

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Воронежский государственный технический университет»

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета инженерных систем и сооружений С. А. Яременко
«25» ноября 2022 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины

«Надежность и безопасность газонефтепроводов и
газонефтехранилищ»

Направление подготовки 21.03.01 Нефтегазовое дело

Профиль "Проектирование, строительство и эксплуатация
газонефтепроводов и газонефтехранилищ"

Квалификация выпускника бакалавр

Нормативный период обучения 4 года / 5 лет

Форма обучения очная / очно-заочная

Год начала подготовки 2023

Автор программы

/Кумицкий Б.М. /

**И.о. заведующего кафедрой
Теплогазоснабжения и
нефтегазового дела**

/Китаев Д.Н./

Руководитель ОПОП

/Тулская С.Г./

Воронеж 2022

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Цели дисциплины

Изучение методологии исследования и оценки надежности и безопасности газонефтепроводов и газонефтехранилищ, критериев и показателей надежности объектов; построения статистических моделей надежности по результатам обработки данных об отказах.

1.2. Задачи освоения дисциплины

Приобретение умений определять надежность надземного и подземного трубопроводов, резервирование линейной части трубопровода на переходах, централизованное хранение запаса нефти в условиях случайного спроса; вычисление статистических моделей надежности магистральных трубопроводов;

Выработка навыков построения теоретических моделей надежности магистральных трубопроводов; обработки статистической информации об отказах реального оборудования.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Надежность и безопасность газонефтепроводов и газонефтехранилищ» относится к дисциплинам вариативной части (дисциплина по выбору) блока Б1.

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины «Надежность и безопасность газонефтепроводов и газонефтехранилищ» направлен на формирование следующих компетенций:

ПК-12 - способность использовать физико-математический аппарат для решения расчетно-аналитических задач, возникающих в ходе профессиональной деятельности

ПК-11 - способность планировать и проводить необходимые эксперименты, обрабатывать, в том числе с использованием прикладных программных продуктов, интерпретировать результаты и делать выводы

ПК-5 - готовность решать технические задачи по предотвращению и ликвидации осложнений и аварийных ситуаций при строительстве, ремонте, реконструкции и восстановлении нефтяных и газовых скважин, добыче нефти и газа, сборе и подготовке скважинной продукции, транспорте и хранении углеводородного сырья

ПК-10 - способность выполнять задания в области сертификации технических средств, систем, процессов, оборудования и материалов

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции
ПК-12	Знать методологию исследования и оценки надежности газонефтепроводов и

	газонефтехранилищ на всех этапах их жизненного цикла.
	Уметь использовать физико-математический аппарат для решения расчетно-аналитических задач исследования и оценки надежности газонефтепроводов и газонефтехранилищ.
	Владеть практическими методами применения физико-математического аппарата для решения расчетно-аналитических задач исследования и оценки надежности газонефтепроводов и газонефтехранилищ.
ПК-11	Знать методы планирования эксперимента для определения надежности газонефтепроводов и газонефтехранилищ, критерии и показатели надежности объектов.
	Уметь обрабатывать результаты экспериментов, в том числе с использованием прикладных программных продуктов.
	Владеть методами анализа и интерпретации результатов экспериментов. Способами построения статистических моделей надежности магистральных трубопроводов по результатам обработки данных об отказах.
ПК-5	Знать методы решения технических задач по предотвращению и ликвидации осложнений и аварийных ситуаций при строительстве, ремонте, реконструкции и восстановлении газонефтепроводов и газонефтехранилищ.
	Уметь использовать методы повышения надежности газонефтепроводов и газонефтехранилищ.
	Владеть методами проектирования технических элементов, повышающих повышение надежность газонефтепроводов и газонефтехранилищ.
ПК-10	Знать методы сертификации технических средств, систем, процессов и оборудования газонефтепроводов и газонефтехранилищ.
	Уметь выполнять мероприятия по контролю качества элементов газонефтепроводов и газонефтехранилищ на всех этапах их жизненного цикла.
	Владеть методами управления надежностью элементов и оборудования газонефтепроводов и газонефтехранилищ.

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Надежность и безопасность газонефтепроводов и газонефтехранилищ» составляет 5 з.е.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий
очная форма обучения

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры
		6
Аудиторные занятия (всего)	54	54
В том числе:		
Лекции	18	18
Практические занятия (ПЗ)	18	18
Лабораторные работы (ЛР)	18	18
Самостоятельная работа	81	81
Часы на контроль	45	45
Виды промежуточной аттестации - экзамен	+	+
Общая трудоемкость:		
академические часы	180	180
зач.ед.	5	5

очно-заочная форма обучения

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры
		8
Аудиторные занятия (всего)	48	48
В том числе:		
Лекции	16	16
Практические занятия (ПЗ)	16	16
Лабораторные работы (ЛР)	16	16
Самостоятельная работа	87	87
Часы на контроль	45	45
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	Характеристика проблемы надежности нефтепроводов	Этапы формирования и решения проблемы надежности. Объекты анализа надежности. Состояния, характеризующие надежность системы магистральных нефтепроводов. События,	2	2	2	9	15

		характеризующие надежность системы магистральных нефтепроводов. Факторы, приводящие к отказам работоспособности и функционирования. Классификация задач обеспечения надежности системы магистральных нефтепроводов. Характеристика повреждений нефтепроводов, формирующих поток отказов элементов системы.					
2	Надежность элементов технологической структуры нефтепроводов	Модели расчета надежности нефтеперекачивающих станций. Учет надежности системы электроснабжения и устройств автоматики НИС. Определение надежности НГИС с учетом проведения профилактических ремонтов. Расчет надежности перегона. Потери пропускной способности трубопровода при его отказах.	2	2	2	9	15
3	Выбор решений по проектированию трубопровода с учетом его надежности	Резервирование линейной части на переходах. Эффективность повышения надежности трубопроводов резервированием агрегатов НПС. Методы оптимального секционирования трубопроводов. Повышение надежности системы трубопроводов устройством перемычек, учет неопределенности при проектировании нефтепроводов. Выбор решений при проектировании нефтепроводов с учетом случайных отклонений уровней добычи нефти (самостоятельное изучение).	2	2	2	9	15
4	Надежность системы магистральных нефтепроводов	Вопросы оперативного управления системой магистральных нефтепроводов. Критерии оптимизации оперативного управления. Модели оптимизации оперативного управления по критерию надежности. Модели оперативного управления запасами нефти и свободной емкости в резервуарных парках. Модели стабилизации режимов в процессе оперативного управления. Приближенные методы решения задачи локализации изменений режимов в сети. Локализации отказа с учетом территориально-производственной иерархии системы (самостоятельное изучение).	2	2	2	9	15
5	Оптимальная структура резервов производственной мощности магистральных нефтепроводов	Анализ структуры резервуарных парков и уровней использования их физического объема. Структура запасов нефти в резервуарных парках. Оптимизация резервов производственной мощности при планировании развития сети нефтепроводов. Модель использования производственной мощности основных технологических объектов сети нефтепроводов. Модель оптимизации размещения и использования производственной	2	2	2	9	15

		мощности основных технологических объектов сети нефтепроводов (самостоятельное изучение).					
6	Современные представления о надежности конструкций газопроводов	Вероятность безотказности газопровода в зависимости от срока эксплуатации. Математическая зависимость потока отказа. Функция надежности газопровода. Оценка долговечности газопровода. Статистические данные о надежности и безопасности магистральных трубопроводов (самостоятельное изучение)	2	2	2	9	15
7	Основные характеристики отказов газопроводов. Концепция конструктивной части надежности линейной части газопроводов	Факторы, влияющие на отказ газопровода. Концепция конструктивной надежности газопроводов.	2	2	2	9	15
8	Методология обеспечения надежности газопроводов	Основные положения. Алгоритм принятия решений о надежности газопроводов. Структурная схема для оценки надежности газопроводов. Методика расчета надежности газопроводов.	2	2	2	9	15
9	Прогнозирование показателей надежности конструкций газопроводов	Классификация предельных состояний по типам конструктивных элементов. Форма критериев предельных состояний. Последовательность прогнозирования показателей надежности.	2	2	2	9	15
Итого			18	18	18	81	135

очно-заочная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Прак зан.	Лаб. зан.	СРС	Всего, час
1	Характеристика проблемы надежности нефтепроводов	Этапы формирования и решения проблемы надежности. Объекты анализа надежности. Состояния, характеризующие надежность системы магистральных нефтепроводов. События, характеризующие надежность системы магистральных нефтепроводов. Факторы, приводящие к отказам работоспособности и функционирования. Классификация задач обеспечения надежности системы магистральных нефтепроводов. Характеристика повреждений нефтепроводов, формирующих поток отказов элементов системы.	2	-	2	8	12
2	Надежность элементов технологической структуры нефтепроводов	Модели расчета надежности нефтеперекачивающих станций. Учет надежности системы электроснабжения и устройств автоматики НИС. Определение надежности НГИС с учетом проведения профилактических ремонтов. Расчет надежности перегона. Потери пропускной способности трубопровода при его отказах.	2	2	2	10	16
3	Выбор решений по проектированию трубопровода с учетом его надежности	Резервирование линейной части на переходах. Эффективность повышения надежности трубопроводов резервированием	2	2	2	10	16

		агрегатов НПС. Методы оптимального секционирования трубопроводов. Повышение надежности системы трубопроводов устройством перемычек, учет неопределенности при проектировании нефтепроводов. Выбор решений при проектировании нефтепроводов с учетом случайных отклонений уровней добычи нефти (самостоятельное изучение).					
4	Надежность системы магистральных нефтепроводов	Вопросы оперативного управления системой магистральных нефтепроводов. Критерии оптимизации оперативного управления. Модели оптимизации оперативного управления по критерию надежности. Модели оперативного управления запасами нефти и свободной емкости в резервуарных парках. Модели стабилизации режимов в процессе оперативного управления. Приближенные методы решения задачи локализации изменений режимов в сети. Локализации отказа с учетом территориально-производственной иерархии системы (самостоятельное изучение).	2	2	2	10	16
5	Оптимальная структура резервов производственной мощности магистральных нефтепроводов	Анализ структуры резервуарных парков и уровней использования их физического объема. Структура запасов нефти в резервуарных парках. Оптимизация резервов производственной мощности при планировании развития сети нефтепроводов. Модель использования производственной мощности основных технологических объектов сети нефтепроводов. Модель оптимизации размещения и использования производственной мощности основных технологических объектов сети нефтепроводов (самостоятельное изучение).	2	2	2	10	16
6	Современные представления о надежности конструкций газопроводов	Вероятность безотказности газопровода в зависимости от срока эксплуатации. Математическая зависимость потока отказа. Функция надежности газопровода. Оценка долговечности газопровода. Статистические данные о надежности и безопасности магистральных трубопроводов (самостоятельное изучение)	2	2	2	10	16
7	Основные характеристики отказов газопроводов. Концепция конструктивной части надежности линейной части газопроводов	Факторы, влияющие на отказ газопровода. Концепция конструктивной надежности газопроводов.	2	2	2	10	16
8	Методология обеспечения надежности газопроводов	Основные положения. Алгоритм принятия решений о надежности газопроводов. Структурная схема для оценки надежности газопроводов. Методика расчета надежности газопроводов.	2	2	2	10	16
9	Прогнозирование показателей надежности	Классификация предельных состояний по типам конструктивных	-	2	-	9	11

	конструкций газопроводов	элементов. Форма критериев предельных состояний. Последовательность прогнозирования показателей надежности.					
Итого			16	16	16	87	135

5.2 Перечень лабораторных работ

Определение изменения условной вероятности отказа в поставке нефти
Расчет двухниточного перехода с лупингом. Расчет перехода в сложных условиях.

Определение надежности свайной опоры. Определение цены риска.
Построение графика вероятности аварий нефтепровода во времени.
Вычисление вероятности безотказной работы системы содержащей параллельно соединенные элементы.

Проведение качественного сравнительного анализа надежности газопровода до и после реконструкции.

Проведение качественного сравнительного анализа газопровода до и после увеличения пропускной способности.

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

В соответствии с учебным планом освоение дисциплины 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-12	Знать методологию исследования и оценки надежности газонефтепроводов и газонефтехранилищ на всех этапах их жизненного цикла.	Тест	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Уметь использовать физико-математический аппарат для решения расчетно-аналитических задач исследования и оценки	Решение стандартных практических задач	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

	надежности газонефтепроводов и газонефтехранилищ.			
	Владеть практическими методами применения физико-математического аппарата для решения расчетно-аналитических задач исследования и оценки надежности газонефтепроводов и газонефтехранилищ.	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
ПК-11	Знать методы планирования эксперимента для определения надежности газонефтепроводов и газонефтехранилищ, критерии и показатели надежности объектов.	Тест	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Уметь обрабатывать результаты экспериментов, в том числе с использованием прикладных программных продуктов.	Решение стандартных практических задач	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Владеть методами анализа и интерпретации результатов экспериментов. Способами построения статистических моделей надежности магистральных трубопроводов по результатам обработки данных об отказах.	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
ПК-5	Знать методы решения технических задач по предотвращению и ликвидации осложнений и аварийных ситуаций при строительстве, ремонте, реконструкции и восстановлении газонефтепроводов и газонефтехранилищ.	Тест	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Уметь использовать методы повышения надежности газонефтепроводов и газонефтехранилищ.	Решение стандартных практических задач	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Владеть методами проектирования технических элементов, повышающих надежность газонефтепроводов и газонефтехранилищ.	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
ПК-10	Знать методы сертификации технических средств, систем, процессов и оборудования газонефтепроводов и газонефтехранилищ.	Тест	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Уметь выполнять мероприятия по контролю качества элементов	Решение стандартных практических задач	Выполнение работ в срок, предусмотренный	Невыполнение работ в срок, предусмотренный

	газонефтепроводов и газонефтехранилищ на всех этапах их жизненного цикла.		в рабочих программах	в рабочих программах
	Владеть методами управления надежностью элементов и оборудования газонефтепроводов и газонефтехранилищ.	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 6 семестре для очной формы обучения, 8 семестре для очно-заочной формы обучения по четырехбалльной системе:

«отлично»;

«хорошо»;

«удовлетворительно»;

«неудовлетворительно».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неудовл.
ПК-12	Знать методологию исследования и оценки надежности газонефтепроводов и газонефтехранилищ на всех этапах их жизненного цикла.	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	Уметь использовать физико-математический аппарат для решения расчетно-аналитических задач исследования и оценки надежности газонефтепроводов и газонефтехранилищ.	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 практическими методами применения физико-математического аппарата для решения расчетно-аналитических задач исследования и оценки надежности газонефтепроводов и газонефтехранилищ.	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-11	Знать методы планирования эксперимента для определения надежности газонефтепроводов и газонефтехранилищ, критерии и показатели надежности объектов.	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	Уметь обрабатывать результаты экспериментов, в том числе с использованием прикладных программных продуктов.	Решение стандартных практических задач	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

				во всех задачах		
	Владеть методами анализа и интерпретации результатов экспериментов. Способами построения статистических моделей надежности магистральных трубопроводов по результатам обработки данных об отказах.	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-5	Знать методы решения технических задач по предотвращению и ликвидации осложнений и аварийных ситуаций при строительстве, ремонте, реконструкции и восстановлении газонефтепроводов и газонефтехранилищ.	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	Уметь использовать методы повышения надежности газонефтепроводов и газонефтехранилищ.	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 методами проектирования технических элементов, повышающих надежность газонефтепроводов и газонефтехранилищ.	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-10	Знать методы сертификации технических средств, систем, процессов и оборудования газонефтепроводов и газонефтехранилищ.	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	Уметь выполнять мероприятия по контролю качества элементов газонефтепроводов и газонефтехранилищ на всех этапах их жизненного цикла.	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 методами управления надежностью элементов и оборудования газонефтепроводов и	Решение прикладных задач в конкретной предметной	Задачи решены в полном объеме и получены	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве	Задачи не решены

	газонефтехранилищ.	области	верные ответы	получен верный ответ во всех задачах	задач	
--	--------------------	---------	------------------	---	-------	--

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. Какое из утверждений относительно генеральной и выборочной совокупностей является верным?

- А. выборочная совокупность – часть генеральной
- В. генеральная совокупность – часть выборочной
- С. выборочная и генеральная совокупности равны по численности
- D. правильный ответ отсутствует

2. Сумма частот признака равна:

- А. объему выборки n
- В. среднему арифметическому значений признака
- С. нулю
- D. единице

Ломаная, отрезки которой соединяют точки с координатами (x_i, n_i) , где x_i – значение вариационного ряда, n_i – частота, – это:

- А. гистограмма
- В. эмпирическая функция распределения
- С. полигон
- D. кумулята

4. Какие из следующих утверждений являются верными?

- А. выборочное среднее является интервальной оценкой математического ожидания $M(X)$, а выборочная дисперсия – интервальной оценкой дисперсии $D(X)$
- В. выборочное среднее является точечной оценкой математического ожидания $M(X)$, а выборочная дисперсия – интервальной оценкой дисперсии $D(X)$
- С. выборочное среднее является точечной оценкой математического ожидания $M(X)$, а выборочная дисперсия – точечной оценкой дисперсии $D(X)$
- D. выборочное среднее является интервальной оценкой математического ожидания $M(X)$, а выборочная дисперсия – точечной оценкой дисперсии $D(X)$

5. Уточненная выборочная дисперсия S^2 случайной величины X обладает следующими свойствами:

- А. является смещенной оценкой дисперсии случайной величины X
- В. является несмещенной оценкой дисперсии случайной величины X
- С. является смещенной оценкой среднеквадратического

отклонения случайной величины X

- D. является несмещенной оценкой среднеквадратического

отклонения случайной величины X

6. По выборке объема $n=10$ получена выборочная дисперсия $D^*=90$. Тогда уточненная выборочная дисперсия S^2 равна

- A. 100
- B. 80
- C. 90
- D. 81

7. Оценка a^* параметра a называется несмещенной, если:

- A. она не зависит от объема испытаний
- B. она приближается к оцениваемому параметру при увеличении

объема испытаний

- C. выполняется условие $M(a^*)=a$
- D. она имеет наименьшую возможную дисперсию

8. При увеличении объема выборки n и одном и том же уровне значимости α , ширина доверительного интервала

- A. может как уменьшиться, так и увеличиться
- B. уменьшается
- C. не изменяется
- D. увеличивается

9. Может ли неизвестная дисперсия случайной величины выйти за границы, установленные при построении ее доверительного интервала с доверительной вероятностью γ ?

- A. может с вероятностью $1-\gamma$
- B. может с вероятностью γ
- C. может только в том случае, если исследователь ошибся в

расчетах

- D. не может

10. Статистической гипотезой называют:

- A. предположение относительно статистического критерия
- B. предположение относительно параметров или вида закона распределения генеральной совокупности
- C. предположение относительно объема генеральной

совокупности

- D. предположение относительно объема выборочной

совокупности

7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач

1. При проверке статистической гипотезы, ошибка первого рода - это:

- A. принятие нулевой гипотезы, которая в действительности

является неверной

- B. отклонение альтернативной гипотезы, которая в

действительности является верной

- С. принятие альтернативной гипотезы, которая в действительности является неверной
- D. отклонение нулевой гипотезы, которая в действительности является верной

2. Мощность критерия – это:

- А. вероятность не допустить ошибку второго рода
- В. вероятность допустить ошибку второго рода
- С. вероятность отвергнуть нулевую гипотезу, когда она неверна
- D. вероятность отвергнуть нулевую гипотезу, когда она верна

3. Какие из названных распределений используются при проверке гипотезы о числовом значении математического ожидания при неизвестной дисперсии?

- А. распределение Стьюдента
- В. распределение Фишера
- С. нормальное распределение
- D. распределение хи-квадрат

4. Что представляет собой критическая область?

- А. все возможные значения критерия, при которых принимается нулевая гипотеза
- В. все возможные значения критерия, при которых не может быть принята ни нулевая, ни альтернативная гипотеза
- С. все возможные значения критерия, при которых есть основание принять альтернативную гипотезу
- D. нет правильного ответа

5. Для чего при проверке гипотезы о равенстве средних двух совокупностей должна быть проведена вспомогательная процедура?

- А. чтобы установить, равны ли объемы выборок
- В. чтобы установить, равны ли дисперсии в генеральных совокупностях
- С. чтобы установить, равны ли объемы выборок и равны ли дисперсии в генеральных совокупностях
- D. нет правильного ответа

7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

Задача. Приточная вентиляция представляет собой сложную техническую систему, которую необходимо оценить с точки зрения надежности. Система приточной вентиляции содержит:

- а) вентиляционную камеру, в которой имеется заборное устройство, закрытое сеткой или жалюзи во избежание попадания животных и листвы;
- в) калорифер, представляющий собой теплообменник, по алюминиевым трубкам которого протекает вода, нагретая до температуры 70–100 градусов, тепло передается в воздух. Калорифер соединяется с вентилятором эластичной муфтой;
- г) вентилятор, содержащий корпус, рабочее колесо с лопатками для подачи воздуха в воздуховод и электродвигатель, соединенный с вентилятором муфтой. Для данной вентиляционной системы выбран центробежный вентилятор типа ВЦ 14 – 46 – 2.5, исполнение 1;
- д) систему управления, в составе которой имеются: вводной автомат, магнитный пускатель, тепловое реле, кнопки управления и пожарное реле;

б) шибер, защищающий калорифер от замораживания.

Система вентиляции имеет возможность автоматического отключения при помощи пожарного реле в случае возникновения пожара. На пожарное реле подается команда от датчиков пожарной сигнализации, и реле размыкает контакты вводного автомата.

Слабым звеном в системе вентиляции является магнитный пускатель.

Вероятность отказа работы системы вентиляции определяется в течение $t = 10\,000$ ч в связи с тем, что период эксплуатации технологической установки составляет $10\,000$ ч, после чего установку останавливают на капитальный ремонт.

Решение:

Согласно технической документации, наработка на отказ вентилятора ВЦ 14 – 46 – 2.5 составляет $T = 20\,000$ ч.

Вероятность безотказной работы в период нормальной эксплуатации рассчитывается по формуле

$$P(t) = e^{-t/T};$$

вероятность отказа $Q(t) = 1 - P(t)$.

В первую очередь оценивается, как зависит работоспособность системы от состояния элементов. Принимается, что система работоспособна, если исправны все ее элементы. Система отказала, если произошел хотя бы один отказ.

Перечень отказов системы вентиляции:

- 1) короткое замыкание на корпус;
- 2) отказ подшипника электродвигателя;
- 3) нарушение изоляции статора;
- 4) нарушение изоляции якоря;
- 5) отказ вводного автомата;
- 6) отказ магнитного пускателя;
- 7) отказ теплового реле;
- 8) отказ пожарного реле;
- 9) повреждение кабеля;
- 10) отказ кнопки управления;
- 11) отказ сигнальной лампы;
- 12) отказ муфты;
- 13) отказ вентилятора.

Определяется вероятность безотказной работы системы вентиляции при $t = 10\,000$ ч.

В табл. 1 приведены значения интенсивностей отказов.

Таблица 1

Интенсивность отказов элементов системы вентиляции

Позиция	Наименование отказа	Интенсивность отказов $\lambda, \text{ч}^{-1}$
1	Короткое замыкание на корпус	$0,38 \cdot 10^{-6}$
2	Отказ подшипника электродвигателя	$5 \cdot 10^{-6}$
3	Нарушение изоляции статора	$1,5 \cdot 10^{-6}$
4	Нарушение изоляции якоря	$2,2 \cdot 10^{-6}$
5	Отказ вводного автомата	$1,1 \cdot 10^{-6}$
6	Отказ магнитного пускателя	$3,8 \cdot 10^{-6}$
7	Отказ теплового реле	$1,6 \cdot 10^{-6}$

8	Отказ пожарного реле	$1,6 \cdot 10^{-6}$
9	Повреждение кабеля	$1,0 \cdot 10^{-6}$
10	Отказ кнопки управления	$2,8 \cdot 10^{-6}$
11	Отказ сигнальной лампы	$4,0 \cdot 10^{-6}$
12	Отказ муфты вентилятора	$2,5 \cdot 10^{-6}$
13	Отказ вентилятора	$2,28 \cdot 10^{-7}$

Определяется вероятность безотказной работы элементов системы вентиляции для периода работы $t = 10\ 000$ ч:

1. нет короткого замыкания на корпус:

$$P(t) = e^{-\lambda t},$$

$$\lambda = 0,38 \cdot 10^{-6} \text{ ч}^{-1},$$

$$P(1) = e^{-0,0038} = 0,996;$$

2. нет отказа подшипника:

$$\lambda = 5 \cdot 10^{-6} \text{ ч}^{-1},$$

$$P(2) = e^{-0,05} = 0,95;$$

3. нет нарушения изоляции статора:

$$\lambda = 1,5 \cdot 10^{-6} \text{ ч}^{-1},$$

$$P(3) = e^{-0,015} = 0,985;$$

4. нет нарушения изоляции якоря:

$$\lambda = 2,2 \cdot 10^{-6} \text{ ч}^{-1},$$

$$P(4) = e^{-0,022} = 0,978;$$

5. нет отказа вводного автомата:

$$\lambda = 1,1 \cdot 10^{-6} \text{ ч}^{-1},$$

$$P(5) = e^{-0,11} = 0,989;$$

6. нет отказа магнитного пускателя:

$$\lambda = 3,8 \cdot 10^{-6} \text{ ч}^{-1},$$

$$P(6) = e^{-0,038} = 0,963;$$

7. нет отказа теплового реле:

$$\lambda = 1,6 \cdot 10^{-6} \text{ ч}^{-1},$$

$$P(7) = e^{-0,16} = 0,984;$$

8. нет отказа пожарного реле:

$$\lambda = 1,6 \cdot 10^{-6} \text{ ч}^{-1},$$

$$P(8) = e^{-0,016} = 0,984;$$

9. нет повреждения кабеля:

$$\lambda = 1 \cdot 10^{-6} \text{ ч}^{-1},$$

$$P(9) = e^{-0,01} = 0,99;$$

10. нет отказа кнопки управления:

$$\lambda = 2,8 \cdot 10^{-6} \text{ ч}^{-1},$$

$$P(10) = e^{-0,028} = 0,972;$$

11. нет отказа сигнальной лампы:

$$\lambda = 4 \cdot 10^{-6} \text{ ч}^{-1},$$

$$P(11) = e^{-0,04} = 0,96;$$

12. нет отказа муфты вентилятора:

$$\lambda = 2,5 \cdot 10^{-6} \text{ ч}^{-1},$$

$$P(12) = e^{-0,025} = 0,975;$$

13. нет выхода из строя вентилятора:

$$\lambda = 2,28 \cdot 10^{-6} \text{ ч}^{-1},$$

$$P(13) = e^{-0,00228} = 0,977.$$

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. Этапы формирования и решения проблемы надежности.
2. Объекты анализа надежности.
3. Состояния, характеризующие надежность системы магистральных нефтепроводов.
4. События, характеризующие надежность системы магистральных нефтепроводов.
5. Факторы, приводящие к отказам работоспособности и функционирования.
6. Классификация задач обеспечения надежности системы магистральных нефтепроводов.
7. Характеристика повреждений нефтепроводов, формирующих поток отказов элементов системы.
8. Модели расчета надежности нефтеперекачивающих станций.
9. Учет надежности системы электроснабжения и устройств автоматики НПС.
10. Определение надежности НПС с учетом проведения профилактических ремонтов.
11. Расчет надежности перегона.
12. Потери пропускной способности трубопровода при его отказах.
13. Резервирование линейной части на переходах.
14. Эффективность повышения надежности трубопроводов резервированием агрегатов НПС.
15. Методы оптимального секционирования трубопроводов.
16. Повышение надежности системы трубопроводов устройством перемычек, учет неопределенности при проектировании нефтепроводов.
17. Выбор решений при проектировании нефтепроводов с учетом случайных отклонений уровней добычи нефти.
18. Вопросы оперативного управления системой магистральных нефтепроводов.
19. Критерии оптимизации оперативного управления.
20. Модели оптимизации оперативного управления по критерию надежности.
21. Модели оперативного управления запасами нефти и свободной емкости в резервуарных парках.
22. Модели стабилизации режимов в процессе оперативного управления.
23. Приближенные методы решения задачи локализации изменений режимов в сети.
24. Локализации отказа с учетом территориально-производственной иерархии системы.
25. Анализ структуры резервуарных парков и уровней использования их

физического объема.

26. Структура запасов нефти в резервуарных парках.

27. Оптимизация резервов производственной мощности при планировании развития сети нефтепроводов.

28. Модель использования производственной мощности основных технологических объектов сети нефтепроводов.

29. Модель оптимизации размещения и использования производственной мощности основных технологических объектов сети нефтепроводов.

30. Вероятность безотказности газопровода в зависимости от срока эксплуатации.

31. Математическая зависимость потока отказа.

32. Функция надежности газопровода.

33. Оценка долговечности газопровода.

34. Статистические данные о надежности и безопасности магистральных трубопроводов.

35. Факторы, влияющие на отказ газопровода.

36. Концепция конструктивной надежности газопроводов.

37. Основные положения.

38. Алгоритм принятия решений о надежности газопроводов.

39. Структурная схема для оценки надежности газопроводов.

40. Методика расчета надежности газопроводов.

41. Классификация предельных состояний по типам конструктивных элементов.

42. Форма критериев предельных состояний.

43. Последовательность прогнозирования показателей надежности.

7.2.6. Методика выставления оценки при проведении промежуточной аттестации

Экзамен проводится по тест-билетам, каждый из которых содержит 10 вопросов и задачу. Каждый правильный ответ на вопрос в тесте оценивается 1 баллом, задача оценивается в 10 баллов (5 баллов верное решение и 5 баллов за верный ответ). Максимальное количество набранных баллов – 20.

1. Оценка «Неудовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал менее 6 баллов.

2. Оценка «Удовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал от 6 до 10 баллов

3. Оценка «Хорошо» ставится в случае, если студент набрал от 11 до 15 баллов.

4. Оценка «Отлично» ставится, если студент набрал от 16 до 20 баллов.

7.2.7 Паспорт оценочных материалов

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
-------	--	--------------------------------	----------------------------------

1	Характеристика проблемы надежности нефтепроводов	ПК-12, ПК-11, ПК- 5, ПК-10	Тест, защита лабораторных работ
2	Надежность элементов технологической структуры нефтепроводов	ПК-12, ПК-11, ПК- 5, ПК-10	Тест, защита лабораторных работ
3	Выбор решений по проектированию трубопровода с учетом его надежности	ПК-12, ПК-11, ПК- 5, ПК-10	Тест, защита лабораторных работ
4	Надежность системы магистральных нефтепроводов	ПК-12, ПК-11, ПК- 5, ПК-10	Тест, защита лабораторных работ
5	Оптимальная структура резервов производственной мощности сети магистральных нефтепроводов	ПК-12, ПК-11, ПК- 5, ПК-10	Тест, защита лабораторных работ
6	Современные представления о надежности конструкций газопроводов	ПК-12, ПК-11, ПК- 5, ПК-10	Тест, защита лабораторных работ
7	Основные характеристики отказов газопроводов. Концепция конструктивной части надежности линейной части газопроводов	ПК-12, ПК-11, ПК- 5, ПК-10	Тест, защита лабораторных работ
8	Методология обеспечения надежности газопроводов	ПК-12, ПК-11, ПК- 5, ПК-10	Тест, защита лабораторных работ
9	Прогнозирование показателей надежности конструкций газопроводов	ПК-12, ПК-11, ПК- 5, ПК-10	Тест, 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, 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.

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

Основная литература

1. Щипачев, А. М. Технологическое обеспечение надежности нефтегазового оборудования [Электронный ресурс] : учебное пособие / Щипачев А. М., Самигуллин Г. Х. - Санкт-Петербург : Лань, 2019. - 68 с. - Книга из коллекции Лань - Инженерно-технические науки. - ISBN 978-5-8114-3413-8.

URL: <https://e.lanbook.com/book/112684>

2. Тетеревков, И. В. Надежность систем автоматизации [Электронный ресурс] : Учебное пособие / И. В. Тетеревков. - Надежность систем автоматизации ; 2024-08-12. - Москва, Вологда : Инфра-Инженерия, 2019. - 356 с. - Гарантированный срок размещения в ЭБС до 12.08.2024 (автопродлонгация). - ISBN 978-5-9729-0308-5.

URL: <http://www.iprbookshop.ru/86604.html>

3. Атапин, В. Г. Основы теории надежности [Электронный ресурс] : Учебное пособие / В. Г. Атапин. - Основы теории надежности ; 2025-02-05. - Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2017. - 94 с. - Гарантированный срок размещения в ЭБС до 05.02.2025 (автопродлонгация). - ISBN 978-5-7782-3230-3.

URL: <http://www.iprbookshop.ru/91297.html>

Дополнительная работа

1. Артюшкин, В. Н. Энергосбережение при эксплуатации магистральных насосных агрегатов [Электронный ресурс] : Монография / В. Н. Артюшкин, В. К. Тян. - Энергосбережение при эксплуатации магистральных насосных агрегатов ; 2025-02-06. - Самара : Самарский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2017. - 105 с. - Гарантированный срок размещения в ЭБС до 06.02.2025 (автопродлонгация). - ISBN 978-5-7964-1992-2.

URL: <http://www.iprbookshop.ru/91169.html>

2. Гречухина, А.А. Нефтепромысловое дело. Теоретические основы и примеры расчетов [Электронный ресурс] : учебное пособие / Н.Ю. Башкирцева; О.Ю. Сладовская; А.А. Гречухина. - Казань : Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2014. - 192 с. - ISBN 978-5-7882-1639-3.

URL: <http://www.iprbookshop.ru/62209.html>

3. Агабеков, В. Е. Нефть и газ. Технологии и продукты переработки : Монография / Агабеков В. Е. - Минск : Белорусская наука, 2011. - 459 с. - ISBN

978-985-08-1359-6.

URL: <http://www.iprbookshop.ru/10108.html>

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:

Лицензионное программное обеспечение

- Microsoft Office Word 2013/2007;
- Microsoft Office Excel 2013/2007;
- Microsoft Office Power Point 2013/2007;
- Гранд-Смета;
- Acrobat Professional 11.0 MLP;
- Maple v18;
- AutoCAD;
- 7zip;
- PDF24 Creator;
- Программная система для обнаружения текстовых заимствований в учебных и научных работах «Антиплагиат.ВУЗ»

Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

- Российское образование. Федеральный образовательный портал: учреждения, программы, стандарты, Вузы, ... код доступа: <http://www.edu.ru/>
- Образовательный портал ВГТУ, код доступа: <https://old.education.cchgeu.ru>

Информационные справочные системы

- Бесплатная электронная библиотека онлайн «Единое окно к образовательным ресурсам», код доступа: <http://window.edu.ru;>
- ВГТУ: wiki, код доступа: [https://wiki.cchgeu.ru/;](https://wiki.cchgeu.ru/)
- ЭБС Издательства «ЛАНЬ», код доступа [http://e.lanbook.com/;](http://e.lanbook.com/)
- ЭБС IPRbooks, код доступа: <http://www.iprbookshop.ru;>
- научная электронная библиотека eLIBRARY.RU, код доступа: <http://elibrary.ru/>

Современные профессиональные базы данных

- East View, код доступа: <https://dlib.eastview.com/>
- Academic Search Complete, код доступа: <http://search.ebscohost.com/>
- Нефтегаз.ру, код доступа: <https://neftegaz.ru/>
- «Геологическая библиотека» – интернет-портал специализированной литературы, код доступа: <http://www.geokniga.org/maps/1296>
- Электронная библиотека «Горное дело», код доступа: <http://www.bibl.gorobr.ru/>

– «ГОРНОПРОМЫШЛЕННИК» – международный отраслевой ресурс, код доступа: <http://www.gornoprom.ru/>
– MINING INTELLIGENCE & TECHNOLOGY –
Информационно-аналитический портал, код доступа:
<http://www.infomine.com/>

9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

Материально-техническая база включает:

- Специализированные лекционные аудитории, оснащенные оборудованием для лекционных демонстраций и проектором, стационарным экраном.
- Учебные аудитории, оснащенные необходимым оборудованием. Аудитории для проведения практических занятий, оборудованные проекторами, стационарными экранами и интерактивными досками.
- Помещения для самостоятельной работы студентов, оснащенные компьютерной техникой с выходом в сеть "Интернет".
- Библиотечный электронный читальный зал с доступом к электронным ресурсам библиотеки и доступом в образовательный портал ВГТУ.

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

По дисциплине «Надежность и безопасность газонефтепроводов и газонефтехранилищ» 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 надежности и безопасности газонефтепроводов и газонефтехранилищ. 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; помечать 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 начинаться не позднее, чем за месяц-полтора до промежуточной аттестации. Данные перед экзаменом три дня эффективнее всего использовать для повторения и систематизации материала.