
| 6.3 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости) | | | | |
| 6.3.1 Перечень базового программного обеспечения | | | | |
| 6.3.1.1 | ОС Microsoft Windows XP Professional, количество – 227, лицензия № 44718499; ОС Microsoft Windows 7 Professional, количество – 100, лицензия № 49379844 | | | |
| 6.3.1.2 | Офисный пакет Microsoft Office 2010, количество – 155, лицензия № 48288083; Libre Office v. 5.2, свободно распространяемое ПО, https://ru.libreoffice.org | | | |
| 6.3.2 Перечень специализированного программного обеспечения | | | | |
| 6.3.2.1 | Не предусмотрено | | | |
| 6.3.3 Перечень информационных справочных систем | | | | |
| 6.3.3.1 | Справочная правовая система «КонсультантПлюс», | | | |
| 6.3.3.2 | ЭБС «ЛАНЬ», ЭБС «Юрайт», «Университетская Библиотека Online», «MOODLE ИрГУПС» | | | |
| 6.4 Правовые и нормативные документы | | | | |
| 6.4.1 | ГОСТ 27.002-2015. Межгосударственный стандарт. Надежность в технике. Термины и определения www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc&base=OTN&n=13708 | | | |
| 6.4.2 | ГОСТ 27.410-87. Надежность в технике. Методы контроля показателей надежности и планы контрольных испытаний на надежность" http://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc;base=STR;n=8591#0 | | | |
| 6.4.3 | ГОСТ 27.301-95. Межгосударственный стандарт. Надежность в технике. Расчет надежности. Основные положения. | | | |

| | |
|-------|---|
| | http://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc;base=STR;n=13201#0 |
| 6.4.4 | ГОСТ 27.310-95 Межгосударственный стандарт. Надежность в технике. Анализ видов, последствий и критичности отказов. Основные положения. http://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc;base=STR;n=16547#0 |

| 7 ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ | |
|---|--|
| 1 | Корпуса А, Б, В, Г, Д, Е ИрГУПС находятся по адресу г. Иркутск, ул. Чернышевского, д. 15; корпус Л – по адресу г. Иркутск, ул. Лермонтова, д. 80 |
| 2 | Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых проектов, работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, укомплектованные специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории. Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования – А-521. |
| 3 | Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой, подключенной к информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду ИрГУПС. Помещения для самостоятельной работы обучающихся: – читальные залы; – учебные залы вычислительной техники: А-401, А-509, А-513, А-516, Д-501, Д-503, Д-505, Д-507. |

| 8 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ | |
|---|---|
| Вид учебной деятельности | Организация учебной деятельности обучающегося |
| Лекция | Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, пометить важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначить вопросы, термины, материал, который вызывает трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в учебном материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации. |
| Практическое занятие | Практические занятия, являясь дополнением к лекционному курсу, закладывают и формируют основы квалификации специалиста. Практическое занятие проводится под руководством преподавателя и направлено на углубление знаний, привитие навыков самостоятельной работы в ходе выполнения расчетов, использования таблиц, справочников и др. Успех практического занятия зависит от теоретической, практической и методической подготовленности преподавателя, его организаторской работы по подготовке занятия, от методического обеспечения, а также от степени подготовленности студентов, их активности на занятии. При подготовке к практическому занятию студенты должны изучить лекционный материал и проработать рекомендованную литературу по теме занятия. В ходе занятия преподаватель может осуществить текущий контроль знаний и умений. |
| Курсовая работа | Изучение научной, учебной, нормативной и другой литературы. Отбор необходимого материала; формирование выводов и разработка конкретных рекомендаций по решению поставленной задачи; проведение практических исследований по заданной теме. Инструкция по выполнению требований к оформлению курсовой работы (Положение «Требования к оформлению текстовой и графической документации. Нормоконтроль» № П.420700.05.4.092-2012 в последней редакции). |
| Самостоятельная работа | Цель самостоятельной работы: овладение фундаментальными знаниями, профессиональными умениями и навыками деятельности по направлению подготовки, опытом творческой и исследовательской деятельности. Самостоятельная работа способствует развитию самостоятельности, ответственности и организованности, творческого подхода к решению проблем учебного и профессионального уровня. Основной формой самостоятельной работы является изучение учебного материала дисциплины по конспекту лекций, при необходимости его дополнение по рекомендованной литературе. Для работы с рекомендованной литературой в библиотеке используются алфавитный и систематический каталоги, а так же ресурсы сети Интернет. Изучая материал по учебнику, следует переходить к следующему вопросу только после |

| | |
|---|---|
| | <p>полного уяснения предыдущего, описывая на бумаге все выкладки и вычисления (в том числе те, которые в учебнике опущены или на лекции даны для самостоятельного вывода).</p> <p>Если в процессе самостоятельной работы над изучением теоретического материала или при решении задач возникают вопросы необходимо обратиться к преподавателю для получения разъяснений или указаний. В своих вопросах студент должен четко выразить, в чем он испытывает затруднения, характер этого затруднения.</p> |
| Экзамен | <p>К экзамену допускаются студенты, которые прошли все этапы текущего контроля (успешно работали на практических занятиях, выполнили и защитили лабораторные работы, курсовой проект). Непосредственная подготовка к экзамену осуществляется по вопросам к экзамену.</p> <p>Экзамен проводится в устной форме. Перечень экзаменационных вопросов представляется студентам заранее. При подготовке к экзамену студент должен тщательно изучить формулировку каждого вопроса, вникнуть в его суть, составить план ответа. Пробелы в знаниях следует ликвидировать в ходе подготовки, а так же в ходе экзаменационной консультации. Для подготовки ответа на вопросы билета отводится 30-40 минут. Студентам на экзамене запрещено пользоваться сотовыми телефонами, шпаргалками, учебниками и другими «вспомогательными» средствами.</p> <p>Выбрав билет, внимательно прочитайте вопросы. Подготовку ответа начинайте с того вопроса, который знаете лучше, это экономит ваше время для обдумывания других вопросов экзаменационного билета. Рекомендуется излагать ответ своими словами, не зачитывая того, что подготовлено письменно. Внимательно слушайте дополнительный вопрос экзаменатора. Если затрудняетесь ответить сразу, не торопитесь, обдумайте ответ.</p> <p>Оценка выставляется в соответствии с критериями оценивания, определенными в фонде оценочных средств (Приложение № 1 к рабочей программе дисциплины). Выбрав билет, внимательно прочитайте вопросы. Подготовку ответа начинайте с того вопроса, который знаете лучше, это экономит ваше время для обдумывания других вопросов экзаменационного билета. Рекомендуется излагать ответ своими словами, не зачитывая того, что подготовлено письменно. Внимательно слушайте дополнительный вопрос экзаменатора. Если затрудняетесь ответить сразу, не торопитесь, обдумайте ответ.</p> <p>Оценка выставляется в соответствии с критериями оценивания, определенными в фонде оценочных средств (Приложение № 1 к рабочей программе дисциплины).</p> |
| <p>Комплекс учебно-методических материалов по всем видам учебной деятельности, предусмотренным рабочей программой дисциплины, размещен в электронной информационно-образовательной среде ИрГУПС, доступной обучающемуся через его личный кабинет.</p> | |

**Приложение 1 к рабочей программе по дисциплине
Б1.Б.1.19 Основы теории надежности**

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

для проведения текущего контроля успеваемости
и промежуточной аттестации по дисциплине

Б1.Б.1.19 Основы теории надежности

Фонд оценочных средств рассмотрен и одобрен на заседании кафедры «Автоматика, телемеханика и связь» с участием основных работодателей протокол от 26 мая 2017 г. № 9.

1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

Дисциплина Б1.Б.1.19 «Основы теории надежности» участвует в формировании компетенции ПК-5 «Способностью разрабатывать и использовать методы расчета надежности техники в профессиональной деятельности, обосновывать принятие конкретного технического решения при разработке технологических процессов производства, эксплуатации, технического обслуживания и ремонта систем обеспечения движения поездов, осуществлять экспертизу технической документации»

**Таблица траекторий формирования у обучающихся компетенции ПК-5
при освоении образовательной программы**

| Код компетенции | Содержание компетенции | Индекс и наименование дисциплин, участвующих в формировании компетенции | Семестр изучения дисциплины | Этапы формирования компетенции |
|-----------------|--|--|-----------------------------|--------------------------------|
| ПК-5 | Способностью разрабатывать и использовать методы расчета надежности техники в профессиональной деятельности, обосновывать принятие конкретного технического решения при разработке технологических процессов производства, эксплуатации, технического обслуживания и ремонта систем обеспечения движения поездов, осуществлять экспертизу технической документации | Б1.Б.1.19 «Основы теории надежности» | 7 | 1 |
| | | Б1.Б.1.37 «Безопасность технологических процессов и технических средств на железнодорожном транспорте» | 8, 9 | 2, 3 |
| | | Б3.Б.01 «Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты» | 10 | 4 |

**Таблица соответствия уровней освоения компетенции
ПК-5 планируемыми результатам обучения**

| Код компетенции | Содержание компетенции | Наименования разделов дисциплины | Уровни освоения компетенций | Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенции) |
|-----------------|--|--|-----------------------------|---|
| ПК-5 | Способностью разрабатывать и использовать методы расчета надежности техники в профессиональной деятельности, обосновывать принятие конкретного технического решения при разработке технологических процессов производства, эксплуатации, технического обслуживания и ремонта систем обеспечения движения поездов, осуществлять экспертизу технической документации | Темы и вопросы лекционных занятий Темы и вопросы практических занятий Самостоятельная работа по изучению учебного материала Курсовая работа | Минимальный уровень | Знать: Основные положения теории надежности |
| | | | | Уметь: Применять положения теории надежности к анализу технических систем |
| | | | | Владеть: Методами расчета надежности техники в профессиональной деятельности |
| | | | Базовый уровень | Знать: Методы расчета структурной надежности |
| | | | | Уметь: Рассчитывать показатели безотказности по результатам статистических испытаний |
| | | | | Владеть: Способностью учета условий эксплуатации при расчетах надежности |
| | Высокий уровень | Знать: Законы распределения показателей надежности | | |
| | | Уметь: Использовать теорию Марковских процессов в расче- | | |

| | | | | |
|--|--|--|--|---|
| | | | | тах надежности восстанавливаемых объектов |
| | | | | Владеть: Методами повышения надежности техники в профессиональной деятельности |

Программа контрольно-оценочных мероприятий за период изучения дисциплины

| № | Неделя | Наименование контрольно-оценочного мероприятия | Объект контроля (понятия, тема/раздел дисциплины, компетенция и т.д.) | Наименование оценочного средства (форма проведения) | |
|------------------|--------|--|---|---|--------------------------------|
| 7 семестр | | | | | |
| 1 | 17 | Текущий контроль | Курсовая работа | ПК-5 | Защита курсовой работы (устно) |
| 2 | 18 | Промежуточная аттестация | Темы и вопросы учебной дисциплины | ПК-5 | Экзамен (устно) |

2 Описание показателей и критериев оценивания компетенции на различных этапах формирования, описание шкал оценивания

Контроль качества освоения дисциплины включает в себя текущий контроль успеваемости и промежуточную аттестацию. Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация обучающихся проводятся в целях установления соответствия достижений обучающихся поэтапным требованиям образовательной программы к результатам обучения и формирования компетенций.

Текущий контроль успеваемости – основной вид систематической проверки знаний, умений, навыков обучающихся. Задача текущего контроля – оперативное и регулярное управление учебной деятельностью обучающихся на основе обратной связи и корректировки. Результаты оценивания учитываются в виде средней оценки при проведении промежуточной аттестации.

Для оценивания результатов обучения используется четырехбалльная шкала: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Перечень оценочных средств, используемых для оценивания компетенции на различных этапах формирования, а так же краткая характеристика приведены в таблице.

| № | Наименование оценочного средства | Краткая характеристика оценочного средства | Представление оценочного средства в ФОС |
|---|----------------------------------|--|---|
| 1 | Защита курсовой работы | Конечный продукт, получаемый в результате планирования и выполнения комплекса учебных и исследовательских заданий. Позволяет оценить умения обучающихся самостоятельно конструировать свои знания в процессе решения практических задач и проблем, ориентироваться в информационном пространстве и уровень сформированности аналитических, исследовательских навыков, навыков практического и творческого мышления. Выполняется в индивидуальном порядке. Может быть использовано для оценки умений, навыков и (или) опыта деятельности обучающихся в предметной или межпредметной областях. | Типовое задание на курсовую работу |
| 2 | Экзамен | Средство, позволяющее оценить знания, умения, навыков и (или) опыта деятельности обучающегося по дисциплине. Может быть использовано для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности обучающихся | Перечень теоретических вопросов и практических заданий (билетов) к экзамену |

Критерии и шкалы оценивания компетенции в результате изучения дисциплины при проведении промежуточной аттестации в форме экзамена, а также шкала для оценивания уровня освоения компетенции

| Шкалы оценивания | Критерии оценивания | Уровень освоения компетенций |
|-----------------------|--|------------------------------|
| «Отлично» | Обучающийся правильно ответил на теоретические вопросы. Показал отличные знания в рамках учебного материала. Правильно выполнил практические задания. Показал отличные умения и владения навыками применения полученных знаний и умений при решении задач в рамках учебного материала. Ответил на все дополнительные вопросы | Высокий |
| «Хорошо» | Обучающийся с небольшими неточностями ответил на теоретические вопросы. Показал хорошие знания в рамках учебного материала. С небольшими неточностями выполнил практические задания. Показал хорошие умения и владения навыками применения полученных знаний и умений при решении задач в рамках учебного материала. Ответил на большинство дополнительных вопросов | Базовый |
| «Удовлетворительно» | Обучающийся с существенными неточностями ответил на теоретические вопросы. Показал удовлетворительные знания в рамках учебного материала. С существенными неточностями выполнил практические задания. Показал удовлетворительные умения и владения навыками применения полученных знаний и умений при решении задач в рамках учебного материала. Допустил много неточностей при ответе на дополнительные вопросы | Минимальный |
| «Неудовлетворительно» | Обучающийся при ответе на теоретические вопросы и при выполнении практических заданий продемонстрировал недостаточный уровень знаний и умений при решении задач в рамках учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы было допущено множество неправильных ответов | Компетенции не сформированы |

Критерии и шкалы оценивания результатов обучения при проведении текущего контроля успеваемости

| <i>Курсовая работа</i> | |
|------------------------|--|
| Шкала оценивания | Критерий оценивания |
| «Отлично» | Содержание курсового проекта (работы) полностью соответствует заданию. Представлены результаты обзора литературных и иных источников. Структура курсового проекта (работы) логически и методически выдержана. Все выводы и предложения убедительно аргументированы. Оформление курсового проекта (работы) и полученные результаты полностью отвечают требованиям, изложенным в методических указаниях. При защите курсового проекта (работы) обучающийся правильно и уверенно отвечает на вопросы преподавателя, демонстрирует глубокое знание теоретического материала, способен аргументировать собственные утверждения и выводы |
| «Хорошо» | Содержание курсового проекта (работы) полностью соответствует заданию. Представлены результаты обзора литературных и иных источников. Структура курсового проекта (работы) логически и методически выдержана. Большинство выводов и предложений аргументировано. Оформление курсового проекта (работы) и полученные результаты в целом отвечают требованиям, изложенным в методических указаниях. Имеются одна-две несущественные ошибки в использовании терминов, в построенных диаграммах и схемах. Наличествует незначительное количество грамматических и/или стилистических ошибок. Программа демонстрирует устойчивую работу на тестовых наборах исходных данных, подготовленных обучающимся, но обрабатывает не все исключительные ситуации. При защите курсового проекта (работы) обучающийся правильно и уверенно отвечает на большинство вопросов преподавателя, демонстрирует |

| | |
|-----------------------|---|
| | рует хорошее знание теоретического материала, но не всегда способен аргументировать собственные утверждения и выводы. При наводящих вопросах преподавателя исправляет ошибки в ответе |
| «Удовлетворительно» | Содержание курсового проекта (работы) частично не соответствует заданию. Результаты обзора литературных и иных источников представлены недостаточно полно. Есть нарушения в логике изложения материала. Аргументация выводов и предложений слабая или отсутствует. Имеются одно-два существенных отклонений от требований в оформлении курсового проекта (работы). Полученные результаты в целом отвечают требованиям, изложенным в методических указаниях. Имеются одна-две существенных ошибки в использовании терминов, в построенных диаграммах и схемах. Много грамматических и/или стилистических ошибок. Программа работает неустойчиво, не обрабатывает исключительные ситуации, тестовые наборы исходных данных не подготовлены. При защите курсового проекта (работы) обучающийся допускает грубые ошибки при ответах на вопросы преподавателя и /или не дал ответ более чем на 30% вопросов, демонстрирует слабое знание теоретического материала, в большинстве случаев не способен уверенно аргументировать собственные утверждения и выводы |
| «Неудовлетворительно» | Содержание курсового проекта (работы) в целом не соответствует заданию. Имеются более двух существенных отклонений от требований в оформлении курсового проекта (работы). Большое количество существенных ошибок по сути работы, много грамматических и стилистических ошибок и др. Полученные результаты не отвечают требованиям, изложенным в методических указаниях. Программа не разработана и/или находится в нерабочем состоянии. При защите курсового проекта (работы) обучающийся демонстрирует слабое понимание программного материала. Курсовой проект (работа) не представлена преподавателю. Обучающийся не явился на защиту курсового проекта (работы) |

3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенции в процессе освоения образовательной программы

3.1 Перечень теоретических вопросов к экзамену (для оценки знаний)

1. Составляющие понятия надежность: безотказность, ремонтпригодность.
2. Составляющие понятия надежность: сохраняемость, долговечность.
3. Состояния технических объектов с точки зрения надежности.
4. Показатели надежности невосстанавливаемых объектов.
5. Понятие отказа, отказ внезапный, отказ параметрический.
6. Понятие отказа, отказ защитный, отказ опасный.
7. Классификация отказов по типу, по природе возникновения, по характеру наступления.
8. Классификация отказов по причине возникновения, по связи с другими отказами, по характеру проявления.
9. Понятие о структурной схеме надежности.
10. Объекты с последовательным, параллельным соединением элементов.
11. Объекты с смешанным и произвольным соединением элементов.
12. Понятие о простейшем потоке отказов и восстановлений. Его свойства.
13. Показатели надежности восстанавливаемых объектов.
14. Показатели ремонтпригодности (восстанавливаемости).
15. Комплексные показатели надежности: коэффициент готовности, коэффициент простоя.
16. Комплексные показатели надежности: коэффициент оперативной готовности, коэффициент технического использования.

17. Общие методы резервирования, их свойства.
18. Методы структурного резервирования, их свойства.
19. Понятие о Марковском случайном процессе.
20. Понятие о графе состояний (переходов).
21. Понятие о Марковском случайном процессе с дискретными состояниями и дискретным временем.
22. Понятие о Марковском случайном процессе с дискретными состояниями и непрерывным временем.
23. Марковские процессы в расчетах надежности восстанавливаемых нерезервированных объектов.
24. Марковские процессы в расчетах надежности восстанавливаемых резервированных объектов.
25. Закон Пуассона для распределения показателей надежности.
26. Экспоненциальный закон для распределения показателей надежности.
27. Нормальный закон распределения показателей надежности.
28. Закон Вейбула для распределения показателей надежности.
29. Критерий согласия Пирсона.
30. Критерий согласия Колмогорова.
31. Показатели долговечности.
32. Показатели сохраняемости.
33. Экономические показатели надежности.
34. Понятие о параметрической надежности объектов.
35. Определительные испытания на надежность. Обработка результатов испытаний.
36. Контрольные испытания на числе отказов равных нулю. Обработка результатов испытаний.
37. Контрольные испытания на последовательном анализе. Обработка результатов испытаний.
38. Общие понятия о надежности программного обеспечения.
39. Модель с дискретно понижающейся частотой ошибок программного обеспечения.
40. Модель с дискретно увеличивающейся наработкой программного обеспечения на отказ.
41. Экспоненциальная модель надежности программного обеспечения.
42. Понятие о безопасности технических объектов.
43. Показатели безопасности технических объектов.
44. ЗИП как метод повышения надежности объектов.
45. Профилактика как метод повышения надежности объектов.
46. Учет условий эксплуатации при расчетах надежности объектов.
47. Понятие «риска».
48. Системы сбора и обработки информации о надежности объектов: КАСАНТ, УР-РАН.

3.2 Перечень практических заданий к экзамену (для оценки умений)

1. В эксплуатации находятся $N = 1000$ одинаковых изделий. За период наблюдения $\Delta t = 3000$ час отказало $n(\Delta t) = 20$ изделий. Требуется определить для изделий вероятность безотказной работы на момент времени $t = 3000$ час, интенсивность отказов $\lambda(t)$, наработку до отказа T_0 .

2. Объект представляет последовательное соединение $n = 3$ элементов. Известны интенсивности отказов элементов: $\lambda_1 = 2,5 \cdot 10^{-6} \text{ ч}^{-1}$, $\lambda_2 = 1,5 \cdot 10^{-6} \text{ ч}^{-1}$, $\lambda_3 = 2,5 \cdot 10^{-6} \text{ ч}^{-1}$. Требу-

ется определить для объекта вероятность безотказной работы на момент времени $t = 10000$ час, интенсивность отказов $\lambda_0(t)$, наработку до отказа T_0 .

3. Объект представляет параллельное соединение $n = 3$ элементов. Известны интенсивности отказов элементов: $\lambda_1 = 2,5 \cdot 10^{-6} \text{ ч}^{-1}$, $\lambda_2 = 1,5 \cdot 10^{-6} \text{ ч}^{-1}$, $\lambda_3 = 2,5 \cdot 10^{-6} \text{ ч}^{-1}$. Требуется определить для объекта вероятность безотказной работы на момент времени $t = 10000$ час, интенсивность отказов $\lambda_0(t)$, наработку до отказа T_0 .

4. При эксплуатации объекта произошло $n = 4$ отказа. Распределение времени между отказами: $t_1 = 2500$ час, $t_2 = 2200$ час, $t_3 = 1500$ час, $t_4 = 2300$ час. Требуется определить величину наработки на отказ, параметр потока отказов, вероятность безотказной работы на момент времени $t = 3000$ час.

5. При эксплуатации объекта произошло $n = 4$ отказа. Распределение времени восстановления после каждого отказа: $t_{B1} = 2,5$ час, $t_{B2} = 2,2$ час, $t_{B3} = 1,5$ час, $t_{B4} = 2,3$ час. Требуется определить величину среднего времени восстановления, интенсивность восстановления, вероятность восстановления за время $t = 3$ час.

6. В ходе испытаний $N = 1000$ изделий в течение $\Delta t = 500$ час произошло $n(\Delta t) = 2$ отказа. Требуется определить параметр потока отказов, наработку на отказ, вероятность безотказной работы на момент времени $t = 500$ час.

7. Система имеет наработку на отказ 10000 час и интенсивность восстановления $\mu = 2 \text{ ч}^{-1}$. Требуется определить коэффициент готовности, коэффициент простоя.

8. За календарную продолжительность работы объекта 15000 ч зафиксировано 3 отказа. После каждого отказа проводилось восстановление длительностью $t_{B1} = 2$ час, $t_{B2} = 2,5$ час, $t_{B3} = 2,2$ час. Определить коэффициент готовности, коэффициент простоя, время простоя объекта.

9. Система имеет общее горячее резервирование кратностью $m = 2$. Основная система представляет собой последовательное соединение 2-х элементов. Интенсивность отказов каждого из элементов равна $\lambda = 0,2 \cdot 10^{-3} \text{ ч}^{-1}$. Определить вероятность безотказной работы резервированной системы на момент времени $t = 1000$ час.

10. Система имеет отдельное горячее резервирование кратностью $m = 2$. Основная система представляет собой последовательное соединение 2-х элементов. Интенсивность отказов каждого из элементов равна $\lambda = 0,2 \cdot 10^{-3} \text{ ч}^{-1}$. Определить вероятность безотказной работы резервированной системы на момент времени 1000 час.

11. Система имеет общее холодное резервирование кратностью $m = 2$. Основная система представляет собой последовательное соединение 2-х элементов. Интенсивность отказов каждого из элементов равна $\lambda = 0,2 \cdot 10^{-3} \text{ ч}^{-1}$. Определить вероятность безотказной работы резервированной системы на момент времени $t = 1000$ час.

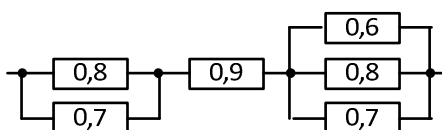
12. Система имеет отдельное холодное резервирование кратностью $m = 2$. Основная система представляет собой последовательное соединение 2-х элементов. Интенсивность отказов каждого из элементов равна $\lambda = 0,2 \cdot 10^{-3} \text{ ч}^{-1}$. Определить вероятность безотказной работы резервированной системы на момент времени 1000 час.

13. Определить продолжительность испытаний, которое должно подтвердить с доверительной вероятностью 0,8, что наработка на отказ группы объектов не ниже 10000 часов, если число испытываемых объектов равно 10. В течение испытаний отказов не было.

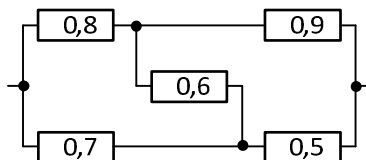
14. Объект имеет интенсивность отказов $\lambda = 0,5 \cdot 10^{-2} \text{ ч}^{-1}$. Требуется определить количество элементов в ЗИП для обеспечения надежности не ниже $P(t_n) = 0,995$, если предполагаемое время пополнения ЗИП составляет $t_n = 200$ час.

3.3 Перечень практических заданий к экзамену (для оценки навыков)

1. Задана структурная схема надежности объекта. Элементы объекта имеют вероятность безотказной работы как указано на схеме. Определить вероятность безотказной работы объекта.

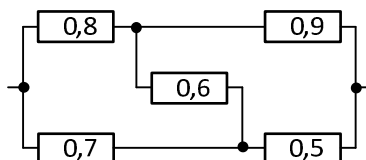


2. Задана структурная схема надежности объекта. Элементы объекта имеют вероятность безотказной работы как указано на схеме.



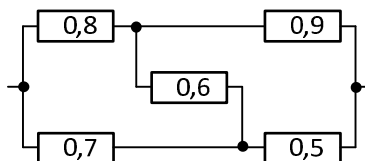
Применив преобразование «треугольник» в «звезду» определить вероятность безотказной работы объекта.

3. Структурная схема надежности объекта имеет вид. Элементы объекта имеют вероятность безотказной работы как указано на схеме.



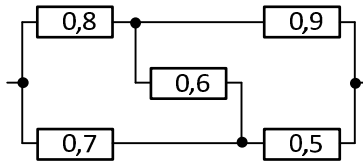
Применив разложение по ключевому элементу определить вероятность безотказной работы объекта.

4. Структурная схема надежности объекта имеет вид. Элементы объекта имеют вероятность безотказной работы как указано на схеме.



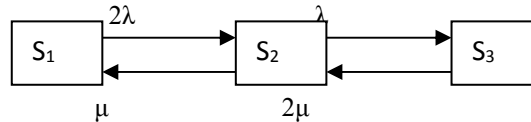
Применив метод минимальных путей определить оценку вероятности безотказной работы объекта.

5. Структурная схема надежности объекта имеет вид. Элементы объекта имеют вероятность безотказной работы как указано на схеме.



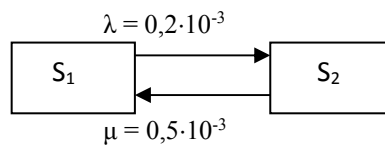
Применив метод минимальных сечений определить оценку вероятности безотказной работы объекта.

6. Размеченный граф состояний восстанавливаемого объекта имеет вид



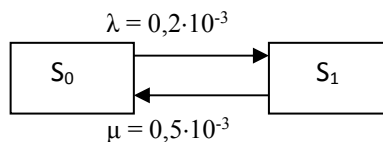
Интенсивности переходов $\lambda = 0,02 \text{ ч}^{-1}$, $\mu = 0,1 \text{ ч}^{-1}$. Путем применения топологического метода определить вероятности состояний объекта P_1, P_2, P_3 .

7. Размеченный граф состояний восстанавливаемого объекта имеет вид



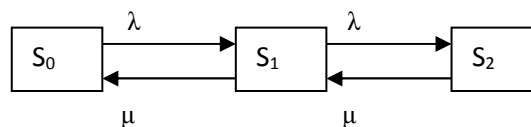
Определить вероятности $P_1(t), P_2(t)$ на момент времени $t = 1000$ час.

8. Размеченный граф состояний восстанавливаемого объекта имеет вид



Определить коэффициент готовности, коэффициент простоя объекта.

9. Размеченный граф состояний системы. Интенсивности переходов $\lambda = 0,02 \text{ ч}^{-1}$, $\mu = 0,1 \text{ ч}^{-1}$.



Применив топологический метод, определить вероятности состояний системы P_1, P_2, P_3 .

Перечень теоретических вопросов и перечни типовых практических заданий к экзамену разного уровня сложности обучающиеся получают в начале семестра через электронную информационно-образовательную среду ИрГУПС, личный кабинет обучающегося.

4 Методические материалы, определяющие процедуру оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

| Наименование оценочного средства | Описание процедуры проведения контрольно-оценочного мероприятия и процедуры оценивания результатов обучения |
|----------------------------------|---|
| Курсовая работа | <p>Выполнение обучающимся курсовой работы осуществляется на заключительном этапе изучения дисциплины. В ходе выполнения курсовой работы осуществляется обучение применению полученных знаний и умений при решении комплексных задач, связанных со сферой будущей профессиональной деятельности. Курсовая работа выполняется в сроки, определенные учебным планом.</p> <p>Студент разрабатывает и оформляет курсовую работу в соответствии с требованиями ЕСПД и ЕСКД. Общее руководство и контроль за ходом выполнения курсовой работы осуществляет преподаватель. По завершении обучающимся курсовой работы руководитель проверяет, подписывает его и передает студенту для подготовки к защите. Защита курсовой работы является обязательной. Курсовая работа оценивается по четырехбалльной системе.</p> <p>Процедура защиты предполагает устную форму ответов студента на вопросы, задаваемые преподавателем. Итоговая оценка курсовой работы выставляется по итогам защиты. Защищенные курсовые работы обучающимся не возвращаются и хранятся в архиве кафедры в течение установленного срока.</p> |
| Экзамен | <p>Промежуточная аттестация в форме экзамена проводится путем устного собеседования по билетам, включающим теоретические вопросы и практические задания. Распределение теоретических вопросов и практических заданий по экзаменационным билетам находится в закрытом доступе. На экзамене обучающийся берет билет. Для подготовки ответа на вопросы экзаменационного билета отводится время в пределах 45 минут. Обучающийся может записывать ответы на вопросы билета на листе устного ответа. Для уточнения уровня знаний умений и навыков преподаватель может задавать дополнительные вопросы. Каждый вопрос билета оценивается по четырехбалльной системе. Итоговая оценка выставляется как среднее арифметическое оценок, полученных за каждый вопрос. В случае получения дробного результата итоговая оценка округляется до целого по правилам округления.</p> |

