

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования



**Пермский национальный исследовательский
политехнический университет**

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по образовательной
деятельности

 А.Б. Петроченков

« 28 » апреля 20 23 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина: Надежность информационных систем
(наименование)

Форма обучения: очная
(очная/очно-заочная/заочная)

Уровень высшего образования: бакалавриат
(бакалавриат/специалитет/магистратура)

Общая трудоёмкость: 108 (3)
(часы (ЗЕ))

Направление подготовки: 09.03.02 Информационные системы и технологии
(код и наименование направления)

Направленность: Информационные системы и технологии (общий профиль,
СУОС)
(наименование образовательной программы)

1. Общие положения

1.1. Цели и задачи дисциплины

Формирование комплекса знаний, умений и навыков в области надёжности информационных систем.

1.2. Изучаемые объекты дисциплины

- Отказы информационных систем; характеристики надёжности;
- единичные и комплексные показатели надёжности информационных систем;
- факторы, влияющие на надёжность информационных систем.

1.3. Входные требования

Не предусмотрены

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ОПК-2	ИД-1ОПК-2	Знать: основные понятия теории надёжности; методы обеспечения и повышения надёжности.	Знает принципы работы современных информационных технологий и программных средств, используемых при проектировании, разработке и эксплуатации информационных систем	Собеседование
ОПК-2	ИД-2ОПК-2	Уметь: использовать положения теории надёжности применительно к информационным системам.	Умеет выбирать информационные технологии и программные средства, необходимые для эффективного решения задач в области профессиональной деятельности	Индивидуальное задание
ОПК-2	ИД-3ОПК-2	Владеть: навыками расчёта показателей надёжности.	Владеет навыками применения современных информационных технологий и программных средств, в том числе отечественного производства, для решения задач в области профессиональной деятельности	Индивидуальное задание

3. Объем и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		6	
1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме:	44	44	
1.1. Контактная аудиторная работа, из них:			
- лекции (Л)	16	16	
- лабораторные работы (ЛР)			
- практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)	26	26	
- контроль самостоятельной работы (КСР)	2	2	
- контрольная работа			
1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)	64	64	
2. Промежуточная аттестация			
Экзамен			
Дифференцированный зачет			
Зачет	9	9	
Курсовой проект (КП)			
Курсовая работа (КР)			
Общая трудоемкость дисциплины	108	108	

4. Содержание дисциплины

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	
6-й семестр				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Критерии надёжности	5	0	8	22
<p>Введение Теория надёжности как научная дисциплина. Краткая история развития теории надёжности. Математический аппарат теории надёжности.</p> <p>Тема 1. Основные понятия и количественные показатели надёжности объектов. Основные определения и понятия теории надёжности. Безотказность, ремонтпригодность, долговечность, сохраняемость. Нарботка, непрерывная и суммарная наработка, наработка до отказа, наработка между отказами, ресурс, срок службы. Комплексные показатели надёжности.</p> <p>Тема 2. Расчёт систем на надёжность. Факторы, влияющие на надёжность объектов. Классификация методов расчёта систем на надёжность. Расчёт надёжности при различных типах соединения элементов в системе. Расчёт надёжности с учётом восстановления и различной глубины контроля.</p>				
Надёжность невосстанавливаемых систем	5	0	8	20
<p>Тема 3. Надёжность резервированных невосстанавливаемых систем. Классификация методов резервирования систем. Расчёт надёжности при общем и отдельном резервировании систем. Расчёт надёжности при резервировании систем с дробной кратностью. Логико-вероятностные методы расчёта резервированных систем. Скользящее резервирование.</p> <p>Тема 4. Системы массового обслуживания. Основные понятия. Классификация моделей массового обслуживания. Параметры и характеристики систем массового обслуживания (СМО). Одноканальные СМО. Многоканальные СМО.</p>				
Надёжность восстанавливаемых систем	6	0	10	22
<p>Тема 5. Математические модели функционирования систем в смысле их надёжности. Граф переходов. Матрица переходов. Уравнение для расчёта надёжности восстанавливаемого объекта с использованием графа переходов. Дифференциальные уравнения Колмогорова–Чапмена. Процессы гибели и размножения.</p>				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Тема 6. Анализ надёжности восстанавливаемых систем. Решение уравнений, описывающих вероятности состояний системы. Стационарное состояние системы. Стационарный коэффициент готовности. Функция готовности. Средняя наработка до отказа восстанавливаемой системы.				
ИТОГО по 6-му семестру	16	0	26	64
ИТОГО по дисциплине	16	0	26	64

Тематика примерных практических занятий

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
1	Вычисление количественных показателей надёжности объектов.
2	Расчёт надёжности при различных типах соединения элементов в системе.
3	Расчёт надёжности при различных типах резервирования систем.
4	Вычисление различных параметров СМО разного типа.
5	Составление графа переходов и уравнений для расчёта надёжности восстанавливаемого объекта с использованием графа переходов.
6	Решение уравнений, описывающих вероятности состояний системы.

5. Организационно-педагогические условия

5.1. Образовательные технологии, используемые для формирования компетенций

Проведение лекционных занятий по дисциплине основывается на активном методе обучения, при котором учащиеся не пассивные слушатели, а активные участники занятия, отвечающие на вопросы преподавателя. Вопросы преподавателя нацелены на активизацию процессов усвоения материала, а также на развитие логического мышления. Преподаватель заранее намечает список вопросов, стимулирующих ассоциативное мышление и установление связей с ранее освоенным материалом.

Практические занятия проводятся на основе реализации метода обучения действием: определяются проблемные области, формируются группы. При проведении практических занятий преследуются следующие цели: применение знаний отдельных дисциплин и креативных методов для решения проблем и принятия решений; отработка у обучающихся навыков командной работы, межличностных коммуникаций и развитие лидерских качеств; закрепление основ теоретических знаний.

Проведение лабораторных занятий основывается на интерактивном методе обучения, при котором обучающиеся взаимодействуют не только с преподавателем, но и друг с другом. При этом доминирует активность учащихся в процессе обучения. Место преподавателя в интерактивных занятиях сводится к направлению деятельности обучающихся на достижение целей занятия.

При проведении учебных занятий используются интерактивные лекции, групповые дискуссии, ролевые игры, тренинги и анализ ситуаций и имитационных моделей.

5.2. Методические указания для обучающихся по изучению дисциплины

При изучении дисциплины обучающимся целесообразно выполнять следующие рекомендации:

1. Изучение учебной дисциплины должно вестись систематически.
2. После изучения какого-либо раздела по учебнику или конспектным материалам рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины, определения, понятия раздела.
3. Особое внимание следует уделить выполнению отчетов по практическим занятиям, лабораторным работам и индивидуальным комплексным заданиям на самостоятельную работу.
4. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается на лекциях преподавателем. Им же даются источники (в первую очередь вновь изданные в периодической научной литературе) для более детального понимания вопросов, озвученных на лекции.

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

6.1. Печатная учебно-методическая литература

№ п/п	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке
1. Основная литература		
1	Гнеденко Б. В., Беляев Ю. К., Соловьев А. Д. Математические методы в теории надежности. Основные характеристики надежности и их статистический анализ. 2-е изд., испр. и доп. Москва : УРСС : Либроком, 2013. 582 с. 36,5 усл. печ. л.	2
2	Острейковский В. А. Теория надежности : учебник для вузов. 2-е изд., испр. М. : Высш. шк., 2008. 463 с.	3

3	Половко А.М., Гуров С.В. Основы теории надежности : учебное пособие для вузов. 2-е изд., перераб. и доп. Санкт-Петербург : БХВ-Петербург, 2006. 702 с.	22
2. Дополнительная литература		
2.1. Учебные и научные издания		
1	Половко А. М., Гуров С. В. Основы теории надежности : практикум учебное пособие для вузов. Санкт-Петербург : БХВ-Петербург, 2006. 559 с. 45,15 усл. печ. л.	17
2	Ушаков И.А. Курс теории надежности систем : учебное пособие для вузов. М. : Дрофа, 2008. 240 с.	5
2.2. Периодические издания		
	Не используется	
2.3. Нормативно-технические издания		
	Не используется	
3. Методические указания для студентов по освоению дисциплины		
	Не используется	
4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента		
	Не используется	

6.2. Электронная учебно-методическая литература

Вид литературы	Наименование разработки	Ссылка на информационный ресурс	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
Дополнительная литература	Половко А.М., Гуров С.В. Основы теории надежности : учебное пособие для вузов. 2-е изд., перераб. и доп. СПб : БХВ-Петербург, 2006. 702 с.	https://elib.pstu.ru/Record/RUPNRPUelib4072	сеть Интернет; авторизованный доступ
Методические указания для студентов по освоению дисциплины	Сабтатулина Т. Л. Численная оценка показателей надёжности информационных систем : методические указания для студентов направления "Информационные системы и технологии". Пермь : Издательство ПНИПУ, 2012.	https://elib.pstu.ru/Record/RUPNRPUelib4644	сеть Интернет; авторизованный доступ

6.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, используемое при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Вид ПО	Наименование ПО
Операционные системы	MS Windows 7 (подп. Azure Dev Tools for Teaching до 27.03.2022)
Офисные приложения.	Microsoft Office Professional 2007. лиц. 42661567

Вид ПО	Наименование ПО
Прикладное программное обеспечение общего назначения	Mathematica Professional Version (лиц. L3263-7820*)
Прикладное программное обеспечение общего назначения	MATLAB 7.9 + Simulink 7.4 Academic, ПНИПУ 2009 г.
Среды разработки, тестирования и отладки	Java (JDK + JRE) Sun License (GPL) свободное ПО
Среды разработки, тестирования и отладки	MS Visual studio 2019 community (Free)

6.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Наименование	Ссылка на информационный ресурс
База данных научной электронной библиотеки (eLIBRARY.RU)	https://elibrary.ru/
Научная библиотека Пермского национального исследовательского политехнического университета	http://lib.pstu.ru/
Электронно-библиотечная система Лань	https://e.lanbook.com/
Электронно-библиотечная система IPRbooks	http://www.iprbookshop.ru/
Информационные ресурсы Сети КонсультантПлюс	http://www.consultant.ru/

7. Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине

Вид занятий	Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения	Количество единиц
Лекция	ноутбук	1
Практическое занятие	ПК	15

8. Фонд оценочных средств дисциплины

Описан в отдельном документе

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«Пермский национальный исследовательский политехнический
университет»**

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

(фонд оценочных средств)

для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

«Надёжность информационных систем»

Приложение к рабочей программе дисциплины

Направление подготовки:	09.03.02 Информационные системы и технологии
Направленность (профиль) образовательной программы:	Информационные системы и технологии (общий профиль, СУОС)
Квалификация выпускника:	«Бакалавр»
Выпускающая кафедра:	Вычислительная математика, механика и биомеханика
Форма обучения:	Очная
Форма промежуточной аттестации:	Зачет

Оценочные материалы (фонд оценочных средств) для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине является частью (приложением) к рабочей программе дисциплины. Для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине устанавливаются формы и процедуры текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине.

1. Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине, объекты оценивания и виды контроля

Согласно РПД освоение учебного материала дисциплины запланировано в течение одного семестра (6-го семестра учебного плана) и разбито на 3 учебных модуля. В каждом модуле предусмотрены аудиторские лекционные и практические занятия, а также самостоятельная работа студентов. В рамках освоения учебного материала дисциплины формируются компоненты компетенций *знать, уметь, владеть*, указанные в РПД, которые выступают в качестве контролируемых результатов обучения по дисциплине (табл. 1.1).

Контроль уровня усвоенных знаний, усвоенных умений и приобретенных владений осуществляется в рамках текущего, рубежного и промежуточного контроля при изучении теоретического материала, сдаче индивидуальных заданий и зачёта. Виды контроля сведены в таблицу 1.1.

Таблица 1.1. Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине

Контролируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУВы)	Вид контроля				
	Текущий		Промежуточный / рубежный	Итоговый	
	С	ТО		ИЗ	Зачет
Усвоенные знания					
З.1 Знать: основные понятия теории надёжности; методы обеспечения и повышения надёжности.	С1-С3	ТО1-ТО3	ИЗ1-ИЗ7		ТВ
Освоенные умения					
У.1 Уметь: использовать положения теории надёжности применительно к информационным системам.			ИЗ1-ИЗ7		ПЗ
Приобретенные владения					
В.1 Владеть: навыками расчёта показателей надёжности.			ИЗ1-ИЗ7		ПЗ

С – собеседование по теме; ТО – теоретический опрос; ИЗ – индивидуальное задание; ТВ – теоретический вопрос; ПЗ – практическое задание.

Итоговой оценкой достижения результатов обучения по дисциплине является промежуточная аттестация в виде зачёта, проводимая по результатам текущего, промежуточного и рубежного контроля.

1. Виды контроля, типовые контрольные задания и шкалы оценивания результатов обучения

Текущий контроль успеваемости имеет целью обеспечение максимальной эффективности учебного процесса, управление процессом формирования заданных компетенций обучаемых, повышение мотивации к учебе и предусматривает оценивание хода освоения дисциплины. В соответствии с Положением о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной

аттестации обучающихся по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, специалитета и магистратуры в ПНИПУ предусмотрены следующие виды и периодичность текущего контроля успеваемости обучающихся:

- входной контроль, проверка исходного уровня подготовленности обучающегося и его соответствия предъявляемым требованиям для изучения данной дисциплины;

- текущий контроль усвоения материала (уровня освоения компонента «знать» заданных компетенций) на каждом групповом занятии и контроль посещаемости лекционных занятий;

- промежуточный и рубежный контроль освоения обучающимися отдельных компонентов «знать», «уметь» заданных компетенций путем компьютерного или бланочного тестирования, контрольных опросов, контрольных работ (индивидуальных домашних заданий), защиты отчетов по лабораторным работам, рефератов, эссе и т.д.

Рубежный контроль по дисциплине проводится на следующей неделе после прохождения модуля дисциплины, а промежуточный – во время каждого контрольного мероприятия внутри модулей дисциплины;

- межсессионная аттестация, единовременное подведение итогов текущей успеваемости не менее одного раза в семестр по всем дисциплинам для каждого направления подготовки (специальности), курса, группы;

- контроль остаточных знаний.

2.1. Текущий контроль усвоения материала

Текущий контроль усвоения материала в форме собеседования или выборочного теоретического опроса студентов проводится по каждой теме. Результаты по 5-балльной шкале оценивания заносятся в книжку преподавателя и учитываются в виде интегральной оценки при проведении промежуточной аттестации.

2.2. Промежуточный и рубежный контроль

Промежуточный и рубежный контроль для комплексного оценивания усвоенных знаний, освоенных умений и приобретенных владений (табл. 1.1) проводится в форме защиты индивидуальных заданий.

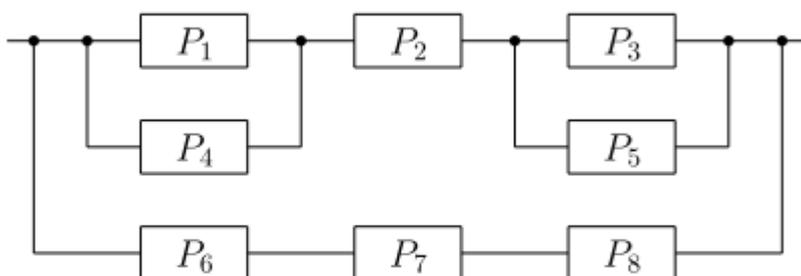
2.2.1. Защита индивидуальных заданий

Всего запланировано 7 индивидуальных заданий. Первое ИЗ и второе ИЗ по модулю 1 «Критерии надёжности», третье и четвёртое ИЗ по модулю 2 «Надёжность невосстанавливаемых систем», пятое, шестое и седьмое ИЗ по модулю 3 «Надёжность восстанавливаемых систем».

Типовые задания первого ИЗ:

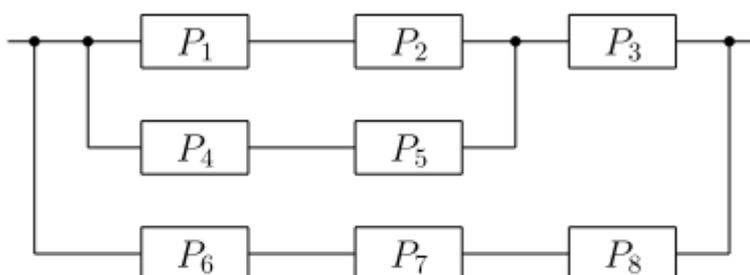
Найти вероятность безотказной работы системы по заданным вероятностям P_i безотказной работы элементов.

Вариант 1



i	1	2	3	4	5	6	7	8
P_i	0,92	0,99	0,93	0,95	0,91	0,94	0,97	0,9

Вариант 2



i	1	2	3	4	5	6	7	8
P_i	0,82	0,89	0,83	0,85	0,81	0,84	0,87	0,9

Типовые задания второго ИЗ:

Для элемента известен закон распределения времени работы до отказа.
Найти значения следующих показателей надёжности:

- 1) вероятность безотказной работы;
- 2) средняя наработка до отказа (среднее время безотказной работы);
- 3) среднее квадратическое отклонение и дисперсию времени безотказной работы;
- 4) интенсивность отказов;
- 5) плотность распределения времени до отказа;
- 6) гамма-процентную наработку до отказа ($\gamma = 0, 10, 20, \dots, 100$).

Графически отобразить найденные величины.

Вариант 1. $U(0, 1000)$

Вариант 2. $\text{Exp}(10^{-4})$

Типовые задания третьего ИЗ:

Интернет-провайдер «Почтальон Печкин» предлагает новые услуги связи в районе Простоквашино. Было подключено n абонентов. За первые t минут работы выяснилось, что в интервале времени от 0 до Δt произошёл отказ связи у n_1 абонентов, в интервале от Δt до $2\Delta t$ у n_2 абонентов и т.д. Восстановления нет, $N = n_1 + n_2 + \dots + n_{10}$. Определить следующие показатели надёжности:

- 1) вероятность безотказной работы;
- 2) среднюю наработку до отказа (среднее время безотказной работы);
- 3) среднее квадратическое отклонение и дисперсию времени безотказной работы;
- 4) интенсивность отказов;
- 5) плотность распределения времени до отказа.

Графически отобразить найденные величины.

Вариант 1

$$t = 100, \Delta t = 10,$$

$$n_1 = 150, n_2 = 100, n_3 = 50, n_4 = 200, n_5 = 100,$$

$$n_6 = 100, n_7 = 80, n_8 = 20, n_9 = 90, n_{10} = 10$$

Вариант 2

$$t = 100, \Delta t = 10,$$

$$n_1 = 500, n_2 = 100, n_3 = 50, n_4 = 20, n_5 = 10,$$

$$n_6 = 1, n_7 = 8, n_8 = 2, n_9 = 9, n_{10} = 0$$

Типовые задания четвёртого ИЗ:

Дана система из пяти равнонадёжных последовательно соединённых элементов с известной вероятностью безотказной работы P . Определить вероятность безотказной работы системы:

- 1) без резервирования;
- 2) при общем резервировании с постоянно включенным резервом кратностью k ;
- 3) при общем резервировании с замещением кратностью k , если известны вероятности работы переключателей $P_{Пj}$, $j = 1, 2, \dots, k$;
- 4) при отдельном резервировании с постоянно включенным резервом кратностью k_i для i -того элемента, $i = 1, 2, 3, 4, 5$;
- 5) при резервировании с дробной кратностью m_1, m_2 .

Всюду резервированные и резервируемые элементы равнонадёжны. Также определить выигрыш надёжности и сделать выводы.

Вариант 1

$$P = 0,95,$$

$$k = 3,$$

$$P_{\Pi 1} = 0,99, P_{\Pi 2} = 0,8, P_{\Pi 3} = 0,97,$$

$$k_1 = 2, k_2 = 2, k_3 = 3, k_4 = 5, k_5 = 2,$$

$$m_1 = 3/5, m_2 = 6/5$$

Вариант 2

$$P = 0,92,$$

$$k = 3,$$

$$P_{\Pi 1} = 0,9, P_{\Pi 2} = 0,87, P_{\Pi 3} = 0,99,$$

$$k_1 = 3, k_2 = 2, k_3 = 4, k_4 = 2, k_5 = 3,$$

$$m_1 = 4/5, m_2 = 6/5$$

Типовые задания пятого ИЗ:

Вариант 1. Одноканальная СМО с отказами (без очереди).

Вариант 2. Одноканальная СМО с бесконечной очередью.

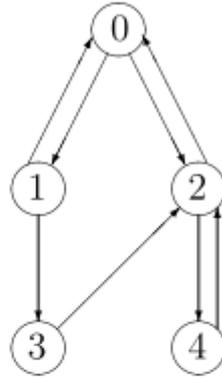
Требуется: нарисовать граф, вывести систему дифференциальных уравнений, найти установившееся (=предельное) состояние.

Типовые задания шестого ИЗ:

По предложенному графу переходов составить систему дифференциальных уравнений, определяющих вероятности состояний. Вероятности переходов из одного состояния в другое предполагаются распределёнными по экспоненциальному закону и заданы своими интенсивностями: λ_{ij} — интенсивность перехода из состояния i в состояние j .

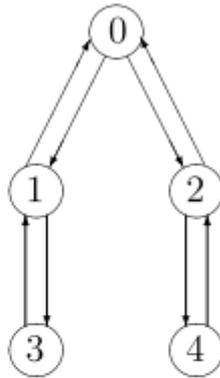
Определить установившееся состояние.

Вариант 1



λ_{ij}	0	1	2	3	4
0	–	1,0	0,2	–	–
1	0,5	–	–	3,0	–
2	4,0	–	–	–	2,0
3	–	–	5,0	–	–
4	–	–	1,0	–	–

Вариант 2



λ_{ij}	0	1	2	3	4
0	–	0,9	0,5	–	–
1	0,5	–	–	2,0	–
2	4,0	–	–	–	2,0
3	–	1,0	–	–	–
4	–	–	1,0	–	–

Типовые задания седьмого ИЗ:

1. Система состоит из трёх подсистем. Для работы системы в целом необходимо, чтобы работала хотя бы одна подсистема. Интенсивности отказа подсистем одинаковы и равны $\lambda=2\text{ч}^{-1}$. Восстановление отказавших подсистем производится одной ремонтной бригадой по принципу прямого приоритета (в порядке поломки). Среднее время восстановления одной подсистемы $T=0,5\text{ч}$. Определить установившееся состояние.
2. Система состоит из трёх подсистем. Для работы системы в целом необходимо, чтобы работала хотя бы одна подсистема. Интенсивности отказа подсистем одинаковы и равны $\lambda=2\text{ч}^{-1}$. Восстановление отказавших подсистем производится одной ремонтной бригадой по принципу обратного приоритета (сначала восстанавливают ту подсистему, что отказала последней). Среднее время восстановления одной подсистемы $T=0,5\text{ч}$. Определить установившееся состояние.

Защита индивидуального задания проводится индивидуально каждым студентом или группой студентов. Типовые шкала и критерии оценки приведены в общей части ФОС образовательной программы.

2.3. Промежуточная аттестация (итоговый контроль)

2.3.1. Процедура промежуточной аттестации без дополнительного аттестационного испытания

Промежуточная аттестация проводится в форме зачета. Зачет по дисциплине основывается на результатах текущего, промежуточного и рубежного контроля по данной дисциплине.

Критерии выведения итоговой оценки за компоненты компетенций при проведении промежуточной аттестации в виде зачета приведены в общей части ФОС образовательной программы.

2.3.2. Процедура промежуточной аттестации с проведением аттестационного испытания

В отдельных случаях (например, в случае переаттестации дисциплины) промежуточная аттестация в виде зачета по дисциплине может проводиться с проведением аттестационного испытания по билетам. Билет содержит теоретические вопросы (ТВ) для проверки усвоенных знаний, практические задания (ПЗ) для проверки усвоенных умений и комплексные задания (КЗ) для контроля уровня приобретенных владений всех заявленных компетенций.

Билет формируется таким образом, чтобы в него попали вопросы и практические задания, контролирующие уровень сформированности *всех* заявленных компетенций.

2.3.2.1. Типовые вопросы и задания для зачета по дисциплине

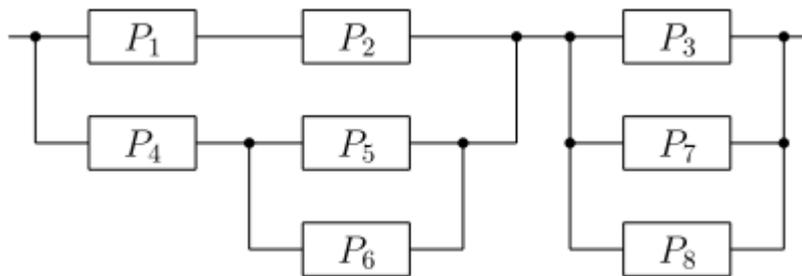
Типовые вопросы для контроля усвоенных знаний:

1. Основные определения и понятия теории надёжности. Безотказность, ремонтпригодность, долговечность, сохраняемость.

2. Математический аппарат теории надёжности.
3. Расчёт надёжности при различных типах соединения элементов в системе.
4. Расчёт надёжности при общем и отдельном резервировании систем.
5. Параметры и характеристики систем массового обслуживания.
6. Дифференциальные уравнения Колмогорова–Чапмена.

Типовые практические задания для контроля освоенных умений:

1. Вычислить вероятность безотказной работы для элемента, распределённого по равномерному закону $U(30,1500)$.
2. Вычислить среднее время безотказной работы для элемента, распределённого по равномерному закону $\text{Exp}(4 \cdot 10^{-5})$.
3. Найти вероятность безотказной работы системы по заданным вероятностям P_i , безотказной работы элементов.



Типовые практические задания для контроля приобретенных владений:

1. Проанализировать зависимость вероятности безотказной работы от кратности резерва при общем резервировании.
2. Для системы состоящей из четырёх последовательно соединённых элементов проанализировать зависимость вероятности безотказной работы от кратности резерва при отдельном резервировании.
3. Система состоит из трёх подсистем. Для работы системы в целом необходимо, чтобы работала хотя бы одна подсистема. Интенсивности отказа подсистем одинаковы и равны $\lambda=2$ 1/ч. Восстановление производится одной ремонтной бригадой с второй подсистемы, после чего по принципу прямого приоритета (в порядке поломки) восстанавливаются две другие системы. Среднее время восстановления одной подсистемы $T=0,5$ ч. Определить вероятности нахождения в каждом из состояний и коэффициент готовности в установившемся режиме. А также, решив систему дифференциальных уравнений, найти данные показатели как функции времени при условии, что в начальный момент времени система находилась в состоянии 0.

2.3.2.2. Шкалы оценивания результатов обучения на зачете

Оценка результатов обучения по дисциплине в форме уровня сформированности компонентов *знать, уметь, владеть* заявленных компетенций проводится по 4-х балльной шкале оценивания.

Типовые шкала и критерии оценки результатов обучения при сдаче зачета

для компонентов *знать, уметь и владеть* приведены в общей части ФОС образовательной программы.

3. Критерии оценивания уровня сформированности компонентов и компетенций

3.1. Оценка уровня сформированности компонентов компетенций

При оценке уровня сформированности компетенций в рамках выборочного контроля при зачете считается, что *полученная оценка за компонент проверяемой в билете компетенции обобщается на соответствующий компонент всех компетенций, формируемых в рамках данной учебной дисциплины.*

Общая оценка уровня сформированности всех компетенций проводится путем агрегирования оценок, полученных студентом за каждый компонент формируемых компетенций, с учетом результатов текущего и рубежного контроля в виде интегральной оценки по 5-ти балльной шкале. Все результаты контроля заносятся в оценочный лист и заполняются преподавателем по итогам промежуточной аттестации.

Форма оценочного листа и требования к его заполнению приведены в общей части ФОС образовательной программы.

При формировании итоговой оценки промежуточной аттестации в виде зачета используются типовые критерии, приведенные в общей части ФОС образовательной программы.