

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Воронежский государственный технический университет»

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета  Небольсин В.А.

«31» августа 2018 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины

«Проверка, безопасность и надежность медицинской техники»

Направление подготовки 12.03.04 Биотехнические системы и технологии

Профиль «Биотехнические и медицинские аппараты и системы»

Квалификация выпускника бакалавр

Нормативный период обучения 4 года / 4 года и 11 м

Форма обучения очная / заочная

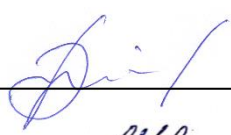
Год начала подготовки 2018

Автор программы



Новикова Е.И.

Заведующий кафедрой Си-
стемного анализа и управ-
ления в медицинских си-
стемах




Коровин Е.Н.

Руководитель ОПОП

Новикова Е.И.

Воронеж 2021

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Цели дисциплины

формирование у студентов знаний в области обеспечения надежности и безопасности медицинской техники, методов и средств поверки медицинских аппаратов и систем.

1.2. Задачи освоения дисциплины

- изучение базовых понятий обеспечения надежности, поверки и безопасности медицинской техники;
- ознакомление с факторами, влияющими на надежность медицинских аппаратов и систем;
- исследование влияния контроля и диагностики на надежность и безопасность медицинской техники;
- овладение методами испытания на надежность;
- приобретение навыков расчета и повышения надежности медицинской техники.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Поверка, безопасность и надежность медицинской техники» относится к дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений блока Б1.

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины «Поверка, безопасность и надежность медицинской техники» направлен на формирование следующих компетенций:

ПК-6 - способностью владеть правилами и методами монтажа, настройки и регулировки узлов биотехнических систем, в том числе связанных с включением человека-оператора в контур управления биомедицинской и экологической электронной техники.

ПК-7 - способностью осуществлять мероприятия по обслуживанию медицинской техники.

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции
ПК-6	знать терминологию, основные понятия и определения; действующие стандарты по безопасности и поверки медицинской техники; классификацию отказов; частные и комплексные показатели надежности
	уметь рассчитывать надежность электронных элементов медицинской техники; производить расчет надежности системы
	владеть навыками повышения надежности медицинской техники

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции
ПК-7	знать методы тестирования, диагностики и контроля работоспособности систем
	уметь организовывать и проводить тестирование, диагностику и контроль работоспособности медицинской техники
	владеть навыками по обеспечению безопасности медицинской техники

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Поверка, безопасность и надежность медицинской техники» составляет 5 з.е.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий:

очная форма обучения

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры
		7
Аудиторные занятия (всего)	54	54
В том числе:		
Лекции	18	18
Практические занятия (ПЗ)	18	18
Лабораторные работы (ЛР)	18	18
Самостоятельная работа	90	90
Часы на контроль	36	36
Виды промежуточной аттестации - экзамен	+	+
Общая трудоемкость:		
академические часы	180	180
зач.ед.	5	5

заочная форма обучения

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры
		9
Аудиторные занятия (всего)	12	12
В том числе:		
Лекции	2	2
Практические занятия (ПЗ)	2	2
Лабораторные работы (ЛР)	8	8
Самостоятельная работа	159	159
Контрольная работа	+	+
Часы на контроль	9	9
Виды промежуточной аттестации - экзамен	+	+
Общая трудоемкость:		
академические часы	180	180
зач.ед.	5	5

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

5.1 Содержание разделов дисциплины и распределение трудоемкости по видам занятий

очная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Прак зан.	Лаб. зан.	СРС	Всего, час
1	Общие положения теории надежности.	Основные понятия и определения надежности. Виды состояний системы. Характеристики надежности. Свойства надежности. Безотказность, долговечность, ремонтпригодность, сохраняемость, и их характеристики. Классификация отказов систем. Факторы, влияющие на снижение надежности медицинской техники.	2	2	2	12	18
2	Основы расчета надежности.	Показатели надежности. Общая характеристика показателей надежности. Комплексные показатели надежности. Единичные показатели надежности. Показатели безотказности, долговечность, ремонтпригодность, сохраняемость. Законы распределения времени безотказной работы (отказов) системы. Структурно-логический анализ систем. Виды соединений элементов.	4	2	4	10	20
3	Методы повышения надежности.	Методы повышения надежности систем. Повышение надежности за счет улучшения элементной базы. Резервирование. Виды резервирования.	2	4	12	8	26
4	Испытания на надежность.	Значение и виды испытаний на надежность. Задачи испытаний на надежность. Виды испытаний на надежность. Экспериментальное определение характеристик надежности. Ускоренные испытания на надежность. Прогнозирование надежности.	2	2	0	16	20
5	Контроль и диагностика медицинской техники.	Контроль как метод повышения надежности. Виды контроля по характеру и по способу организации. Методы аппаратного контроля. Программно-логические методы контроля.	2	2	0	16	20

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Прак зан.	Лаб. зан.	СРС	Всего, час
6	Методы и средства поверки медицинских аппаратов и систем.	Поверка изделий медицинской техники и средств измерений в ходе ее эксплуатационного обслуживания. Особенности контроля характеристик рентгенодиагностической аппаратуры. Тестовые генераторы и имитаторы электрофизиологических сигналов.	2	2	0	16	20
7	Обеспечение безопасности электронной медицинской техники.	Нормативная документация и общие требования к безопасной эксплуатации медицинской техники. Обеспечение электробезопасности при работе с электронной медицинской аппаратурой. Методы и средства повышения эксплуатационной надежности систем электропитания.	4	4	0	12	20
Итого			18	18	18	90	144

заочная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Прак. зан.	Лаб. зан.	СРС	Всего, час
1	Общие положения теории надежности.	Основные понятия и определения надежности. Виды состояний системы. Характеристики надежности. Свойства надежности. Безотказность, долговечность, ремонтпригодность, сохраняемость, и их характеристики. Классификация отказов систем. Факторы, влияющие на снижение надежности медицинской техники.	1	0	2	18	21
2	Основы расчета надежности.	Показатели надежности. Общая характеристика показателей надежности. Комплексные показатели надежности. Единичные показатели надежности. Показатели безотказности, долговечность, ремонтпригодность, сохраняемость. Законы распределения времени безотказной работы (отказов) системы. Структурно-логический анализ систем. Виды соединений элементов.	0	1	2	21	24
3	Методы повышения надежности.	Методы повышения надежности систем. Повышение надежности за счет улучшения элементной базы. Резервирование. Виды резервирования.	0	0	4	26	30

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Прак. зан.	Лаб. зан.	СРС	Всего, час
4	Испытания на надежность	Значение и виды испытаний на надежность. Задачи испытаний на надежность. Виды испытаний на надежность. Экспериментальное определение характеристик надежности. Ускоренные испытания на надежность. Прогнозирование надежности.	0	0	0	24	24
5	Контроль и диагностика медицинской техники.	Контроль как метод повышения надежности. Виды контроля по характеру и по способу организации. Методы аппаратного контроля. Программно-логические методы контроля.	0	0	0	24	24
6	Методы и средства поверки медицинских аппаратов и систем.	Поверка изделий медицинской техники и средств измерений в ходе ее эксплуатационного обслуживания. Особенности контроля характеристик рентгенодиагностической аппаратуры. Тестовые генераторы и имитаторы электрофизиологических сигналов.	0	1	0	23	24
7	Обеспечение безопасности электронной медицинской техники.	Нормативная документация и общие требования к безопасной эксплуатации медицинской техники. Обеспечение электробезопасности при работе с электронной медицинской аппаратурой. Методы и средства повышения эксплуатационной надежности систем электропитания.	1	0	0	23	24
Итого			2	2	8	159	171

5.2 Перечень лабораторных работ и практических занятий - Очная форма обучения.

Перечень лабораторных работ:

Лабораторная работа № 1. Расчет структурной надежности системы

Лабораторные работы № 2. Повышение надежности системы за счет улучшения ее элементной базы

Лабораторные работы № 3. Повышение надежности системы за счет структурного резервирования.

Лабораторные работы № 4. Расчет надежности невосстанавливаемых систем.

Отчетное обобщающее занятие.

Практические занятия:

1. Основные группы терминов надежности. Свойства надежности.
2. Примеры расчета показателей надежности.
3. Методы расчета структурной надежности систем. Расчет надежности комбинированных систем.
4. Способы структурного резервирования. Расчет надежности систем с резервированием.
5. Определение размера выборки при испытании на надежность.
6. Метод статистического моделирования надежности.
7. Диагностирование нецифровой части медицинской техники. Варианты схем контроля качества прикрепления электродов. Схема контроля перенапряжений усилителя биопотенциалов.
8. Схемы контроля состояния нецифровой части на основе микроконтроллера.
9. Обобщающее занятие.

- Заочная форма обучения.

Перечень лабораторных работ:

1. Расчет надежности комбинированных систем.
2. Расчет надежности невосстанавливаемых систем.

Практические занятия:

1. Методы расчета структурной надежности систем. Расчет надежности комбинированных систем.
2. Схемы контроля состояния нецифровой части на основе микроконтроллера.

6. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ (РАБОТ) И КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

В соответствии с учебным планом освоение дисциплины для **очной формы обучения** не предусматривает выполнение курсового проекта (работы) или контрольной работы.

7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

7.1. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

7.1.1 Этап текущего контроля

Результаты текущего контроля знаний и межсессионной аттестации оцениваются по следующей системе:

«аттестован»;

«не аттестован».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Аттестован	Не аттестован
ПК-6	знать терминологию, основные понятия и определения; действующие стандарты по безопасности и поверки медицинской техники; классификацию отказов; частные и комплексные показатели надежности	Активная работа на практических и лабораторных занятиях, отвечает на теоретические вопросы	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	уметь рассчитывать надежность электронных элементов медицинской техники; производить расчет надежности системы	Решение стандартных практических задач на практических и лабораторных занятиях	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	владеть навыками повышения надежности медицинской техники	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
ПК-7	знать терминологию, основные понятия и определения; действующие стандарты по безопасности и поверки медицинской техники; классификацию отказов; частные и комплексные показатели надежности	Активная работа на практических и лабораторных занятиях, отвечает на теоретические вопросы	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	уметь рассчитывать надежность электронных элементов медицинской техники; производить расчет надежности системы	Решение стандартных практических задач на практических и лабораторных занятиях	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	владеть навыками повышения надежности медицинской техники	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

7.1.2 Этап промежуточного контроля знаний

Результаты промежуточного контроля знаний оцениваются в 7 семестре для очной формы обучения, в 9 семестре для заочной формы обучения по четырехбалльной системе:

«отлично»;

«хорошо»;
 «удовлетворительно»;
 «неудовлетворительно».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неудовл.
ПК-6	знать терминологию, основные понятия и определения; действующие стандарты по безопасности и проверки медицинской техники; классификацию отказов; частные и комплексные показатели надежности	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80- 90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	уметь рассчитывать надежность электронных элементов медицинской техники; производить расчет надежности системы	Решение стандартных практических задач	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	владеть навыками повышения надежности медицинской техники	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
ПК-7	знать терминологию, основные понятия и определения; действующие стандарты по безопасности и проверки медицинской техники; классификацию отказов; частные и комплексные показатели надежности	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80- 90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	уметь рассчитывать надежность электронных элементов медицинской техники; производить расчет надежности системы	Решение стандартных практических задач	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

	владеть навыками повышения надежности медицинской техники	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
--	---	--	--	---	--	------------------

7.2 Примерный перечень оценочных средств (типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности)

7.2.1 Примерный перечень заданий для подготовки к тестированию

1. Суммарная наработка системы от момента контроля ее технического состояния до перехода в предельное состояние:

а) назначенный ресурс; б) назначенный срок службы; в) остаточный ресурс; г) срок службы.

2. Кратковременное нарушение работоспособности системы, после которого работоспособность восстанавливается без проведения ремонта или самовосстанавливается:

а) сбой; б) живучесть; в) реконфигурация; г) ремонтпригодность.

3. Скачкообразное изменение одного или нескольких параметров – отказ:

а) перемежающийся; б) внезапный; в) устойчивый; г) эксплуатационный.

4. Вероятность того, что время восстановления не превысит заданного

а) среднее время восстановления; б) вероятность восстановления в заданное время; в) вероятность безотказной работы; г) гамма-процентный ресурс.

5. Вероятность того, что система окажется в работоспособном состоянии в произвольный момент времени, кроме планируемых периодов, в течение которых применение системы по назначению не предусматривается – коэффициент:

а) оперативной готовности; б) вынужденного простоя; в) готовности; г) сохранения эффективности.

6. К средствам маскирования относят:

а) корректирующие коды; б) реконфигурацию; в) замещение; г) дублирование.

7. Определение показателей надежности ИС на основании непрерывного наблюдения за состоянием ее работоспособности в условиях, предписанных методикой:

а) контрольные испытания; б) испытания на надежность; в) определительные испытания; г) специальные испытания.

8. Ошибки, которые не были обнаружены в процессе проектирования и опытной эксплуатации системы, но появились в процессе работы:

а) операторов; б) проектирования; в) исходных данных; г) линий связи.

9. Резервируется система в целом – резервирование

а) общее; б) постоянное; в) раздельное, г) нагруженное.

10. Испытания, в результате которых определяются количественные показатели надежности:

а) контрольные испытания; б) испытания на надежность; в) определяющие испытания; г) специальные испытания.

7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач

1. Плотность вероятности отказа при нормальном законе распределения:

а) $f(t) = \frac{1}{\sigma \sqrt{2\pi}} e^{-(t-T)^2 / 2\sigma^2},$

б) $f(t) = -\lambda_0 \alpha t^{\alpha-1} e^{-\lambda_0 t^\alpha},$

в) $f(t) = \frac{\lambda_0 t^{k-1}}{(k-1)!} e^{-\lambda_0 t}.$

2. Вероятность отказа по закону гамма-распределение:

а) $F(t) = \int_0^t e^{-(t-T)^2 / 2\sigma^2} dt,$

б) $F(t) = 1 - \sum_{n=0}^{k-1} \frac{(\lambda_0 t)^n}{n!} e^{-\lambda_0 t},$

в) $F(t) = 1 - e^{-\lambda t} = Q(t).$

3. Какой вид имеет интенсивность отказов в модели надежности Вейбулла при $\alpha > 1$?

а) монотонно убывающая функция;

б) монотонно возрастающая функция;

в) $\lambda(t) = \frac{\lambda e^{-\lambda t}}{e^{-\lambda t}} = \lambda = const.$

4. Вероятность отказа системы с последовательным соединением элементов:

а) $Q = 1 - \prod_{i=1}^n (1 - q_i).$

б) $Q = \prod_{i=1}^n (1 - p_i).$

$$в) Q = \sum_{k=0}^{m-1} C_n^k p^k (1-p)^{n-k}.$$

5. Рассчитать надежность системы при последовательном соединении 10 элементов (надежность элементов $p = 0,95$).

- а) 0,6;
- б) 0,65;
- в) 0,7;
- г) 0,8.

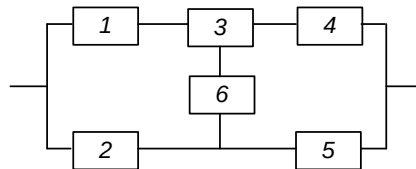
6. Рассчитать надежность системы при последовательном соединении 15 элементов (надежность элементов $p = 0,9$).

- а) 0,21;
- б) 0,29;
- в) 0,32;
- г) 0,38.

7. Рассчитать надежность системы «2 из 4» (надежность элементов $p = 0,8$).

- а) 0,68;
- б) 0,76;
- в) 0,86;
- г) 0,97.

8. Сколько минимальных сечений в системе, представленной на рисунке?



- а) 4;
- б) 5;
- в) 6;
- г) 7.

9. По какому модулю сравнимы числа 8 и 15?

- а) 4;
- б) 5;
- в) 6;
- г) 7.

10. Коэффициент выигрыша надежности вероятности безотказной работы для системы из трех параллельно соединенных элементов при общем резервировании с кратностью 3 (надежность элементов $p = 0,8$)?

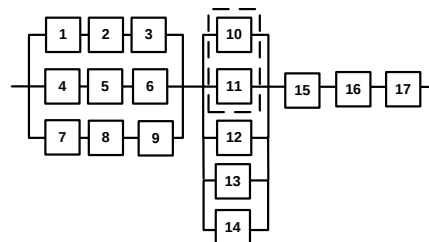
- а) 0,82;
- б) 0,89;
- в) 0,94;
- г) 0,96.

7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

1. Вероятность безотказной работы системы за время $t=1000$ ч. составляет $P(1000)=0,99$. Составить прогноз вероятности безотказной работы этой же системы через 100000 ч работы без обслуживания по экспоненциальной модели.

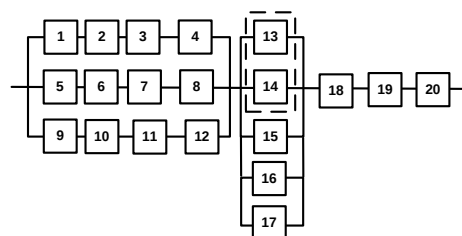
- а) 0,27;
- б) 0,37;
- в) 0,47;
- г) 0,57.

2. Провести общее резервирование ненадежных элементов в системе, представленной на рисунке кратностью $l=3$. Надежность элементов $p = 0,5$.



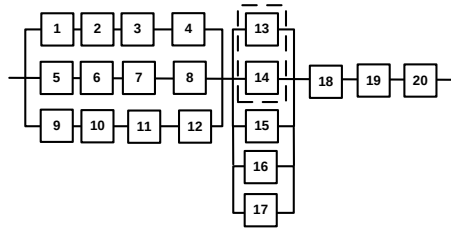
- а) 0,24;
- б) 0,41;
- в) 0,63;
- г) 0,82,
- д) 0,91.

3. Провести общее резервирование ненадежных элементов в системе, представленной на рисунке кратностью $l=3$. Надежность элементов $p = 0,5$.



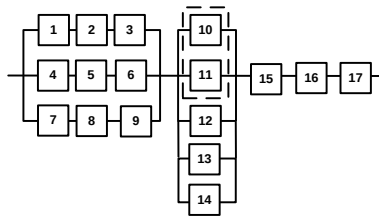
- а) 0,24;
- б) 0,41;
- в) 0,63;
- г) 0,82,
- д) 0,91.

4. Провести раздельное резервирование ненадежных элементов в системе, представленной на рисунке кратностью $l=3$. Надежность элементов $p = 0,5$.



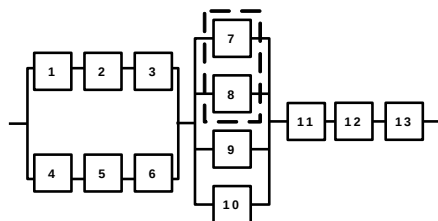
- а) 0,24;
- б) 0,41;
- в) 0,63;
- г) 0,82,
- д) 0,91.

5. Провести раздельное резервирование ненадежных элементов в системе, представленной на рисунке кратностью $l=4$. Надежность элементов $p = 0,5$.



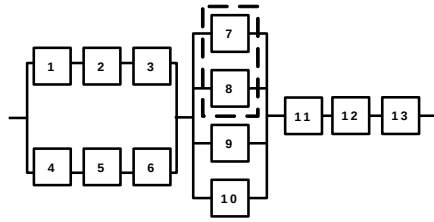
- а) 0,24;
- б) 0,41;
- в) 0,63;
- г) 0,82,
- д) 0,91.

6. Провести раздельное резервирование ненадежных элементов в системе, представленной на рисунке кратностью $l=5$. Надежность элементов $p = 0,5$.



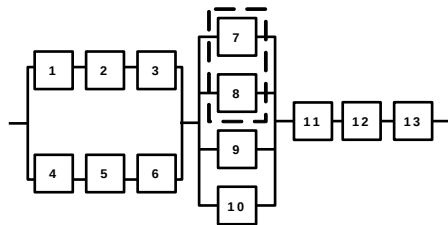
- а) 0,34;
- б) 0,55;
- в) 0,75;
- г) 0,86,
- д) 0,95.

7. Провести общее резервирование ненадежных элементов в системе, представленной на рисунке кратностью $l=5$. Надежность элементов $p = 0,5$.



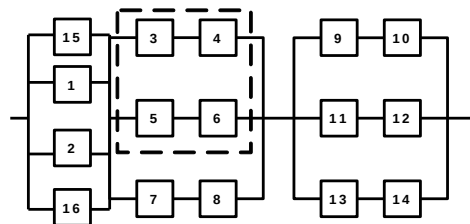
- а) 0,34;
- б) 0,55;
- в) 0,75;
- г) 0,86,
- д) 0,95.

8. Провести скользящее резервирование ненадежных элементов в системе, представленной на рисунке кратностью $l=2$. Надежность элементов $p = 0,5$.



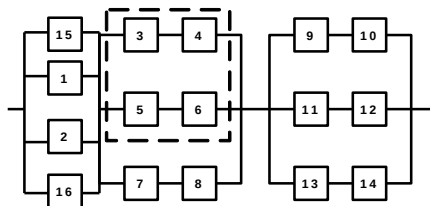
- а) 0,343;
- б) 0,555;
- в) 0,757;
- г) 0,863,
- д) 0,938.

9. Провести общее резервирование ненадежных элементов в системе, представленной на рисунке кратностью $l=2$. Надежность элементов $p = 0,5$.



- а) 0,143;
- б) 0,399;
- в) 0,556;
- г) 0,789,
- д) 0,916.

10. Провести отдельное резервирование ненадежных элементов в системе, представленной на рисунке кратностью $l=2$. Надежность элементов $p = 0,5$.



- а) 0,143;
- б) 0,399;
- в) 0,556;
- г) 0,789,
- д) 0,916.

7.2.4 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету

Не предусмотрено учебным планом

7.2.5 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

1. Виды состояний системы.
2. Свойства надежности и их характеристики.
3. Классификация отказов систем.
4. Факторы, влияющие на снижение надежности медицинской техники.
5. Показатели надежности.
6. Законы распределения времени безотказной работы (отказов) системы.
7. Структурно-логический анализ систем.
8. Виды соединений элементов.
9. Методы повышения надежности систем.
10. Резервирование. Виды резервирования.
11. Значение и виды испытаний на надежность.
12. Контроль как метод повышения надежности.
13. Виды контроля по характеру и по способу организации.
14. Методы аппаратного контроля.
15. Программно-логические методы контроля.
16. Проверка изделий медицинской техники и средств измерений в ходе ее эксплуатационного обслуживания.
17. Особенности контроля характеристик рентгенодиагностической аппаратуры.
18. Тестовые генераторы и имитаторы электрофизиологических сигналов.

19. Нормативная документация и общие требования к безопасной эксплуатации медицинской техники.

20. Обеспечение электробезопасности при работе с электронной медицинской аппаратурой.

21. Методы и средства повышения эксплуатационной надежности систем электропитания.

22. Диагностирование нецифровой части медицинской техники.

23. Варианты схем контроля качества прикрепления электродов.

24. Схема контроля перенапряжений усилителя биопотенциалов.

25. Схемы контроля состояния нецифровой части на основе микроконтроллера.

7.2.6. Методика выставления оценки при проведении промежуточной аттестации

Экзамен проводится по тест-билетам, каждый из которых содержит 10 вопросов, 2 стандартные задачи и 2 прикладные задачи. Каждый правильный ответ на вопрос в тесте оценивается 1 баллом, задачи оцениваются в 3 балла (3 балла верное решение и 3 балла за верный ответ). Максимальное количество набранных баллов – 22.

1. Оценка «Неудовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал менее 15 баллов.

2. Оценка «Удовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал от 15 до 17 баллов

3. Оценка «Хорошо» ставится в случае, если студент набрал от 17 до 20 баллов.

4. Оценка «Отлично» ставится, если студент набрал от 20 до 22 баллов.

7.2.7 Паспорт оценочных материалов

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
1	Общие положения теории надежности.	ПК-6, ПК-7	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ
2	Основы расчета надежности.	ПК-6, ПК-7	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ
3	Методы повышения надежности.	ПК-6, ПК-7	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ
4	Испытания на надежность.	ПК-6, ПК-7	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ
5	Контроль и диагностика медицинской техники.	ПК-6, ПК-7	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ
6	Методы и средства поверки медицинских аппаратов и систем.	ПК-6, ПК-7	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ

7	Обеспечение безопасности электронной медицинской техники.	ПК-6, ПК-7	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ
---	---	------------	---

7.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

Тестирование осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных тест-заданий на бумажном носителе. Время тестирования 30 мин. Затем осуществляется проверка теста экзаменатором и выставляется оценка согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение стандартных задач осуществляется с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение прикладных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

8 УЧЕБНО МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ)

8.1 Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

1 Яковлева И. В. Безопасность медицинской техники [Текст]: учебное пособие / Яковлева Ирина Владимировна. - 3-е изд., перераб. и доп. - Старый Оскол: ТНТ, 2017 (Старый Оскол: ООО "Тонкие наукоемкие технологии", 2017). - 219 с.

2 Муратова О.И. Основы надежности информационных систем: учеб. пособие. / Муратова О.И., Новикова Е.И., Родионов О.В.// Воронеж: ГОУВПО «Воронежский государственный технический университет»

3 Корневский, Н.А. Эксплуатация и ремонт биотехнических систем медицинского назначения: учебное пособие / Н. А. Корневский, Е. П. Попечителей - Старый Оскол : ТНТ, 2016

4 Корневский, Н.А. Эксплуатация и ремонт биотехнических систем медицинского назначения: Учеб. пособия / Н. А. Корневский, Е. П. Попечителей. - Старый Оскол: ТНТ, 2012

5 Методические указания к выполнению лабораторной работы № 1 "Расчет структурной надежности системы" по дисциплине "Проверка, без-

опасность и надежность медицинской техники" для студентов направления 12.03.04 "Биотехнические системы и технологии" (профиль "Биотехнические и медицинские аппараты и системы") очной формы обучения / Каф. системного анализа и управления в медицинских системах; Сост.: Е. И. Новикова, Е. Н. Коровин. - Воронеж: ФГБОУ ВО "Воронежский государственный технический университет", 2016. - 34 с.

6 Методические указания к выполнению лабораторных работ № 2-4 по дисциплине "Поверка, безопасность и надежность медицинской техники" для студентов направления 12.03.04 "Биотехнические системы и технологии" (профиль "Биотехнические и медицинские аппараты и системы") очной формы обучения / Каф. системного анализа и управления в медицинских системах; Сост.: Е. И. Новикова, Е. Н. Коровин. - Воронеж: ФГБОУ ВО "Воронежский государственный технический университет", 2016. - 33 с.

8.2 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень лицензионного программного обеспечения, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

Электронная информационная образовательная среда ВГТУ, код доступа: <https://old.education.cchgeu.ru/>

Microsoft Office, программы автоматизированного проектирования из набора пакетов прикладных программ свободного доступа (например, облачную версию SMath Studio).

9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

Для проведения лекционных занятий необходима аудитория, оснащенная плакатами и пособиями по профилю.

Для проведения лабораторных занятий необходим компьютерный класс, оснащенный персональными компьютерами с установленными на них программным обеспечением.

10. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

По дисциплине «Поверка, безопасность и надежность медицинской техники» читаются лекции, проводятся практические занятия и лабораторные работы.

Основой изучения дисциплины являются лекции, на которых излагаются наиболее существенные и трудные вопросы, а также вопросы, не

нашедшие отражения в учебной литературе.

Практические занятия направлены на приобретение практических навыков расчета и повышения надежности систем. Занятия проводятся путем решения конкретных задач в аудитории.

Лабораторные работы выполняются на лабораторном оборудовании в соответствии с методиками, приведенными в указаниях к выполнению работ.

Вид учебных занятий	Деятельность студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; пометить важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначение вопросов, терминов, материала, которые вызывают трудности, поиск ответов в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на лекции или на практическом занятии.
Практическое занятие	Конспектирование рекомендуемых источников. Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы. Прослушивание аудио- и видеозаписей по заданной теме, выполнение расчетно-графических заданий, решение задач по алгоритму.
Лабораторная работа	Лабораторные работы позволяют научиться применять теоретические знания, полученные на лекции при решении конкретных задач. Чтобы наиболее рационально и полно использовать все возможности лабораторных для подготовки к ним необходимо: следует разобрать лекцию по соответствующей теме, ознакомиться с соответствующим разделом учебника, проработать дополнительную литературу и источники, решить задачи и выполнить другие письменные задания.
Самостоятельная работа	Самостоятельная работа студентов способствует глубокому усвоению учебного материала и развитию навыков самообразования. Самостоятельная работа предполагает следующие составляющие: - работа с текстами: учебниками, справочниками, дополнительной литературой, а также проработка конспектов лекций; - выполнение домашних заданий и расчетов; - работа над темами для самостоятельного изучения; - участие в работе студенческих научных конференций, олимпиад; - подготовка к промежуточной аттестации.
Подготовка к промежуточной аттестации	Готовиться к промежуточной аттестации следует систематически, в течение всего семестра. Интенсивная подготовка должна начаться не позднее, чем за месяц-полтора до промежуточной аттестации. Данные перед экзаменом три дня эффективнее всего использовать для повторения и систематизации материала.