

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Комсомольский-на-Амуре государственный университет»

Кафедра «Технология самолетостроения»

УТВЕРЖДАЮ

Первый проректор

И.В. Макурин

« 15 » 01 2018 г.



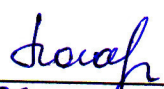
РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины «Надежность, безопасность и живучесть»
основной профессиональной образовательной программы
подготовки специалистов
по специальности 24.05.07 «Самолёто- и вертолётостроение»
специализация «Технологическое проектирование
высокоресурсных конструкций самолётов и вертолётов»

Форма обучения	очная
Технология обучения	традиционная


Комсомольск-на-Амуре 2018

Автор рабочей программы
старший преподаватель кафедры
«Технология самолётостроения»

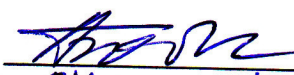

М.М. Погарцева
« 06 » 12 2014 г.

СОГЛАСОВАНО


Директор библиотеки


И.А. Романовская
« 11 » 12 2014 г.

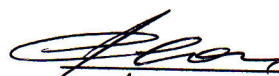
Заведующий кафедрой
«Технология самолётостроения»


А.В. Бобков
« 04 » 12 2014 г.


Заведующий выпускающей кафедрой
«Технология самолётостроения»


А.В. Бобков
« 04 » 12 2014 г.

Декан самолетостроительного
факультета


С.И. Феоктистов
« 11 » 12 2014 г.

Начальник учебно-методического
управления


Е.Е. Поздеева
« 15 » 12 2014 г.

Введение

Рабочая программа дисциплины «Надежность, безопасность и живучесть» составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 12.09.2016 № 1165, и основной профессиональной образовательной программы подготовки специалистов по специальности 24.05.07 «Самолёто- и вертолётостроение».

1 Аннотация дисциплины

Наименование дисциплины	Надежность, безопасность и живучесть							
Цель дисциплины	Овладение теоретическими и практическими основами методов повышения надежности, безопасности и живучести самолетов.							
Задачи дисциплины	Сформировать знания, умения и навыки по устранению недостатков конструкции самолетов, выявленных в эксплуатации или испытаниях;							
Основные разделы дисциплины	1. Теоретические основы надежности летательных аппаратов; 2. Методы оценки надежности летательных аппаратов; 3. Эксплуатационная технологичность летательных аппаратов; 4. Безопасность и живучесть летательных аппаратов.							
Общая трудоемкость дисциплины	4 зач ед/ 144 академических часа							
	Се- местр	Аудиторная нагрузка, ч				СРС, ч	Промежу- точная ат- тестация, ч	Всего за се- местр, ч
		Лекции	Пр. зая- тия	Лаб. рабо- ты	Курсовое проектиро- вание			
10	34	17	17	-	76	-	144	
ИТОГО:		34	34	-	-	76	-	144

2 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами образовательной программы

Дисциплина «Надежность, безопасность и живучесть» нацелена на формирование компетенций, знаний, умений и навыков, указанных в таблице 1.

Таблица 1 – Компетенции, знания, умения, навыки

Наименование и шифр компетенции, в формировании которой принимает участие дисциплина	Перечень формируемых знаний, умений, навыков, предусмотренных образовательной программой		
	Перечень знаний (с указанием шифра)	Перечень умений (с указанием шифра)	Перечень навыков (с указанием шифра)
ПСК-4.4 Способностью и готовностью участвовать в разработке технологических рекомендаций для обеспечения заданного ресурса конструкции	31 (ПСК-4.4-2) Знать: основные понятия и показатели надежности безопасности и живучести самолета, критерии надежности самолета.	У1 (ПСК-4.4-2) Уметь: анализировать статистические данные об отказах и неисправностях систем самолета.	Н1(ПСК-4.4-2) Владеть: расчетными методами прогнозирования безотказности, долговечности, ремонтпригодности и сохраняемости самолета
	32 (ПСК-4.4-2) Знать: основные понятия и показатели надежности безопасности и живучести самолета, критерии надежности самолета.	У2 (ПСК-4.4-2) Уметь: оценивать фактическую надежность самолета в целом и его систем по результатам испытаний.	Н2(ПСК-4.4-2) Владеть: методами структурных и логических схем оценки надежности самолета и его систем.
	33 (ПСК-4.4-2) Знать: основы эксплуатационной технологичности летательных аппаратов, знает теорию массового обслуживания.	У3 (ПСК-4.4-2) Уметь: оценивать различные показатели эксплуатационной технологичности летательных аппаратов на этапе проектирования.	Н3(ПСК-4.4-2) Владеть: расчетными методами оценки показателей удельной трудоемкости технического обслуживания летательных аппаратов
	34 (ПСК-4.4-2) Знать: основы безопасности и живучести летательных аппаратов.	У4 (ПСК-4.4-2) Уметь: оценивать показатели безопасности и живучести различных типов летательных аппаратов.	Н4(ПСК-4.4-2) Владеть: расчетными методами оценки показателей безопасности и живучести летательных аппаратов

3 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина «Надежность, безопасность и живучесть» изучается на 5-ом курсе в 10-ом семестре.

Дисциплина является дисциплиной по выбору, входит в состав блока 2 «Дисциплины (модули)» и относится к вариативной части.

Для освоения дисциплины необходимы знания, умения, навыки, сформированные на предыдущих этапах освоения компетенции ПСК-4.4 в про-

цессе изучения дисциплин «Статистические методы оценки надёжности технических систем», «Обеспечение заданного ресурса конструкций самолётов».

Входной контроль не проводится.

4 Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость (объем) дисциплины составляет 4 зачетные единицы, 144 академических часа.

Распределение объема дисциплины (модуля) по видам учебных занятий представлено в таблице 2.

Таблица 2 – Объем дисциплины (модуля) по видам учебных занятий

Объем дисциплины	Очная форма обучения
Общая трудоемкость дисциплины	144
Контактная работа обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий), всего	68
В том числе:	
занятия лекционного типа (лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации педагогическими работниками):	34
занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия)	34
Самостоятельная работа обучающихся и контактная работа, включающая групповые консультации, индивидуальную работу обучающихся с преподавателями (в том числе индивидуальные консультации); взаимодействие в электронной информационно-образовательной среде вуза	76
Промежуточная аттестация обучающихся	-

5 Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

Таблица 3 – Структура и содержание дисциплины (модуля)

Наименование разделов, тем и содержание материала	Компонент учебного плана	Трудо-емкость (в часах)	Форма проведения	Планируемые (контролируемые) результаты освоения	
				Компетенции	Знания, умения, навыки
Раздел 1 Теоретические основы надежности летательных аппаратов					
Тема 1 Методы повышения надежности сложных технических систем	Лекция	2	Интерактивная (презентация)	ПСК-4.4-2	31(ПСК-4.4-2)
Тема 2 Количественные показатели надежности, безопасности, живучести и эксплуатационной технологичности самолета. Взаимосвязь эффективности, надежности и живучести самолета.	Лекция	2	Интерактивная (презентация)	ПСК-4.4-2	31(ПСК-4.4-2)
Тема 3 Экономический аспект проблемы повышения надежности самолета.	Лекция	1	Интерактивная (презентация)	ПСК-4.4-2	31(ПСК-4.4-2)
Тема 4 Понятие отказа, как случайного события. Виды отказов и неисправностей. Дискретные случайные величины и вероятности их распределения. Числовые характеристики дискретных случайных величин. Основные свойства показателей безотказности.	Лекция	2	Интерактивная (презентация)	ПСК-4.4-2	31(ПСК-4.4-2)

Тема 5 Особенности функционирования самолета и анализ возможных критериев оценки надежности его систем.	Лекция	2	Интерактивная (презентация)	ПСК-4.4-2	31(ПСК-4.4-2)
Тема 6 Безотказность самолета за время выполнения задания. Надежность группы самолетов при отсутствии восстановления.	Лекция	2	Интерактивная (презентация)	ПСК-4.4-2	31(ПСК-4.4-2)
Тема 7 Системы учета отказов и неисправностей авиационной техники. Изменение коэффициента отказов и параметра потока отказов основных систем самолета по годам эксплуатации. Распределение отказов и неисправностей по налету самолета. Фактические значения показателей безотказности современных самолетов	Лекция	2	Интерактивная (презентация)	ПСК-4.4-2	31(ПСК-4.4-2)
Тема 8 Основные тенденции изменения конструкции самолетов, влияющие на их безотказность.	Лекция	1	Интерактивная (презентация)	ПСК-4.4-2	31(ПСК-4.4-2)
Тема 9 Анализ карточек неисправностей (КУН). Причины типовых отказов и неисправностей систем планера самолета.	Лекция	1	Интерактивная (презентация)	ПСК-4.4-2	31(ПСК-4.4-2)
Тема 10	Лекция	2	Интерактивная	ПСК-	31(ПСК-4.4-2)

Конструктивные мероприятия по повышению надежности систем планера самолета.			(презентация)	4.4-2	
Тема 11 Биноминальный закон и закон Пуассона. Опытные значения вероятностей дискретных случайных величин. Математическое ожидание. Дисперсия. Среднее квадратичное отклонение. Коэффициент вариации	Практическое занятие	2	Традиционная. Решение прикладных задач	ПСК-4.4-2	У1(ПСК-4.4-2) Н1(ПСК-4.4-2)
	Самостоятельная работа обучающихся (изучение теоретических разделов дисциплины)	18	Чтение основной и дополнительной литературы. Конспектирование	ПСК-4.4-2	31(ПСК-4.4-2)
	Самостоятельная работа обучающихся (подготовка к практическому занятию)	2	Освоение материала раздела дисциплины. Подготовка к практическому занятию.	ПСК-4.4-2	31(ПСК-4.4-2)
	Самостоятельная работа обучающихся (подготовка к тестированию)	4	Изучение теоретического материала	ПСК-4.4-2	31(ПСК-4.4-2)
	Текущий контроль по разделу 1	2	Тестирование по темам раздела	ПСК-4.4-2	31(ПСК-4.4-2)
ИТОГО по разделу 1	Занятия лекционного типа	18	-	-	-
	Занятия семинарского типа	4	-	-	-
	Самостоятельная работа обучающихся	24	-	-	-

Раздел 2 Методы оценки надежности летательных аппаратов					
<p>Тема 1 Метод структурных схем. Теоремы и понятия теории вероятностей, при расчетах надежности систем. Последовательное и параллельное функционирование элементов.</p>	Лекция	1	Интерактивная (презентация)	ПСК-4.4-2	32(ПСК-4.4-2)
<p>Тема 2 Метод логических схем. Алгоритм оценки безотказности самолета в целом на этапе эскизного проекта. Оценка точности расчетных значений показателей безотказности.</p>	Лекция	1	Интерактивная (презентация)	ПСК-4.4-2	32(ПСК-4.4-2)
<p>Тема 3 Разработка программ испытаний на надежность. Метод фактической наработки на отказ (доверительных интервалов). Определение фактического ресурса агрегатов самолета по результатам испытаний. Эквивалентные и сертификационные испытания.</p>	Лекция	2	Интерактивная (презентация)	ПСК-4.4-2	32(ПСК-4.4-2)
<p>Тема 4 Модель функционирования группы. Критерий надежности группы самолетов. Вероятность готовности группы за время дежур-</p>	Практическое занятие	2	Традиционная. Решение прикладных задач	ПСК-4.4-2	У2(ПСК-4.4-2) Н2(ПСК-4.4-2)

ства. Вероятность готовности потребного числа самолетов в воздухе.					
Тема 5 Законы алгебры логики. Законы ассоциативности, коммутативности, идемпотентности, дистрибутивности.	Практическое занятие	2	Традиционная. Решение прикладных задач	ПСК-4.4-2	У2(ПСК-4.4-2) Н2(ПСК-4.4-2)
Тема 6 Расчет надежности насосной группы топливной системы самолета. Полная группа несовместных событий.	Практическое занятие	2	Традиционная. Решение прикладных задач	ПСК-4.4-2	У2(ПСК-4.4-2) Н2(ПСК-4.4-2)
Тема 7 Величина доверительной вероятности. Точечная статистическая оценка.	Практическое занятие	2	Традиционная. Решение прикладных задач	ПСК-4.4-2	У2(ПСК-4.4-2) Н2(ПСК-4.4-2)
Тема 8 Оценка фактической безотказности по результатам выполнения первого этапа программы совместных летных испытаний.	Практическое занятие	2	Традиционная. Решение прикладных задач	ПСК-4.4-2	У2(ПСК-4.4-2) Н2(ПСК-4.4-2)
Тема 9 Определение фактического ресурса агрегатов самолета по результатам испытаний. Коэффициент перекрытия ресурса.	Практическое занятие	2	Традиционная. Решение прикладных задач	ПСК-4.4-2	У2(ПСК-4.4-2) Н2(ПСК-4.4-2)
Тема 10 Назначение потребного числа агрегатов для испытаний. Таблица квантилей нормального распределения.	Практическое занятие	2	Традиционная. Решение прикладных задач	ПСК-4.4-2	У2(ПСК-4.4-2) Н2(ПСК-4.4-2)

	Самостоятельная работа обучающихся (изучение теоретических разделов дисциплины)	4	Чтение основной и дополнительной литературы. Конспектирование	ПСК-4.4-2	32(ПСК-4.4-2)
	Самостоятельная работа обучающихся (подготовка к практическому занятию)	7	Освоение материала раздела дисциплины. Подготовка к практическому занятию.	ПСК-4.4-2	32(ПСК-4.4-2)
	Самостоятельная работа обучающихся (подготовка к тестированию)	4	Изучение теоретического материала	ПСК-4.4-2	31(ПСК-4.4-2)
	Самостоятельная работа обучающихся (выполнение контрольной работы)	12	Защита контрольной работы	ПСК-4.4-2	31(ПСК-4.4-2) У1(ПСК-4.4-2) Н1(ПСК-4.4-2) 32(ПСК-4.4-2) У2(ПСК-4.4-2) Н2(ПСК-4.4-2)
	Текущий контроль по разделу 2	2	Тестирование по темам раздела	ПСК-4.4-2	31(ПСК-4.4-2)
ИТОГО по разделу 2	Занятия лекционного типа	4	-	-	-
	Занятия семинарского типа	16	-	-	-
	Самостоятельная работа обучающихся	27	-	-	-
Раздел 3 Эксплуатационная технологичность летательных аппаратов					
Тема 1 Значение эксплуатационной технологичности самолета. Удельная трудоемкость технического обслуживания. Фактические значения показателей эксплуатационной технологичности современных са-	Лекция	1	Интерактивная (презентация)	ПСК-4.4-2	33(ПСК-4.4-2)

молетов. Расчетная оценка удельной трудоемкости технического обслуживания самолета.					
Тема 2 Конструктивные решения, повышающие эксплуатационную технологичность самолета.	Лекция	1	Интерактивная (презентация)	ПСК-4.4-2	33(ПСК-4.4-2)
Тема 3 Бортовые и наземные системы контроля. Методы технического обслуживания	Лекция	1	Интерактивная (презентация)	ПСК-4.4-2	33(ПСК-4.4-2)
Тема 4 Предварительная, предполетная и послеполетная подготовка самолетов. Подготовка самолета к повторному вылету. Цикловой график. Влияние периодического обслуживания самолета на его надежность.	Лекция	2	Интерактивная (презентация)	ПСК-4.4-2	33(ПСК-4.4-2)
Тема 5 Роль наземного оборудования в обеспечении надежной эксплуатации самолета. Изоляция самолета от вредных воздействий. Профилактический ремонт самолетов	Лекция	1	Интерактивная (презентация)	ПСК-4.4-2	33(ПСК-4.4-2)
Тема 6 Коэффициент готовности и удельная трудоемкость технического обслуживания.	Практическое занятие	2	Традиционная. Решение прикладных задач	ПСК-4.4-2	УЗ(ПСК-4.4-2) НЗ(ПСК-4.4-2)

Тема 7 Расчетная оценка удельной трудоемкости технического обслуживания самолета.	Практическое занятие	2	Традиционная. Решение прикладных задач	ПСК-4.4-2	У3(ПСК-4.4-2) Н3(ПСК-4.4-2)
Тема 8 Доступность и легкосъемность. Показатели доступности и легкосъемности. Подсчет элементарных движений	Практическое занятие	2	Традиционная. Решение прикладных задач	ПСК-4.4-2	У3(ПСК-4.4-2) Н3(ПСК-4.4-2)
	Самостоятельная работа обучающихся (изучение теоретических разделов дисциплины)	6	Чтение основной и дополнительной литературы. Конспектирование	ПСК-4.4-2	31(ПСК-4.4-2)
	Самостоятельная работа обучающихся (подготовка к практическому занятию)	3	Освоение материала раздела дисциплины. Подготовка к практическому занятию.	ПСК-4.4-2	33(ПСК-4.4-2)
	Самостоятельная работа обучающихся (подготовка к тестированию)	4	Изучение теоретического материала	ПСК-4.4-2	31(ПСК-4.4-2)
	Текущий контроль по разделу 3	2	Тестирование по темам раздела	ПСК-4.4-2	31(ПСК-4.4-2)
ИТОГО по разделу 3	Занятия лекционного типа	6	-	-	-
	Занятия семинарского типа	8	-	-	-
	Самостоятельная работа обучающихся	13	-	-	-
Раздел 4 Безопасность и живучесть летательных аппаратов					
Тема 1 Безопасность. Виды летных происшествий. Фактические значения показателей	Лекция	2	Интерактивная (презентация)	ПСК-4.4-2	34(ПСК-4.4-2)

безопасности самолетов. Основные причины летных происшествий современных самолетов.					
Тема 2 Конструктивные мероприятия по повышению безопасности самолетов.	Лекция	0,5	Интерактивная (презентация)	ПСК-4.4-2	34(ПСК-4.4-2)
Тема 4 Выбор числа двигателей по критерию безопасности.	Лекция	0,5	Интерактивная (презентация)	ПСК-4.4-2	34(ПСК-4.4-2)
	Практическое занятие	2	Традиционная. Решение прикладных задач	ПСК-4.4-2	У4(ПСК-4.4-2) Н4(ПСК-4.4-2)
Тема 5 Критерий безопасной работы системы двигателей	Практическое занятие	2	Традиционная. Решение прикладных задач	ПСК-4.4-2	У4(ПСК-4.4-2) Н4(ПСК-4.4-2)
Тема 6 Бортовые и наземные средства обеспечения безопасности полетов. Безопасность при техническом обслуживании	Лекция	1	Интерактивная (презентация)	ПСК-4.4-2	34(ПСК-4.4-2)
Тема 7 Живучесть. Основные определения. Показатели важнейших свойств. Выживаемость экипажа и пассажиров. Возможные зоны поражения самолета различными средствами. Воздействие различных поражающих средств на самолет. Броневая защита.	Лекция	1	Интерактивная (презентация)	ПСК-4.4-2	34(ПСК-4.4-2)
Тема 8 Конструктивно-компоновочные решения, повы-	Лекция	1	Интерактивная (презентация)	ПСК-4.4-2	34(ПСК-4.4-2)

шающие живу- честь самолета.					
	Самостоятель- ная работа обу- чающихся (изучение теор- етических разделов дис- циплины)	6	Чтение основ- ной и дополни- тельной литера- туры. Конспек- тирование	ПСК- 4.4-2	31(ПСК-4.4-2)
	Самостоятель- ная работа обу- чающихся (подготовка к практическо- му занятию)	2	Освоение ма- териала разде- ла дисципли- ны. Подготов- ка к практиче- скому заня- тию.	ПСК- 4.4-2	33(ПСК-4.4-2)
	Самостоятель- ная работа обу- чающихся (подготовка к тестированию)	4	Изучение теоретического материала	ПСК- 4.4-2	31(ПСК-4.4-2)
	Текущий контроль по разделу 4	2	Тестирование по темам раз- дела	ПСК- 4.4-2	31(ПСК-4.4-2)
ИТОГО по разделу 4	Занятия лекционного типа	6	-	-	
	Занятия семинарского типа	6	-	-	
	Самостоя- тельная рабо- та обучаю- щихся	12	-	-	
Промежуточная аттестация по дисциплине			Зачёт с оцен- кой (диффе- ренцирован- ный зачёт)		
ИТОГО по дисциплине	Занятия лекционного типа	34	-	-	-
	Занятия семинарского типа	34	-	-	-
	Самостоя- тельная рабо- та обучаю- щихся	76	-	-	-
ИТОГО: общая трудоемкость дисциплины 144 часов, в том числе с использованием активных методов обучения 34 часа					

6 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Самостоятельная работа обучающихся, осваивающих дисциплину «Надежность, безопасность и живучесть», состоит из следующих компонентов: изучение теоретических разделов дисциплины; подготовка к тестированию, подготовка к практическим занятиям и выполнение контрольной работы.

Для успешного выполнения всех разделов самостоятельной работы учащимся рекомендуется использовать следующее учебно-методическое обеспечение:

1. РД 013-2016 «Текстовые студенческие работы. Правила оформления». – Введ. 2016-03-10. – Комсомольск-на-Амуре: ФГБОУ ВО «КнАГТУ», 2016. – 56 с.

2. СТО 7.5-17 Положение о самостоятельной работе студентов ФГБОУ ВПО «КнАГТУ». – Введ. 2015-04-06. – Комсомольск-на-Амуре: ФГБОУ ВПО «КнАГТУ», 2015. – 24 с.

Рекомендуемый график выполнения самостоятельной работы представлен в таблице 4.

Таблица 5 – График выполнения самостоятельной работы студентов

Вид самостоятельной работы	Часов в неделю																	Итого по видам работ
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	
Изучение теоретических разделов дисциплины	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	34
Подготовка к тестированию						2	2		2	2		2	2		2	2		16
Подготовка к практическим занятиям				1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		14
Выполнение контрольной работы (КР)						1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	12
ИТОГО в 10 семестре	2	2	2	3	3	6	6	4	6	6	4	6	6	4	6	6	3	76

7 Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

Таблица 5 – Паспорт фонда оценочных средств

Контролируемые разделы дисциплины	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства	Показатели оценки
Теоретические основы надежности летательных аппаратов.	31(ПСК-4.4-2)	Тестирование по разделу 1	<ul style="list-style-type: none"> - знание основных понятий и показателей надежности, безопасности и живучести самолета; - знание критериев надежности самолета; - умение выбрать и логически написать ответ.
Методы оценки надежности летательных аппаратов.	32(ПСК-4.4-2)	Тестирование по разделу 2	<ul style="list-style-type: none"> - знание причины отказов и неисправностей систем самолета и самолета в целом; - умение выбрать и логически написать ответ.
Эксплуатационная технологичность летательных аппаратов.	33(ПСК-4.4-2)	Тестирование по разделу 3	<ul style="list-style-type: none"> - знание основ эксплуатационной технологичности летательных аппаратов; - знание теории массового обслуживания самолетов; - умение выбрать и логически написать ответ.
Безопасность и живучесть летательных аппаратов.	34(ПСК-4.4-2)	Тестирование по разделу 4	<ul style="list-style-type: none"> - знание основ безопасности и живучести летательных аппаратов; - умение выбрать и логически написать ответ.
Количественные показатели надежности, безопасности, живучести и эксплуатационной технологичности самолета.	У1(ПСК-4.4-2)	Контрольная работа	<ul style="list-style-type: none"> - понимание метода расчета количественные характеристики надежности и умение его правильно применить; - качество оформления; - точность расчетов и достаточность пояснений
	Н1(ПСК-4.4-2)		<ul style="list-style-type: none"> - понимание методики решения задач по определению количественные характеристики надежности и умение ее правильно применить; - качество оформления; - точность расчетов и достаточность пояснений
Расчетные методы оценки безотказности систем	У2(ПСК-4.4-2)	Контрольная работа	<ul style="list-style-type: none"> - понимание метода структурных и логических схем оценки надежности самолета

самолета в целом на этапе проектирования			и его систем и умение правильно его применить; - качество оформления; - достаточность пояснений
	H2(ПСК-4.4-2)		- понимание методики решения задач по расчету оценки безотказности систем самолета на этапе проектирования; - качество оформления; - достаточность пояснений

Промежуточная аттестация проводится в форме зачёта с оценкой (дифференцированного зачёта).

Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков, характеризующих этапы формирования компетенций, представлены в виде технологической карты дисциплины (таблица 6).

Таблица 6 – Технологическая карта

	Наименование оценочного средства	Сроки выполнения	Шкала оценивания	Критерии оценивания
9 семестр <i>Промежуточная аттестация в форме зачёта с оценкой (дифференцированного зачёта)</i>				
1	Тестирование по разделам дисциплины	9-я, 11-я, 14-я и 17-я недели	5 баллов за каждый тест	5 баллов – студент ответил правильно на 90% вопросов теста и более. 4 балла – студент ответил правильно от 70% до 90% вопросов теста. 3 балла – студент ответил правильно от 60% до 70% вопросов теста 2 балла – студент ответил правильно менее чем на 60% вопросов теста.
2	Контрольная работа	17-я неделя	5 баллов	5 баллов – студент правильно выполнил задание. Показал отличные владения навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. 4 балла – студент выполнил задание с небольшими неточностями. Показал хорошие владения навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. 3 балла – студент выполнил задание с существенными неточностями. Показал удовлетворительное владение навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала.

	Наименование оценочного средства	Сроки выполнения	Шкала оценивания	Критерии оценивания
				2 балла – при выполнении задания студент продемонстрировал недостаточный уровень владения умениями и навыками при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала.
ИТОГО:		-	25баллов	-
<p>Средняя оценка, полученная студентом по итогам текущего контроля, определяется делением полученной суммы баллов на пять.</p> <p>Критерии выведения итоговой оценки промежуточной аттестации в виде зачёта с оценкой (дифференцированного зачета):</p> <p>«Отлично» - средняя оценка => 4,5.</p> <p>«Хорошо» - средняя оценка => 3,7 и < 4,5.</p> <p>«Удовлетворительно» - средняя оценка => 3,0 и < 3,7 при отсутствии хотя бы одной неудовлетворительной оценки за компоненты компетенций.</p> <p>«Неудовлетворительно» - средняя оценка < 3,0 или присутствует хотя бы одна неудовлетворительная оценка за компоненты компетенций.</p>				

Задания для текущего контроля

Вопросы для тестирования (уровень 1)

Выберите правильный ответ.

1. Свойство самолета сохранять во времени в установленных пределах значения всех параметров, характеризующих способность выполнять полетные задания в расчетных режимах и условиях эксплуатации, технического обслуживания, ремонтов, хранения и транспортирования – это:

- a) Надежность
- b) Безотказность
- c) Ремонтопригодность
- d) Долговечность
- e) Сохраняемость
- f) Безопасность
- g) Живучесть

2. Свойство самолета непрерывно сохранять работоспособное состояние в течение времени выполнения полетного задания – это

- a) Надежность
- b) Безотказность
- c) Ремонтопригодность
- d) Долговечность
- e) Сохраняемость
- f) Безопасность
- g) Живучесть

3. Свойство самолета, заключающееся в приспособленности к предупреждению и обнаружению причин возникновения отказов, повреждений и поддержанию, и восстановлению работоспособного состояния путем проведения технического обслуживания – это

- a) Надежность
- b) Безотказность
- c) Ремонтопригодность
- d) Долговечность
- e) Сохраняемость
- f) Безопасность
- g) Живучесть

4. Свойство самолета сохранять работоспособное состояние до наступления предельного состояния при установленной системе технического обслуживания и ремонта – это

- a) Надежность
- b) Безотказность

- c) Ремонтпригодность
- d) Долговечность
- e) Сохраняемость
- f) Безопасность
- g) Живучесть

5. Свойство самолета сохранять значения эксплуатационных показателей в течение времени и после хранения и (или) транспортирования – это

- a) Надежность
- b) Безотказность
- c) Ремонтпригодность
- d) Долговечность
- e) Сохраняемость
- f) Безопасность
- g) Живучесть

6. Независимые отказы – это

- a) отказы, вероятность появления которых не зависят друг от друга;
- b) отказы отдельных элементов системы, которые одновременно происходят в процессе её работы;
- c) отказы, из которых никакие два не могут произойти одновременно;
- d) отказы, возникающие в результате изменения во времени тех параметров, которые определяют момент отказа;
- e) отказы, на вероятность возникновения которых не влияют эксплуатационные параметры самолета.

7. Совместные отказы – это

- a) отказы, вероятность появления которых не зависят друг от друга;
- b) отказы отдельных элементов системы, которые одновременно происходят в процессе её работы;
- c) отказы, из которых никакие два не могут произойти одновременно;
- d) отказы, возникающие в результате изменения во времени тех параметров, которые определяют момент отказа;
- e) отказы, на вероятность возникновения которых не влияют эксплуатационные параметры самолета.

8. Постепенные отказы – это

- a) отказы, вероятность появления которых не зависят друг от друга;
- b) отказы отдельных элементов системы, которые одновременно происходят в процессе её работы;
- c) отказы, из которых никакие два не могут произойти одновременно;
- d) отказы, возникающие в результате изменения во времени тех параметров, которые определяют момент отказа;
- e) отказы, на вероятность возникновения которых не влияют эксплуатационные параметры самолета.

9. Закон ассоциативности имеет вид

- a) $(A_1 + A_2)A_3 = (A_2 + A_3)A_1$
- b) $A_1A_2 = A_2A_1$
- c) $A + A = A; AA = A$
- d) $(A + B)C = AC + BC$
- e) $A + B = B; AB = A$

10. Закон коммутативности имеет вид

- a) $(A_1 + A_2)A_3 = (A_2 + A_3)A_1$
- b) $A_1A_2 = A_2A_1$
- c) $A + A = A; AA = A$
- d) $(A + B)C = AC + BC$
- e) $A + B = B; AB = A$

11. Закон идемпотентности имеет вид

- a) $(A_1 + A_2)A_3 = (A_2 + A_3)A_1$
- b) $A_1A_2 = A_2A_1$
- c) $A + A = A; AA = A$
- d) $(A + B)C = AC + BC$
- e) $A + B = B; AB = A$

12. Закон дистрибутивности имеет вид

- a) $(A_1 + A_2)A_3 = (A_2 + A_3)A_1$
- b) $A_1A_2 = A_2A_1$
- c) $A + A = A; AA = A$
- d) $(A + B)C = AC + BC$
- e) $A + B = B; AB = A$

Вопросы для тестирования (уровень 2)

1. Соотнести описание состояния объекта с названием состояния по ГОСТ 27.002-83:

1. Исправное состояние	a. Состояние, при котором объект соответствует всем требованиям НТД и (или) КД
2. Неисправное состояние	b. Состояние, при котором объект не соответствует хотя бы одному из требований НТД и (или) КД
3. Работоспособное состояние	c. Состояние, при котором значения всех параметров, соответствуют требованиям НТД и (или) КД
4. Неработоспособное состояние	d. Состояние, при котором значение хотя бы одного параметра не соответствует требованиям НТД и (или) КД
5. Предельное состояние	e. Состояние, при котором дальнейшее применение объекта по назначению недопустимо или нецелесообразно

2. Соотнесите систему с определяющим её основным свойством надежности:

1. Система однократного действия.	a. Безотказность, количественно оцениваемая вероятностью безотказной работы.
2. Система, эффективность которой существенно зависит от безотказности и ремонтпригодности.	b. Произведение вероятности безотказной работы на коэффициент готовности.
3. Система многофункционального характера действия.	c. Математическое ожидание надежности
4. Система, отказ элементов которой снижает уровень безопасности полета.	d. Вероятность отказа за время полета.

3. Расположите действия алгоритма в правильном порядке выполнения.

- a) Анализ и формализация требований к безотказности проектируемого самолета.
- b) Распределение требуемого значения показателя безотказности самолета по его основным системам.
- c) Расчетная оценка безотказности основной системы одновременно с разработкой её структуры и компоновкой.
- d) Сравнение расчетного значения показателя безотказности данной основной системы с заданным по лимиту.
- e) Фиксирование структуры и компоновки системы.
- f) Изменение структуры компоновки системы в направлении улучшения условий работы.
- g) Оценка расчетной безотказности проектируемого самолета.

Вопросы для тестирования (уровень 3)

Из предложенных вариантов выбрать один или несколько ответов.

1. Какое из нижеперечисленных последствий классифицирует событие, связанное с эксплуатацией самолета, но не относящееся к авиационным происшествиям:

- a) разрушение или повреждение с нарушением прочности или изменением летно-технических характеристик;
- b) ранение или гибель людей;
- c) гибель находившихся на борту людей после вынужденной посадки самолета от голода, жажды, холода и других причин;
- d) вынужденная посадка самолета на такой площадке, откуда он не может быть эвакуирован.

2. В первых трех разделах карточек учета неисправностей заполняется:
- a) дата обнаружения неисправности и зона эксплуатации.
 - b) сведения об отказавшем агрегате и самолете, на который он установлен.
 - c) данные о налете с начала эксплуатации после последнего ремонта.
 - d) дата выпуска и установки агрегата на данном самолете.
 - e) сведения о точном месте неисправности в самолете.
 - f) описание причин и условий, способствующих возникновения неисправности.

3. Какие из нижеперечисленных данных не необходимы для применения метода доверительных интервалов

- 1. значение заданной наработки на отказ.
- 2. величина заданной доверительной вероятности.
- 3. закон распределения отказов.
- 4. суммарное время наработки.
- 5. количество отказов.

Вопросы для тестирования (уровень 4)

Напишите ответ на поставленный вопрос.

1. В чем заключается сущность метода доверительных интервалов?

2. Летное происшествие классифицируется как катастрофа, если

3. Перечислите основные особенности функционирования самолета с точки зрения его надежности.

Задание на выполнение контрольной работы

Задание №1

На испытании находилось N_0 неремонтируемых элементов БРЭО. Число отказов $n(Dt)$ фиксировалось через каждые 100 ч работы ($Dt = 100$ ч). Данные об отказах приведены в таблице 7. Требуется вычислить количественные характеристики надежности и построить зависимости характеристик от времени.

Таблица 7 – Данные об отказах

Dti, ч	N(Dti)	Dti, ч	N(Dti)
<i>Вариант №1</i>			
0 - 100	20	1500 - 1600	4
100 - 200	19	1600 - 1700	4
200 - 300	18	1700 - 1800	4
300 - 400	17	1800 - 1900	2
400 - 500	16	1900 - 2000	2
500 - 600	15	2000 - 2100	2
600 - 700	11	2100 - 2200	2
700 - 800	10	2200 - 2300	3
800 - 900	9	2300 - 2400	4
900 - 1000	8	2400 - 2500	5
1000 - 1100	7	2500 - 2600	6
1100 - 1200	6	2600 - 2700	7
1200 - 1300	5	2700 - 2800	8
1300 - 1400	4	2800 - 2900	9
1400 - 1500	3	2900 - 3000	10
<i>Вариант №2</i>			
0 - 100	35	1500 - 1600	5
100 - 200	34	1600 - 1700	5
200 - 300	33	1700 - 1800	4
300 - 400	32	1800 - 1900	2
400 - 500	31	1900 - 2000	3
500 - 600	30	2000 - 2100	3
600 - 700	26	2100 - 2200	2
700 - 800	25	2200 - 2300	3
800 - 900	24	2300 - 2400	4
900 - 1000	23	2400 - 2500	5
1000 - 1100	22	2500 - 2600	6
1100 - 1200	21	2600 - 2700	7
1200 - 1300	20	2700 - 2800	8
1300 - 1400	19	2800 - 2900	9
1400 - 1500	18	2900 - 3000	10

<i>Вариант №3</i>			
0 - 100	43	1500 - 1600	17
100 - 200	42	1600 - 1700	17
200 - 300	41	1700 - 1800	16
300 - 400	40	1800 - 1900	16
400 -500	39	1900 - 2000	16
500 -600	38	2000 - 2100	13
600 - 700	34	2100 - 2200	12
700 - 800	33	2200 - 2300	11
800 -900	32	2300 - 2400	10
900 - 1000	31	2400 - 2500	9
1000 - 1100	30	2500 - 2600	10
1100 -1200	29	2600 - 2700	11
1200 - 1300	28	2700 - 2800	12
1300 - 1400	27	2800 - 2900	13
1400 - 1500	26	2900 - 3000	14
<i>Вариант №4</i>			
0 - 100	65	1500 - 1600	23
100 - 200	64	1600 - 1700	23
200 - 300	63	1700 - 1800	20
300 - 400	62	1800 - 1900	20
400 -500	61	1900 - 2000	20
500 -600	60	2000 - 2100	13
600 - 700	56	2100 - 2200	15
700 - 800	55	2200 - 2300	14
800 -900	54	2300 - 2400	13
900 - 1000	53	2400 - 2500	14
1000 - 1100	52	2500 - 2600	14
1100 -1200	51	2600 - 2700	14
1200 - 1300	50	2700 - 2800	15
1300 - 1400	49	2800 - 2900	16
1400 - 1500	48	2900 - 3000	17
<i>Вариант №5</i>			
0 - 100	72	1500 - 1600	45
100 - 200	71	1600 - 1700	45
200 - 300	70	1700 - 1800	42
300 - 400	69	1800 - 1900	34
400 -500	68	1900 - 2000	34
500 -600	67	2000 - 2100	34
600 - 700	63	2100 - 2200	25
700 - 800	62	2200 - 2300	24
800 -900	61	2300 - 2400	19
900 - 1000	60	2400 - 2500	14

1000 - 1100	59	2500 - 2600	14
1100 - 1200	58	2600 - 2700	23
1200 - 1300	57	2700 - 2800	24
1300 - 1400	56	2800 - 2900	25
1400 - 1500	55	2900 - 3000	26
<i>Вариант №6</i>			
0 - 100	20	1500 - 1600	4
100 - 200	19	1600 - 1700	4
200 - 300	18	1700 - 1800	4
300 - 400	17	1800 - 1900	2
400 - 500	16	1900 - 2000	2
500 - 600	15	2000 - 2100	2
600 - 700	11	2100 - 2200	2
700 - 800	10	2200 - 2300	3
800 - 900	9	2300 - 2400	4
900 - 1000	8	2400 - 2500	5
1000 - 1100	7	2500 - 2600	6
1100 - 1200	6	2600 - 2700	7
1200 - 1300	5	2700 - 2800	8
1300 - 1400	4	2800 - 2900	9
1400 - 1500	3	2900 - 3000	10
<i>Вариант №7</i>			
0 - 100	35	1500 - 1600	5
100 - 200	34	1600 - 1700	5
200 - 300	33	1700 - 1800	4
300 - 400	32	1800 - 1900	2
400 - 500	31	1900 - 2000	3
500 - 600	30	2000 - 2100	3
600 - 700	26	2100 - 2200	2
700 - 800	25	2200 - 2300	3
800 - 900	24	2300 - 2400	4
900 - 1000	23	2400 - 2500	5
1000 - 1100	22	2500 - 2600	6
1100 - 1200	21	2600 - 2700	7
1200 - 1300	20	2700 - 2800	8
1300 - 1400	19	2800 - 2900	9
1400 - 1500	18	2900 - 3000	10
<i>Вариант №8</i>			
0 - 100	42	1500 - 1600	18
100 - 200	41	1600 - 1700	17
200 - 300	41	1700 - 1800	16
300 - 400	40	1800 - 1900	16
400 - 500	39	1900 - 2000	16

500 - 600	38	2000 - 2100	14
600 - 700	36	2100 - 2200	12
700 - 800	33	2200 - 2300	11
800 - 900	32	2300 - 2400	10
900 - 1000	31	2400 - 2500	9
1000 - 1100	30	2500 - 2600	10
1100 - 1200	29	2600 - 2700	11
1200 - 1300	28	2700 - 2800	12
1300 - 1400	27	2800 - 2900	13
1400 - 1500	26	2900 - 3000	14
<i>Вариант №9</i>			
0 - 100	64	1500 - 1600	24
100 - 200	63	1600 - 1700	23
200 - 300	63	1700 - 1800	20
300 - 400	62	1800 - 1900	18
400 - 500	61	1900 - 2000	19
500 - 600	60	2000 - 2100	13
600 - 700	56	2100 - 2200	15
700 - 800	55	2200 - 2300	14
800 - 900	54	2300 - 2400	13
900 - 1000	53	2400 - 2500	14
1000 - 1100	52	2500 - 2600	14
1100 - 1200	51	2600 - 2700	14
1200 - 1300	50	2700 - 2800	15
1300 - 1400	49	2800 - 2900	16
1400 - 1500	48	2900 - 3000	17
<i>Вариант №10</i>			
0 - 100	70	1500 - 1600	48
100 - 200	71	1600 - 1700	47
200 - 300	69	1700 - 1800	42
300 - 400	69	1800 - 1900	34
400 - 500	68	1900 - 2000	34
500 - 600	67	2000 - 2100	34
600 - 700	64	2100 - 2200	25
700 - 800	62	2200 - 2300	24
800 - 900	61	2300 - 2400	19
900 - 1000	60	2400 - 2500	14
1000 - 1100	59	2500 - 2600	14
1100 - 1200	58	2600 - 2700	23
1200 - 1300	57	2700 - 2800	24
1300 - 1400	56	2800 - 2900	25
1400 - 1500	55	2900 - 3000	26

<i>Вариант №11</i>			
0 - 100	64	1500 - 1600	24
100 - 200	63	1600 - 1700	23
200 - 300	63	1700 - 1800	20
300 - 400	62	1800 - 1900	18
400 -500	61	1900 - 2000	19
500 -600	60	2000 - 2100	16
600 - 700	56	2100 - 2200	15
700 - 800	55	2200 - 2300	14
800 -900	54	2300 - 2400	13
900 - 1000	53	2400 - 2500	12
1000 - 1100	52	2500 - 2600	11
1100 -1200	51	2600 - 2700	14
1200 - 1300	50	2700 - 2800	15
1300 - 1400	49	2800 - 2900	16
1400 - 1500	48	2900 - 3000	17
<i>Вариант №12</i>			
0 - 100	70	1500 - 1600	48
100 - 200	71	1600 - 1700	47
200 - 300	66	1700 - 1800	42
300 - 400	65	1800 - 1900	36
400 -500	64	1900 - 2000	34
500 -600	64	2000 - 2100	34
600 - 700	64	2100 - 2200	25
700 - 800	62	2200 - 2300	24
800 -900	61	2300 - 2400	19
900 - 1000	60	2400 - 2500	17
1000 - 1100	59	2500 - 2600	14
1100 -1200	57	2600 - 2700	23
1200 - 1300	57	2700 - 2800	24
1300 - 1400	56	2800 - 2900	25
1400 - 1500	55	2900 - 3000	26

Задание №2

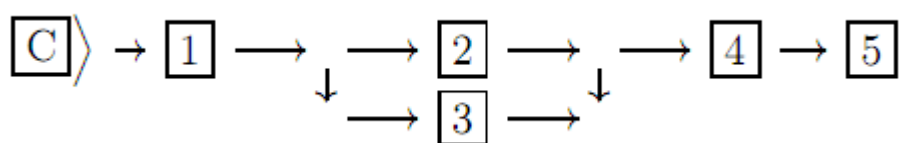
Составить уравнение надежности, оценить величины вероятности безотказной работы $P_{\tau}(C)$ и наработки на отказ $T_{отк}(C)$ для заданного варианта структурной схемы при длительности рабочего цикла $\tau=1$ час (варианты 1-6); 2 часа (варианты 7-14); 3 часа (варианты 15-22). Интенсивность отказов элементов приведена в таблице 8.

Таблица 8 – Интенсивность отказов элементов

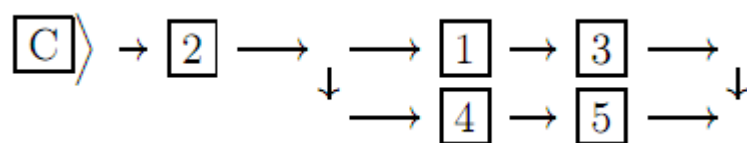
№ элемента	$\lambda_i(t), \text{ч}^{-1}$
1	0,04
2	0,05
3	0,06
4	0,07
5	0,08
6	0,09

Варианты структурных схем.

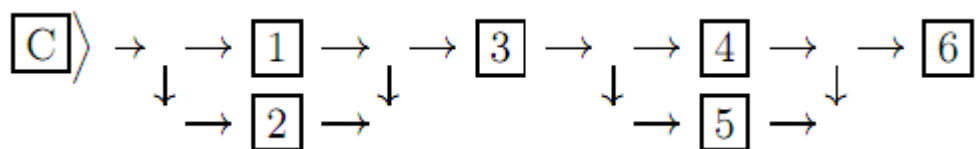
Вариант 1.



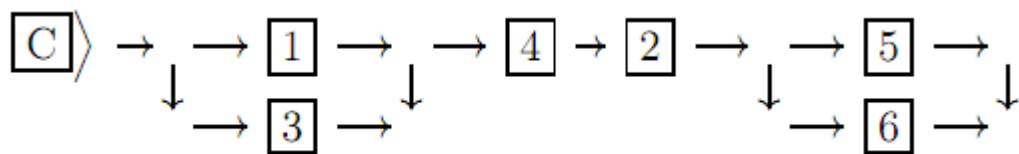
Вариант 2.



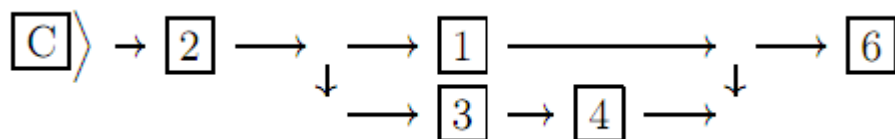
Вариант 3.



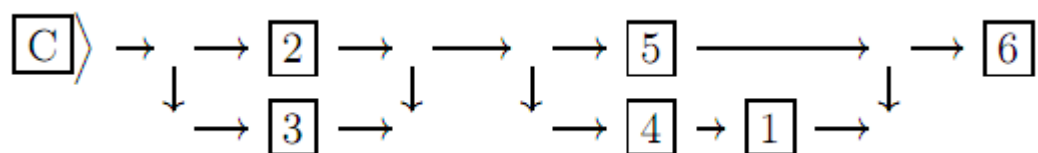
Вариант 4



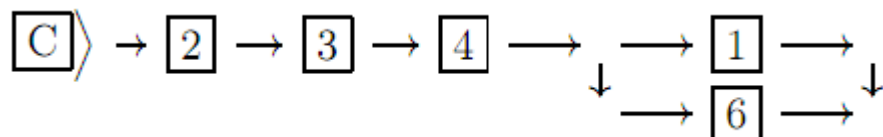
Вариант 5.



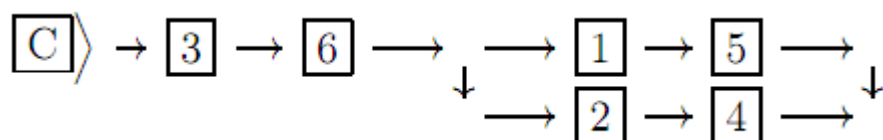
Вариант 6.



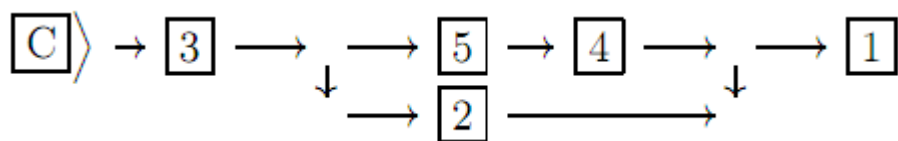
Вариант 7.



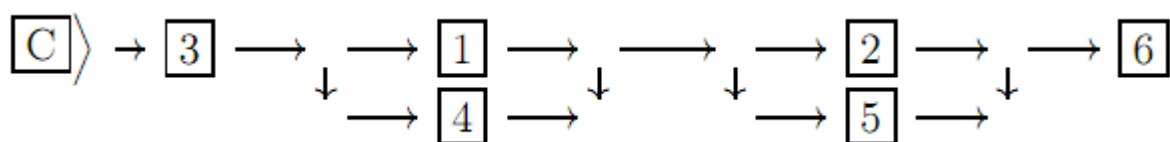
Вариант 8.



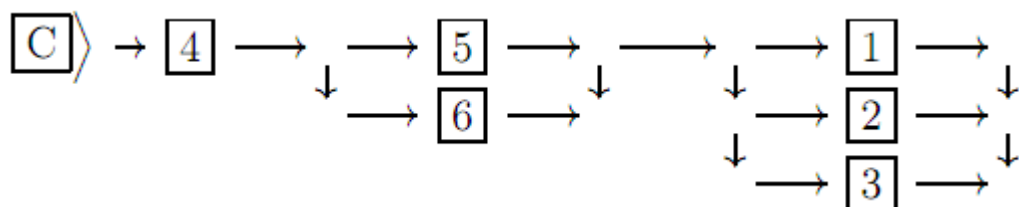
Вариант 9



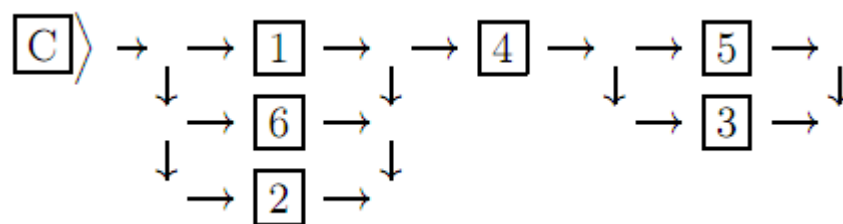
Вариант 10.



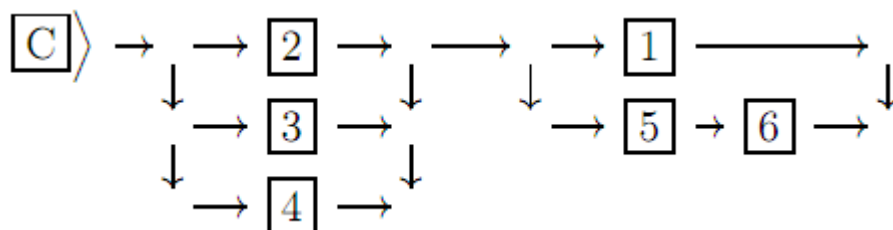
Вариант 11.



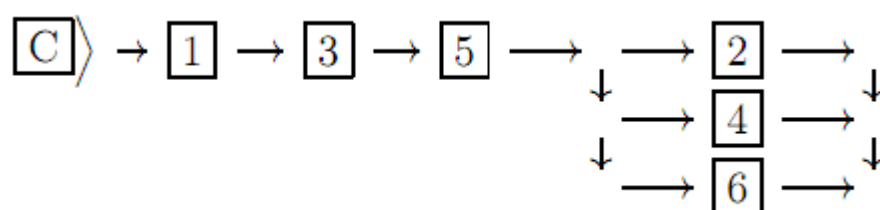
Вариант 12.



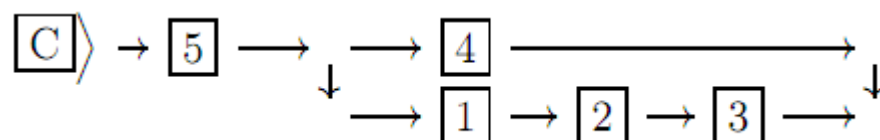
Вариант 13.



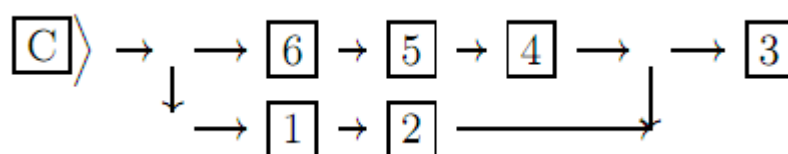
Вариант 14.



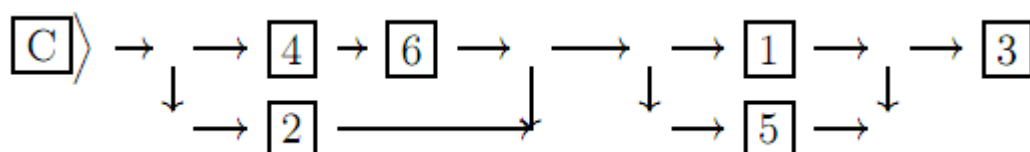
Вариант 15.



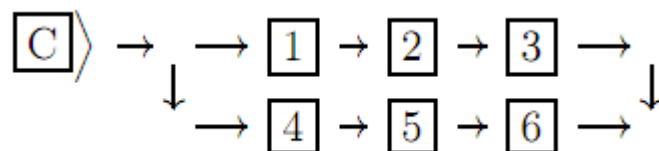
Вариант 16.



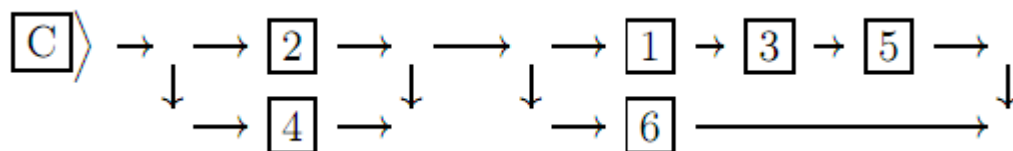
Вариант 17.



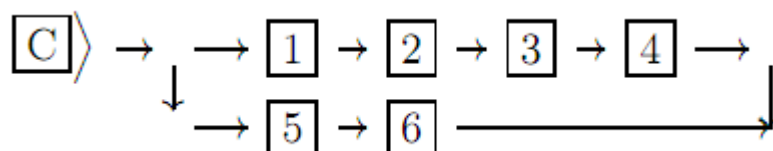
Вариант 18.



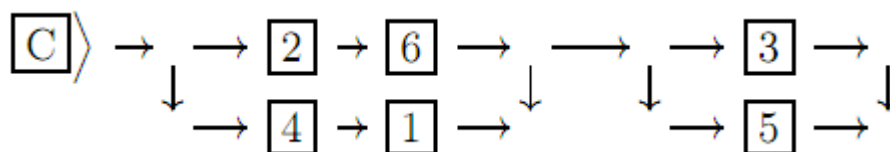
Вариант 19.



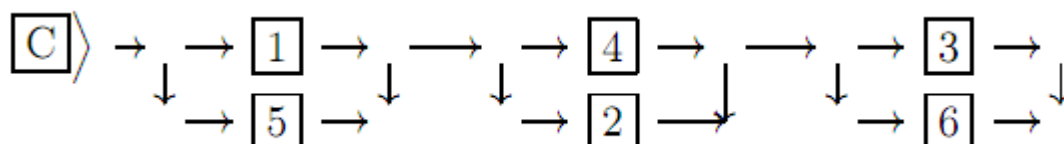
Вариант 20.



Вариант 21.



Вариант 22.



8 Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

8.1 Основная литература

1 Долгин, В. П. Надежность технических систем [Электронный ресурс]: учебное пособие/Долгин В.П., Харченко А.О. - М.: Вузовский учебник, НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 167 с. // ZNANIUM.COM : электронно-библиотечная система. – Режим доступа: <http://www.znanium.com/catalog.php>, ограниченный. – Загл. с экрана.

2 Антонов, А. В. Теория надежности. Статистические модели [Электронный ресурс] : учеб. пособие / А.В. Антонов, М.С. Никулин, А.М. Нику-

лин, В.А. Чепурко. — М. : ИНФРА-М, 2018. — 576 с. // ZNANIUM.COM : электронно-библиотечная система. — Режим доступа: <http://www.znanium.com/catalog.php>, ограниченный. — Загл. с экрана.

8.2 Дополнительная литература

1 Кравченко, Е.Г. Надёжность технических систем в машиностроении : учебное пособие / Е. Г. Кравченко. - Комсомольск-на-Амуре: Изд-во Комсомольского-на-Амуре гос.техн.ун-та, 2014. - 125с.

2 Надёжность и диагностика технологических систем : учебник для вузов / Ю. А. Бондаренко, М. А. Федоренко, А. А. Погонин, Т. М. Санина. - Старый Оскол: Изд-во ТНТ, 2016. - 212с.

3 Александровская Л.Н. Безопасность и надёжность технических систем [Электронный ресурс] : учебное пособие / Л.Н. Александровская, И.З. Аронов, В.И. Круглов. — Электрон. текстовые данные. — М. : Логос, 2008. — 376 с. — 978-5-98704-115-5. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/9055.html>.

4 Теоретические основы самолето- и вертолетостроения / Курлаев Н.В., Нарышева Г.Г., Рынгач Н.А. - Новосибир.: НГТУ, 2013. - 100 с.: ISBN 978-5-7782-2232-8 - Режим доступа <http://znanium.com/catalog/product/557113>.

9 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (далее – сеть «Интернет»), необходимых для освоения дисциплины (модуля)

1 Единое окно доступа к образовательным ресурсам // Электронный ресурс [Режим доступа: свободный] <http://window.edu.ru/>.

10 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Обучение дисциплине «Надёжность, безопасность и живучесть» предполагает изучение курса на аудиторных занятиях и в ходе самостоятельной работы. Аудиторные занятия проводятся в форме лекций и практических занятий.

Таблица 9 – Методические указания к отдельным видам деятельности

Вид учебного занятия	Организация деятельности студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения. Выделять ключевые слова, формулы, отмечать на полях уточняющие вопросы по теме занятия
Практическое занятие	Работа с конспектом лекций, изучение разделов по теме занятия, решение задач

Самостоятельная работа	Для более глубокого изучения разделов дисциплины предусмотрены отдельные виды самостоятельной работы: изучение теоретических разделов дисциплины, подготовка к тестированию, подготовка к практическим занятиям, выполнение контрольной работы
------------------------	--

Самостоятельная работа является наиболее продуктивной формой образовательной и познавательной деятельности студента в период обучения. СРС направлена на углубление и закрепление знаний студента, развитие практических умений. СРС по дисциплине «Надежность, безопасность и живучесть» включает следующие виды работ:

- работу с лекционным материалом, изучение теоретических разделов дисциплины;
- подготовку к тестированию;
- подготовку к практическим занятиям;
- выполнение и оформление контрольной работы.

Контроль самостоятельной работы студентов и качество освоения дисциплины осуществляется посредством:

- проведения тестирования;
- выполнения и защиты контрольной работы;

Текущий контроль качества освоения отдельных тем дисциплины осуществляется на основе рейтинговой системы. Этот контроль осуществляется в течение семестра и качество усвоения материала (выполнения задания) оценивается в баллах, в соответствии с таблицей 6.

Промежуточная аттестация (зачёт с оценкой или дифференцированный зачёт) производится в конце семестра и также оценивается в баллах.

Пример оформления контрольной работы приведен в приложении 1.

11 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

Освоение дисциплины «Надежность, безопасность и живучесть» основывается на активном использовании Microsoft PowerPoint, Microsoft Office, в процессе изучения теоретических разделов дисциплины, подготовки к практическим занятиям и выполнении контрольной работы. С целью повышения качества ведения образовательной деятельности в университете создана электронная информационно-образовательная среда. Она подразумевает организацию взаимодействия между обучающимися и преподавателями через систему личных кабинетов студентов, расположенных на официальном сайте университета в информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» по адресу <https://student.knastu.ru>. Созданная информационно-образовательная среда позволяет осуществлять взаимодействие между участниками образова-

тельного процесса посредством организации дистанционного консультирования по вопросам выполнения контрольной работы.

12 Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Для реализации программы дисциплины «Надежность, безопасность и живучесть» используется материально-техническое обеспечение, перечисленное в таблице 10.

Таблица 10 – Материально-техническое обеспечение дисциплины

Аудитория	Наименование аудитории (лаборатории)	Используемое оборудование	Назначение оборудования
Ауд. 112 3 корпус	Мультимедийный класс ССФ	Экран, мультимедиа проектор, персональный компьютер	Проведение лекционных занятий в виде презентаций
Ауд. 111б 3 корпус	Зал конструкций ЛА	Доска	Проведение практических занятий

Пример оформления контрольной работы

На испытании находилось $N_0 = 1000$ образцов неремонтируемой аппаратуры. Число отказов $N(Dt)$ фиксировалось через каждые 100 ч работы ($Dt = 100$ ч). Данные об отказах приведены в таблице 11. Требуется вычислить количественные характеристики надежности и построить графики зависимости характеристик от времени.

Таблица 11 – Данные об отказах аппаратуры

$Dt_i, \text{ч}$	$N(Dt_i)$	$Dt_i, \text{ч}$	$N(Dt_i)$	$Dt_i, \text{ч}$	$N(Dt_i)$
0 – 100	50	1000 – 1100	15	2000 – 2100	12
100 – 200	40	1100 – 1200	14	2100 – 2200	13
200 – 300	32	1200 – 1300	14	2200 – 2300	12
300 – 400	25	1300 – 1400	13	2300 – 2400	13
400 – 500	20	1400 – 1500	14	2400 – 2500	14
500 – 600	17	1500 – 1600	13	2500 – 2600	16
600 – 700	16	1600 – 1700	13	2600 – 2700	20
700 – 800	16	1700 – 1800	13	2700 – 2800	25
800 – 900	15	1800 – 1900	14	2800 – 2900	30
900 – 1000	14	1900 – 2000	12	2900 – 3000	40

Аппаратура относится к классу невосстанавливаемых изделий. Поэтому критериями надежности будут:

$P(t)$ – вероятность безотказной работы;

T_{cp} – среднее время безотказной работы.

Вероятность безотказной работы вычисляется по формуле

$$P(t) = \frac{(N_0 - n(t))}{N_0}, \quad (1.1)$$

где N_0 – общее число объектов, подвергнутых испытанию;

$n(t)$ – число отказавших объектов в интервале времени Δt (Dt) от $t - \frac{\Delta t}{2}$ до $t + \frac{\Delta t}{2}$;

Среднее время безотказной работы вычисляется по формуле

$$T_{cp} = \frac{\sum_{i=1}^m n_i \cdot t_{cp i}}{N_0} \quad (1.2)$$

Частотой отказов $\alpha(t)$ называется отношение числа отказавших объектов в единицу времени к числу всех испытываемых объектов, при условии, что отказавшие образцы не восстанавливаются и не заменяются исправными.

Частота отказов вычисляется по формуле

$$\alpha(t) = \frac{n(t)}{N_0 \Delta t} \quad (1.3)$$

Интенсивностью отказов $\lambda(t)$ называется отношение числа отказавших объектов в единицу времени к среднему числу объектов, исправно работающих в данный отрезок времени при условии, что отказавшие объекты не восстанавливаются и не заменяются исправными.

Интенсивность отказов вычисляется по формуле

$$\lambda(t) = \frac{n(t)}{N_{cp} \Delta t} \quad (1.4)$$

Вычислим $P(t)$ по формуле (1.1)

$$P(100) = \frac{(1000-50)}{1000} = 0,95;$$

$$P(200) = \frac{(1000-90)}{1000} = 0,91;$$

...

$$P(3000) = \frac{(1000-575)}{1000} = 0,425.$$

Рассчитаем характеристику $\alpha(t)$ по формуле (1.3)

$$\alpha(50) = \frac{50}{1000 \cdot 100} = 0,5 \cdot 10^{-3},$$

$$\alpha(150) = \frac{40}{1000 \cdot 100} = 0,4 \cdot 10^{-3},$$

...

$$\alpha(2950) = \frac{40}{1000 \cdot 100} = 0,4 \cdot 10^{-3}.$$

Рассчитаем $\lambda(t)$ по формуле (1.4)

$$\lambda(50) = \frac{50}{100 \cdot \frac{(1000+950)}{2}} = 0,512 \cdot 10^{-3},$$

$$\lambda(150) = \frac{40}{100 \cdot \frac{(950+910)}{2}} = 0,43 \cdot 10^{-3},$$

...

$$\lambda(2950) = \frac{50}{100 \cdot \frac{(465+425)}{2}} = 0,89 \cdot 10^{-3}.$$

Значения $P(t)$, $\alpha(t)$, $\lambda(t)$, вычисленные для всех Dt_i , сведем в таблицу 12.

Таблица 12 – Результаты вычислений

$Dt_i, \text{ч}$	$P(t)$	$\alpha(t), \times 10^{-3} \text{ч}$	$\lambda(t), \times 10^{-3} \text{ч}$	$Dt_i, \text{ч}$	$P(t)$	$\alpha(t), \times 10^{-3} \text{ч}$	$\lambda(t), \times 10^{-3} \text{ч}$
0–100	0,95	0,50	0,512	1500–1600	0,659	0,13	0,195
100–200	0,91	0,40	0,430	1600–1700	0,646	0,13	0,199
200–300	0,878	0,32	0,357	1700–1800	0,632	0,13	0,219
300–400	0,853	0,25	0,288	1800–1900	0,62	0,14	0,191
400–500	0,833	0,20	0,237	1900–2000	0,608	0,12	0,195
500–600	0,816	0,17	0,206	2000–2100	0,595	0,12	0,216
600–700	0,8	0,16	0,198	2100–2200	0,583	0,13	0,203
700–800	0,784	0,16	0,202	2200–2300	0,57	0,12	0,225
800–900	0,769	0,15	0,193	2300–2400	0,556	0,14	0,248
900–1000	0,755	0,14	0,183	2400–2500	0,54	0,16	0,291
1000–1100	0,74	0,15	0,200	2500–2600	0,52	0,16	0,377
1100–1200	0,726	0,14	0,190	2600–2700	0,495	0,20	0,492
1200–1300	0,712	0,14	0,194	2700–2800	0,465	0,25	0,625
1300–1400	0,699	0,13	0,184	2800–2900	0,425	0,30	0,898
1400–1500	0,685	0,14	0,202	2900–3000	0,659	0,40	0,195

Вычислим среднее время безотказной работы, предположив, что на испытании находились только те объекты, которые отказали.

Учитывая, что в данном случае

$$m = t_k / Dt \quad (1.5)$$

$$m = 3000 / 100 = 30$$

$$N_{\text{отк}} = 50 + 40 + 32 + 25 + \dots + 25 + 30 + 40 = 575$$

получим $T_{\text{ср}}$ по формуле 1.2:

$$T_{\text{ср}} = \frac{50 \cdot 50 + 40 \cdot 150 + \dots + 30 \cdot 2800 + 40 \cdot 2950}{575} = 1400$$

Полученное значение средней наработки до первого отказа является заниженным, так как опыт был прекращен после отказа 575 объектов из 1 000, поставленных на испытание.

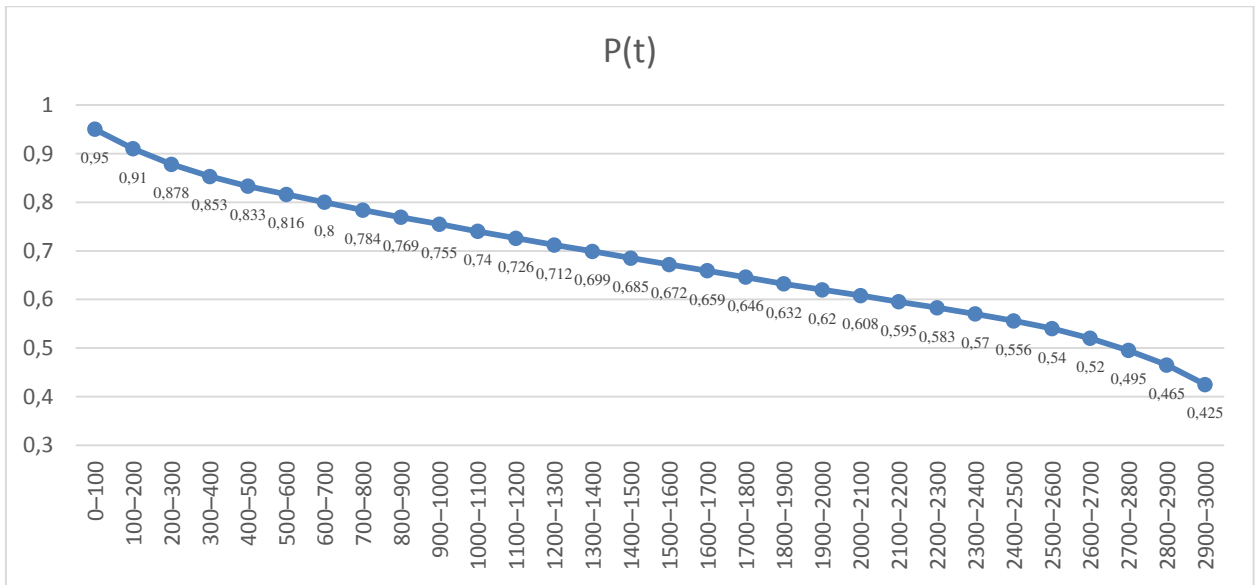


Рисунок 1 – График зависимости $P(t)$

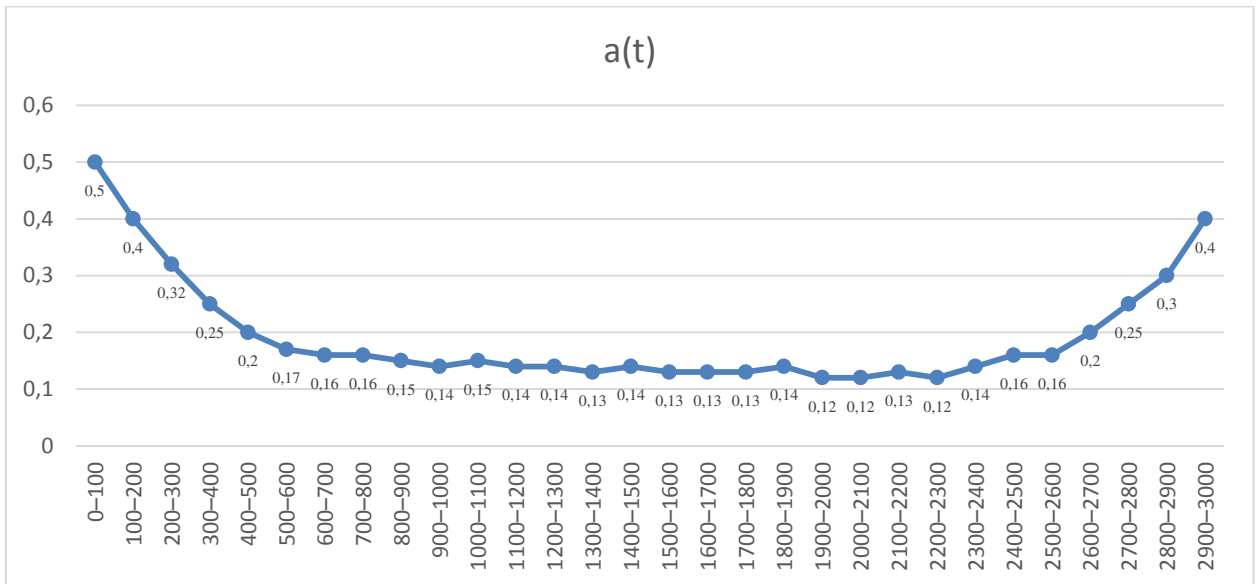


Рисунок 2 – График зависимости $\alpha(t)$

