МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»
Обнинский институт атомной энергетики –
филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»
(ИАТЭ НИЯУ МИФИ)

ОТДЕЛЕНИЕ ядерной физики и технологий

Утверждено на заседании
УМС ИАТЭ НИЯУ МИФИ
Протокол № 25.8 от 25.08.2025

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

по дисциплине

Методы и алгоритмы технической диагностики АЭС

название дисциплины

для направления подготовки

12.04.01 Приборостроение

код и название направления подготовки

образовательная программа

Неразрушающий контроль, техническая диагностика оборудования и компьютерная поддержка оператора АЭС

Форма обучения: очная

г. Обнинск 2026 г.

Область применения

Фонд оценочных средств (ФОС) – является обязательным приложением к рабочей программе дисциплины «Методы и алгоритмы технической диагностики АЭС» и обеспечивает проверку освоения планируемых результатов обучения (компетенций и их индикаторов) посредством мероприятий текущей и промежуточной аттестации по дисциплине.

Цели и задачи фонда оценочных средств

Целью Фонда оценочных средств является установление соответствия уровня подготовки обучающихся требованиям федерального государственного образовательного стандарта.

Для достижения поставленной цели Фондом оценочных средств по дисциплине «Методы и алгоритмы технической диагностики АЭС» решаются следующие задачи:

– контроль и управление процессом приобретения обучающимися знаний, умений и навыков, предусмотренных в рамках данной дисциплины;

– контроль и оценка степени освоения компетенций, предусмотренных в рамках данной дисциплины;

– обеспечение соответствия результатов обучения задачам будущей профессиональной деятельности через совершенствование традиционных и внедрение инновационных методов обучения в образовательный процесс в рамках данной дисциплины.

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

1.1. В результате освоения ОП магистратуры обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине:

Код компетенций	Наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
ОПК-1	Способен представлять современную научную картину мира, выявлять естественнонаучную сущность проблемы, формулировать задачи, определять пути их решения и оценивать эффективность выбора с учетом специфики научных исследований для создания разнообразных методик, аппаратуры и технологий производства в приборостроении	**Знать:** • Федеральные законы и нормативные документы, регламентирующие вопросы единства измерений и метрологического обеспечения производства • Нормативные и методические документы, регламентирующие вопросы качества продукции • Нормативные и методические документы, регламентирующие вопросы систем управления качеством продукции в организации • Нормативные и методические документы, регламентирующие требования к материалам, полуфабрикатам, покупным изделиям и готовой продукции • Нормативные и методические документы, регламентирующие вопросы хранения материалов, полуфабрикатов, покупных изделий и готовой продукции • Конструкции изготавливаемых в организации изделий • Требования к качеству изготавливаемых в организации изделий • Содержание и режимы технологических процессов, реализуемых в организации • Методы технического контроля качества **Уметь:** • Анализировать нормативные документы • Применять методы системного анализа для подготовки и обоснования выводов о состоянии системы управления качеством продукции • Определять необходимость разработки новых методов и средств измерений • Оценивать экономический эффект от внедрения новых методов и средств измерений **Владеть:** • Методами анализа современных средств измерений и контроля. • Методами анализа состояния технического контроля качества

		продукции на производстве. • Методами системного анализа. Методами технического контроля качества и диагностики.
ПК-7	Способен к оценке технологичности конструкторских решений, разработке технологических процессов сборки (юстировки) и контроля блоков, узлов и деталей приборов	**Знать**: • Нормативные и методические документы, регламентирующие вопросы качества продукции • Нормативные и методические документы, регламентирующие вопросы систем управления качеством продукции в организации • Нормативные и методические документы, регламентирующие требования к материалам, полуфабрикатам, покупным изделиям и готовой продукции • Нормативные и методические документы, регламентирующие вопросы хранения материалов, полуфабрикатов, покупных изделий и готовой продукции • Государственные и международные стандарты в области менеджмента качества • Система государственного надзора, межведомственного и ведомственного контроля качества изготавливаемых изделий • Производственно-организационная структура организации • Номенклатура изготавливаемых в организации изделий • Конструкции изготавливаемых в организации изделий • Требования к качеству изготавливаемых в организации изделий • Содержание технологических процессов, реализуемых в организации • Методы планирования производственной деятельности • Методы планирования управленческой деятельности • Основы экономики, организации производства, труда и управления • Нормативные и методические документы, регламентирующие вопросы делопроизводства **Уметь**: • Применять методы системного анализа для подготовки и обоснования выводов о состоянии системы управления качеством продукции • Применять современные методы анализа

		производственной деятельности • Применять современные методы анализа управленческой деятельности • Разрабатывать технические задания на системы управления качеством продукции • Разрабатывать нормативно-технические документы • Разрабатывать организационно-управленческие документы • Оформлять производственно-техническую документацию в соответствии с действующими требованиями **Владеть**: • Методами анализа производственной и управленческой деятельности. • Методами системного анализа.

1.2. Этапы формирования компетенций в процессе освоения ОП магистратуры

Компоненты компетенций, как правило, формируются при изучении нескольких дисциплин, а также в немалой степени в процессе прохождения практик, НИР и во время самостоятельной работы обучающегося. Выполнение и защита ВКР являются видом учебной деятельности, который завершает процесс формирования компетенций.

Этапы формирования компетенции в процессе освоения дисциплины:

- **начальный** этап – на этом этапе формируются знаниевые и инструментальные основы компетенции, осваиваются основные категории, формируются базовые умения. Студент воспроизводит термины, факты, методы, понятия, принципы и правила; решает учебные задачи по образцу;
- **основной** этап – знания, умения, навыки, обеспечивающие формирование компетенции, значительно возрастают, но еще не достигают итоговых значений. На этом этапе студент осваивает аналитические действия с предметными знаниями по дисциплине, способен самостоятельно решать учебные задачи, внося коррективы в алгоритм действий, осуществляя коррекцию в ходе работы, переносит знания и умения на новые условия;
- **завершающий** этап – на этом этапе студент достигает итоговых показателей по заявленной компетенции, то есть осваивает весь необходимый объем знаний, овладевает всеми умениями и навыками в сфере заявленной компетенции. Он способен использовать эти знания, умения, навыки при решении задач повышенной сложности и в нестандартных условиях.

Этапы формирования компетенций в ходе освоения дисциплины отражаются в тематическом плане (см. РПД).

***1.3.* Связь между формируемыми компетенциями и формами контроля их освоения**

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины (результаты по разделам)	Код контролируемой компетенции (или её части) / и ее формулировка	Наименование оценочного средства
Текущий контроль, 1 семестр			
1.	Раздел 1,2,3,	*ПК-7, ОПК-1*	Контрольная работа, отчеты по лабораторным

			работам
2.	Раздел 4,5,6	*ПК-7, ОПК-1*	Контрольная работа, отчеты по лабораторным работам
Промежуточный контроль, 1 семестр			
	Экзамен	*ПК-7, ОПК-1*	Вопросы на экзамен
Текущий контроль, 2 семестр			
1.	Раздел 7,8,9	*ПК-7, ОПК-1*	Контрольная работа, отчеты по лабораторным работам
2.	Раздел 10,11	*ПК-7, ОПК-1*	Контрольная работа, отчеты по лабораторным работам
Промежуточный контроль, 2 семестр			
	экзамен	*ПК-7, ОПК-1*	Вопросы на экзамен
	Всего:		

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

Конечными результатами освоения программы дисциплины являются сформированные когнитивные дескрипторы «знать», «уметь», «владеть», расписанные по отдельным компетенциям, которые приведены в п.1.1. Формирование этих дескрипторов происходит в процессе изучения дисциплины по этапам в рамках различного вида учебных занятий и самостоятельной работы.

Выделяются три уровня сформированности компетенций на каждом этапе: пороговый, продвинутый и высокий.

Уровни	Содержательное описание уровня	Основные признаки выделения уровня	БРС, % освоения	ECTS/Пятибалльная шкала для оценки экзамена/зачета
Высокий *Все виды компетенций сформированы на высоком уровне в соответствии с целями и задачами дисциплины*	Творческая деятельность	*Включает нижестоящий уровень.* Студент демонстрирует свободное обладание компетенциями, способен применить их в нестандартных ситуациях: показывает умение самостоятельно принимать решение, решать проблему/задачу теоретического или прикладного характера на основе изученных методов, приемов, технологий	90-100	A/ Отлично/ Зачтено
Продвинутый *Все виды компетенций сформированы на продвинутом уровне в соответствии с целями и задачами дисциплины*	Применение знаний и умений в более широких контекстах учебной и профессиональной деятельности, нежели по образцу, большей долей самостоятельности и инициативы	*Включает нижестоящий уровень.* Студент может доказать владение компетенциями: демонстрирует способность собирать, систематизировать, анализировать и грамотно использовать информацию из самостоятельно найденных теоретических источников и иллюстрировать ими теоретические положения или обосновывать практику применения.	85-89	B/ Очень хорошо/ Зачтено
			70-84	C/ Хорошо/ Зачтено
Пороговый *Все виды компетенций сформированы на пороговом уровне*	Репродуктивная деятельность	Студент демонстрирует владение компетенциями в стандартных ситуациях: излагает в пределах задач курса теоретически и практически контролируемый материал.	65-69	D/Удовлетворительно/ Зачтено
			60-64	E/Посредственно /Зачтено
Ниже порогового	Отсутствие признаков порогового уровня: компетенции не сформированы. Студент не в состоянии продемонстрировать обладание компетенциями в стандартных ситуациях.		0-59	Неудовлетворительно/ Зачтено

Оценивание результатов обучения студентов по дисциплине осуществляется по регламенту текущего контроля и промежуточной аттестации.

Критерии оценивания компетенций на каждом этапе изучения дисциплины для каждого вида оценочного средства и приводятся в п. 4 ФОС. Итоговый уровень сформированности компетенции при изучении дисциплины определяется по таблице. При этом следует понимать, что граница между уровнями для конкретных результатов освоения образовательной программы может смещаться.

Уровень сформированности компетенции	**Текущий контроль**	**Промежуточная аттестация**
высокий	**высокий**	**высокий**
	продвинутый	*высокий*
	высокий	*продвинутый*
продвинутый	*пороговый*	*высокий*
	высокий	*пороговый*
	продвинутый	**продвинутый**
	продвинутый	*пороговый*
	пороговый	*продвинутый*
пороговый	**пороговый**	**пороговый**
ниже порогового	**пороговый**	**ниже порогового**
	ниже порогового	**-**

3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

- Итоговая аттестация по дисциплине является интегральным показателем качества теоретических и практических знаний и навыков обучающихся по дисциплине и складывается из оценок, полученных в ходе текущей и промежуточной аттестации.
- Текущая аттестация в семестре проводится с целью обеспечения своевременной обратной связи, для коррекции обучения, активизации самостоятельной работы обучающихся.
- Промежуточная аттестация предназначена для объективного подтверждения и оценивания достигнутых результатов обучения после завершения изучения дисциплины.
- Текущая аттестация осуществляется два раза в семестр:
  - контрольная точка № 1 (КТ № 1) – выставляется в электронную ведомость не позднее 8 недели учебного семестра. Включает в себя оценку мероприятий текущего контроля аудиторной и самостоятельной работы обучающегося по разделам/темам учебной дисциплины с 1 по 8 неделю учебного семестра.
  - контрольная точка № 2 (КТ № 2) – выставляется в электронную ведомость не позднее 16 недели учебного семестра. Включает в себя оценку мероприятий текущего контроля аудиторной и самостоятельной работы обучающегося по разделам/темам учебной дисциплины с 9 по 16 неделю учебного семестра.
- Результаты текущей и промежуточной аттестации подводятся по шкале балльно-рейтинговой системы.

Этап рейтинговой системы / Оценочное средство	**Неделя**	**Балл**	
		Минимум*	Максимум**
Текущая аттестация	**1-16**	**36 - 60% от максимума**	**60**
Контрольная точка № 1	**7-8**	**18 (60% от 30)**	**30**
Контрольная работа	1-6	60% от М1	М1
Отчеты по лабораторным работам	1-6	60% от М2	М2

Контрольная точка № 2	**15-16**	**18 (60% от 30)**	**30**
Контрольная работа	15-16	60% от Т1	Т1
Отчеты по лабораторным работам	16-16	60% от Т2	Т2
Промежуточная аттестация	**-**	**24 – (60% 40)**	**40**
Экзамен	-	60% от КР	КР
ИТОГО по дисциплине		**60**	**100**

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

Обнинский институт атомной энергетики –

филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

(ИАТЭ НИЯУ МИФИ)

ОТДЕЛЕНИЕ ядерной физики и технологий

Направление/ Специальность	**12.04.01 «Приборостроение»**
Образовательная программа	**«**Неразрушающий контроль, техническая диагностика оборудования и компьютерная поддержка оператора АЭС**»**
Дисциплина	Методы и алгоритмы технической диагностики АЭС

ВОПРОСЫ К ЭКЗАМЕНУ

1. АЭС как сложная человеко-машинная система. Основные трудности при диагностировании АЭС.
2. Роль человека-оператора на АЭС. Задачи компьютерной поддержки оператора.
3. Стохастическая природа процессов на АЭС.
4. Техническое состояние объекта диагностирования, виды технического состояния.
5. Задачи общетехнической диагностики. Алгоритм диагностирования. Глубина диагностирования.
6. Методы диагностики. Тестовые и функциональные системы диагностирования.
7. Постановка задач обучения по прецедентам.
8. Типы шкал и типы задач: классификация, регрессия, прогнозирование, кластеризация.
9. Задачи извлечения данных. Проблема больших данных.
10. Методы обучения машин. Обучение с учителем и без учителя.
11. Линейная регрессия. Метод наименьших квадратов.
12. Регуляризация в регрессии: гребневая регрессия, LASSO.
13. Перцептрон и классические нейронные сети. Метод обратного распространения ошибки.
14. RBF-сети для регрессии и классификации.
15. Классификация состояний АЭС. Метрические методы классификации (kNN, окно Парзена).
16. Распознавание изображений: методы и алгоритмы.
17. Решающие деревья и композиции алгоритмов (бустинг, случайный лес).
18. Кластерный анализ: постановка задачи, алгоритм k-средних, иерархическая кластеризация.
19. Плотностные алгоритмы кластеризации.
20. Экспертные системы диагностирования.
21. Байесовские методы классификации. Оптимальный байесовский классификатор.
22. Метрики качества классификации: ошибки I и II рода, ROC-кривая.
23. Кластерный анализ однотипных объектов.
24. Предсказание характеристик объекта по данным однотипных объектов.
25. Анализ эксплуатационных данных в среде R.

26. Программирование задач технической диагностики АЭС на Python: SciPy, NumPy, scikit-learn.
27. Шумовая диагностика АЭС. Диагностирование режимов кипения теплоносителя и кризиса теплообмена.
28. Система вибродиагностики АЭС.
29. Диагностирование течей трубопроводов АЭС.
30. Система обнаружения свободных и слабозакрепленных частей.
31. Контроль герметичности оболочек. Локализация негерметичных ТВС.
32. Диагностирование отказов датчиков.
33. Задачи систем режимной диагностики реактора.

Критерии и шкала оценивания

Оценка	**Критерии оценки**
Отлично 36-40	Студент должен: - продемонстрировать глубокое и прочное усвоение знаний программного материала; - исчерпывающе, последовательно, грамотно и логически стройно изложить теоретический материал; - правильно формулировать определения; - продемонстрировать умения самостоятельной работы с литературой; - уметь сделать выводы по излагаемому материалу.
Хорошо 30-35	Студент должен: - продемонстрировать достаточно полное знание программного материала; - продемонстрировать знание основных теоретических понятий; достаточно последовательно, грамотно и логически стройно излагать материал; - продемонстрировать умение ориентироваться в литературе; - уметь сделать достаточно обоснованные выводы по излагаемому материалу.
Удовлетворительно 24-29	Студент должен: - продемонстрировать общее знание изучаемого материала; - показать общее владение понятийным аппаратом дисциплины; - уметь строить ответ в соответствии со структурой излагаемого вопроса; - знать основную рекомендуемую программой учебную литературу.
Неудовлетворительно 23 и меньше	Студент демонстрирует: - незнание значительной части программного материала; - не владение понятийным аппаратом дисциплины; - существенные ошибки при изложении учебного материала; - неумение строить ответ в соответствии со структурой излагаемого вопроса; - неумение делать выводы по излагаемому материалу.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»
Обнинский институт атомной энергетики –
филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»
(ИАТЭ НИЯУ МИФИ)

ОТДЕЛЕНИЕ ядерной физики и технологий

Направление/ Специальность	**12.04.01 «Приборостроение»**
Образовательная программа	**«**Неразрушающий контроль, техническая диагностика оборудования и компьютерная поддержка оператора АЭС**»**
Дисциплина	Методы и алгоритмы технической диагностики АЭС

Комплект заданий для контрольной работы

1. Характеристика объекта диагностирования. АЭС как сложная человеко-машинная система. Понятие о диагностике сложных технических систем.

2. Задачи технической диагностики АЭС. Основные трудности при диагностировании АЭС.

3. Основные задачи компьютерной поддержки оператора АЭС.

4. Техническое состояние объекта диагностирования, виды технического состояния.

5. Задачи общетехнической диагностики. Алгоритм диагностирования. Методы диагностики, из особенности, преимущества и недостатки. 6. Оценка качества, состояние и прогнозирование возможности дальнейшей эксплуатации систем.

7. Система диагностирования. Тестовые и функциональные, встроенные и внешние системы диагностирования. Глубина диагностирования.

8. Этапы построения систем технической диагностики.

9. Этапы интерпретации выявленных особенностях в эксплуатационных данных.

10. Смысл и задачи шумовой диагностики АЭС.

11. Задачи системы диагностирования режимов кипения теплоносителя.

12. Задачи системы вибродиагностики АЭС (на примере системы SUS фирмы СИМЕНС).

13. Задачи системы диагностирования течей трубопроводов АЭС (на примере системы ALUS фирмы СИМЕНС).

14. Задачи системы обнаружения свободных и слабозакрепленных частей (на примере системы KUS фирмы СИМЕНС).

15. Задача диагностирования отказов датчиков.

16. Задача контроля герметичности оболочек. Локализация негерметичных ТВС методом перекомпенсации нейтронного поля (применительно к реактору БН-600).

17. Сжатие и образное представление оперативной информации.

18. Системы слежения за параметрами безопасности (на примере систем SPDS), Группы параметров безопасности.

19. Применение деревьев отказов при диагностировании АЭС.

20. Смысл использования компьютерного моделирования при диагностировании АЭС.

21. Задачи систем режимной диагностики реактора (на примере системы ТЕПЛОГИД реактора БН-600).

22. Экспертные системы диагностирования.

Задачи, предлагаемые на экзамене:

Типовая задача. Перечислить свойства АЭС как сложной человека-машинной системы.

Типовая задача. Сформулировать задачи компьютероной поддержки оператора АЭС.

Типовая задача. Перечислить виды технического состояния АЭС.

Типовая задача. Определить понятие глубина диагностирования.

Типовая задача. Перечислить этапы построения системы технической диагностики АЭС.

Критерии и шкала оценивания

Оценка	**Критерии оценки**
Отлично с 25 до 30 баллов	Студент демонстрирует свободное обладание компетенциями, способен применить их в нестандартных ситуациях: показывает умение самостоятельно принимать решение, решать проблему/задачу теоретического или прикладного характера на основе изученных методов, приемов, технологий
Хорошо с 20 до 25 баллов	*Включает нижестоящий уровень.* Студент может доказать владение компетенциями: демонстрирует способность собирать, систематизировать, анализировать и грамотно использовать информацию из самостоятельно найденных теоретических источников и иллюстрировать ими теоретические положения или обосновывать практику применения.
Удовлетворительно с 15 до 20 баллов	Студент демонстрирует владение компетенциями в стандартных ситуациях: излагает в пределах задач курса теоретически и практически контролируемый материал.
Неудовлетворительно с 0 до 15 баллов	Отсутствие признаков порогового уровня: компетенции не сформированы. Студент не в состоянии продемонстрировать обладание компетенциями в стандартных ситуациях.

Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков

1 Письменный экзамен

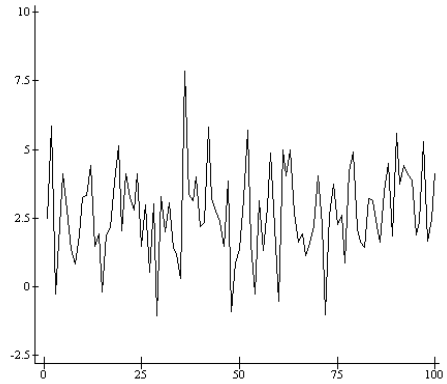
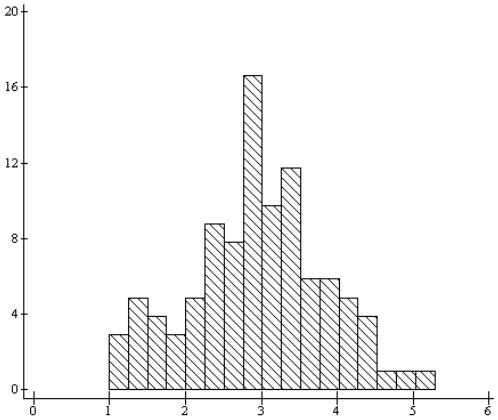
Для заданных наборов данных:
var 1
z= 6.98 6.26 2.88 7.10 6.28 7.75 7.69 3.20 7.83 7.21 2.81 3.24 2.70 7.06 3.02 2.80 2.13 7.33
a= 0 1 1 1 0 1 0 0 0 1 1 1 0 0 0 1 1 1
b= 9.00 4.00 1.00 2.00 7.00 2.00 3.00 1.00 3.00 5.00 1.00 1.00 1.00 6.00 1.00 1.00 1.00 8.00
x1= 14.20 14.70 11.40 11.80 13.40 18.70 18.30 14.20 18.20
x2= 24.50 20.00 24.10 16.90 24.90 24.20 20.30 16.60 24.10 16.10
x3= 10.50 12.00 11.10 11.80 15.00 13.10 14.60 14.10
p= 0.00 1.00 2.00 3.00 4.00 5.00 8.00 9.00 10.00 11.00 12.00 13.00
q= 3.35 0.60 ¯0.51 ¯2.98 ¯4.51 ¯6.63 ¯12.57 ¯14.74 ¯17.30 ¯19.31 ¯20.91 ¯23.19
x= 1.00 2.00 3.00 4.00 5.00 6.00 7.00 8.00 9.00
y= 2.00 2.83 3.46 4.00 4.47 4.90 5.29 5.66 6.00
X1= ¯2.06 ¯1.18 1.29 ¯2.17 ¯1.22 ¯2.8 ¯2.82 ¯1.71 ¯2.52 ¯2.62 1.95 2.63 ¯1.1 2.36 ¯1.46
X2= ¯1.13 ¯2.06 2.33 2.98 1.58 ¯2.98 ¯1.56 2.73 2.58 ¯1.97 1.37 1.83 1.55 1.42 ¯2.83
A= 1 1 1 2 2 3 3 2 2 1 1 1 3 1 3
B= 2 2 3 1 1 2 2 1 1 2 3 3 1 3 2
C= 1 3 2 3 2 1 3 3 1 1 1 2 1 1 2
AA= 4 5 7 2 0 1 6 3
BB= 20 70 10 50 60 30 0 40
CC= 700 100 200 600 0 400 500 300
DD=5000 0 1000 4000 7000 2000 3000 6000

1. Медиана z
2. Межквартильный размах z
3. Медиана абсолютных отклонений от медианы z
4. Размах сглаженного медианами по тройкам z
5. Максимальное приращение после ганнирования
6. Число точек в 4-х интервалах гистограммы z
7. Гармоническое среднее этих чисел (без учета нулей)
8. Геометрическое среднее этих чисел (без учета нулей)
9. Анализ распределения стеблем с листьями z, число точек в группах
10. Объяснение с помощью a или b
11. Ящики с усами по x1,x2,x3 -- какая выборка имеет особеннось
12. Тип особенности--1) сдвиг среднего, 2) измененивариации, 3) наличиевыбросов
13. По p,q оценить коэффициэнты q=a+bp методом медиан по 1/3 крайних точек
14. Получить остатки графически и определить номер максимального по модулю
15. По x,y определить какое преобразование спрямляет зависимость $1/x$, $\sqrt{x}$, x^2
16. График и коэффициент наклона спрямленной зависимости

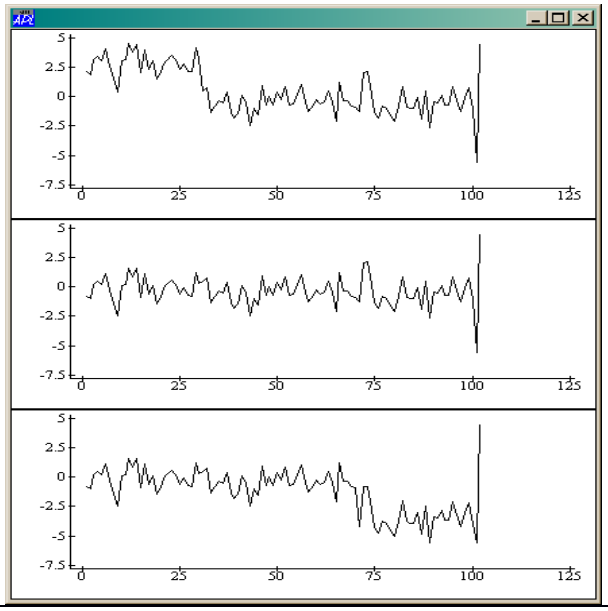
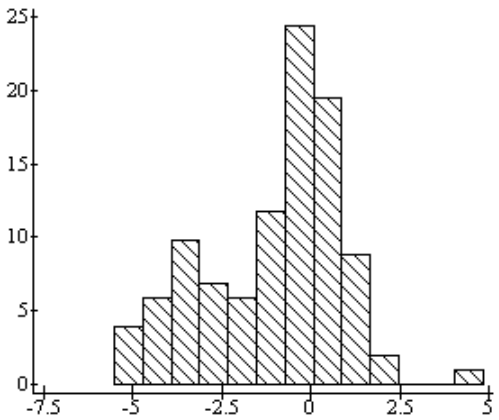
17. Провести кластерный анализ (найти группы) на проскости X1-X2 и определить, какая из переменных A,B,C может быть использована для интерпретации кластеров
18. Построить график параллельных координат по переменным AA,BB,CC,DD.

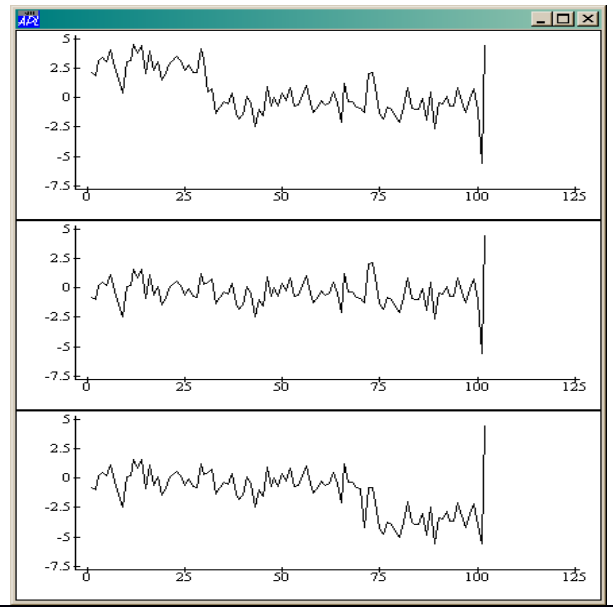
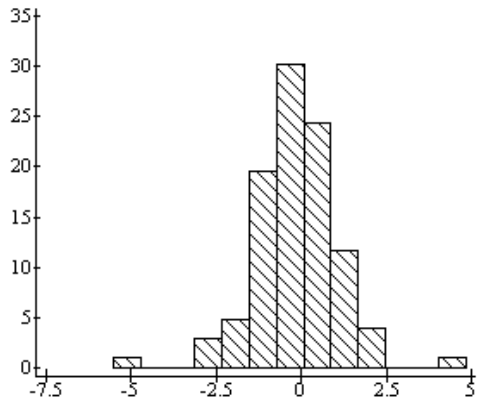
2 Задачи для собеседования

2.1 Какие статистики наиболее соответствуют приведенным данным?

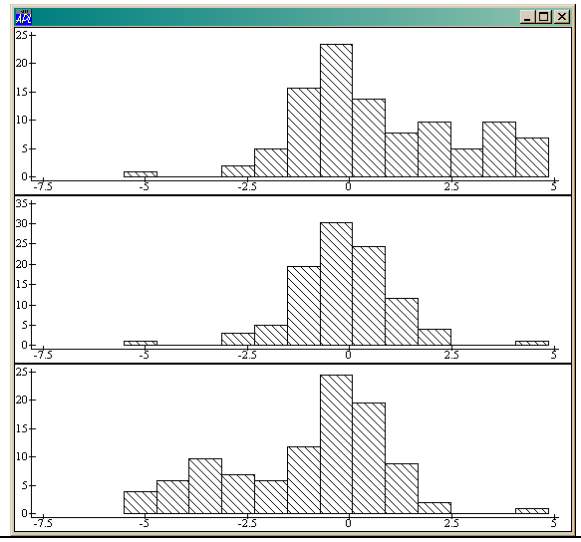
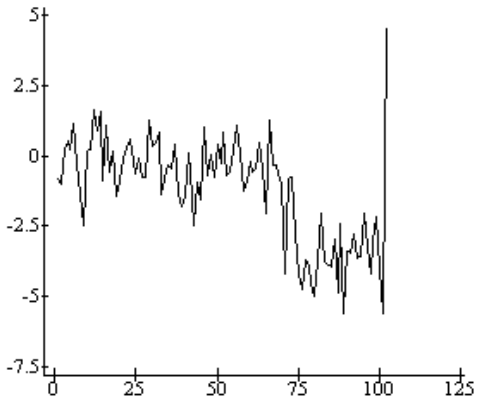
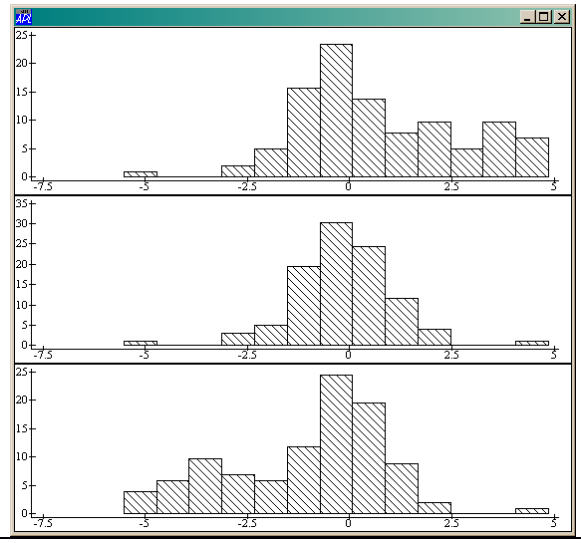
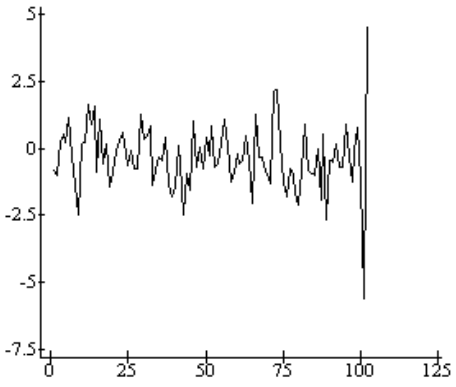
<table>
<tr><th>№</th><th>Данные</th><th>Статистики</th></tr>
<tr><td>1</td><td></td><td>
<table>
<tr><th>статистика</th><th>1</th><th>2</th><th>3</th></tr>
<tr><td>Среднее</td><td>3.80</td><td>2.80</td><td>1.80</td></tr>
<tr><td>Медиана</td><td>2.68</td><td>2.68</td><td>2.68</td></tr>
<tr><td>Среднеквадрати-ческое откл.</td><td>1.66</td><td>1.66</td><td>1.66</td></tr>
<tr><td>Межквартильный размах</td><td>2.28</td><td>2.28</td><td>2.28</td></tr>
</table>
</td></tr>
<tr><td>2</td><td></td><td>
<table>
<tr><th>статистика</th><th>1</th><th>2</th><th>3</th></tr>
<tr><td>Среднее</td><td>2.96</td><td>2.96</td><td>2.96</td></tr>
<tr><td>Медиана</td><td>2.97</td><td>2.97</td><td>2.97</td></tr>
<tr><td>Среднеквадрати-ческое откл.</td><td>0.89</td><td>0.089</td><td>1.89</td></tr>
<tr><td>Межквартильный размах</td><td>1.10</td><td>1.10</td><td>1.10</td></tr>
</table>
</td></tr>
</table>

2.2 Соответствие гистограммы одному из временных рядов

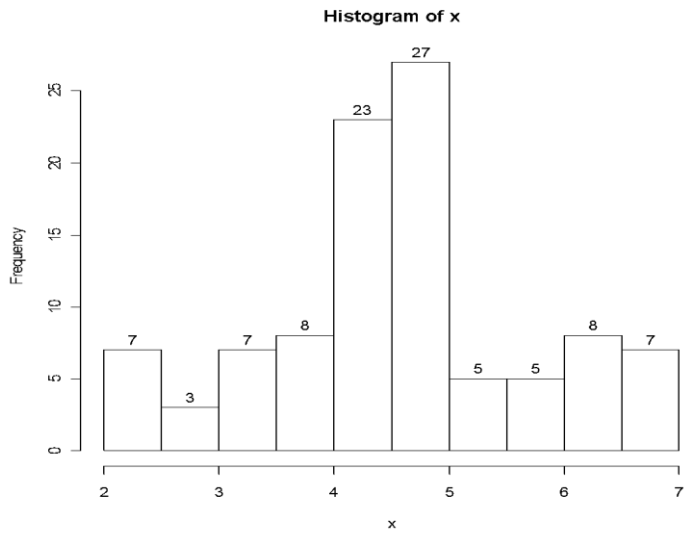
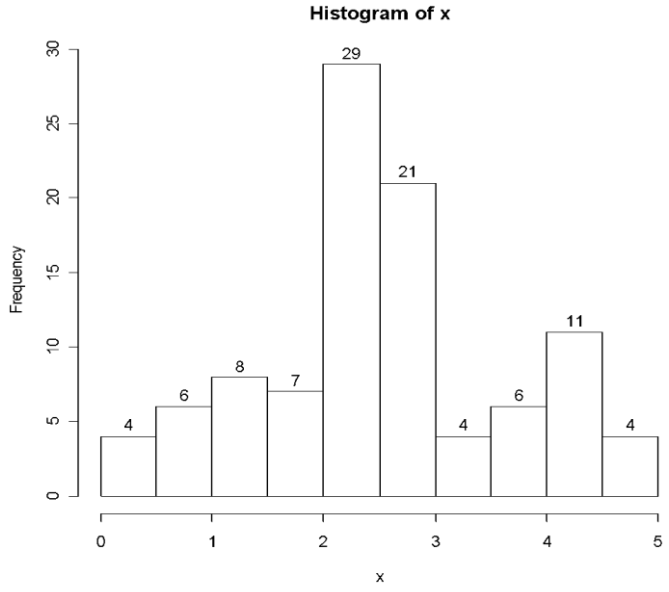
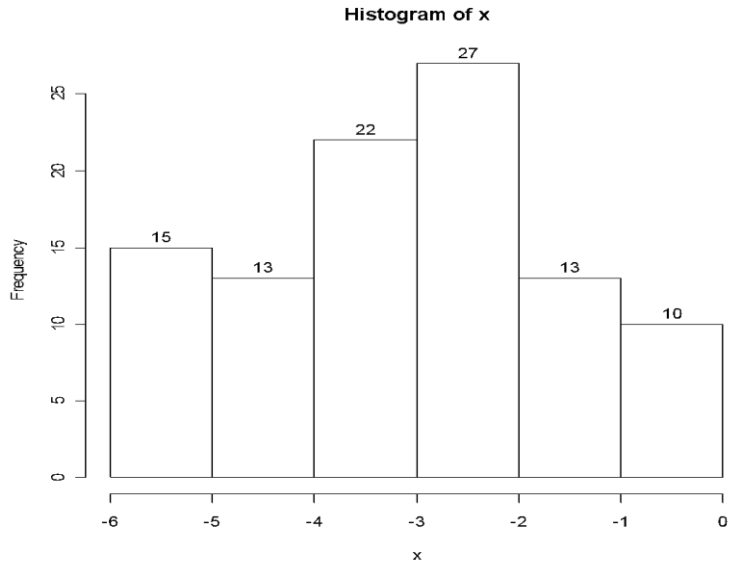
<table>
<tr><td>1</td><td></td><td></td></tr>
</table>

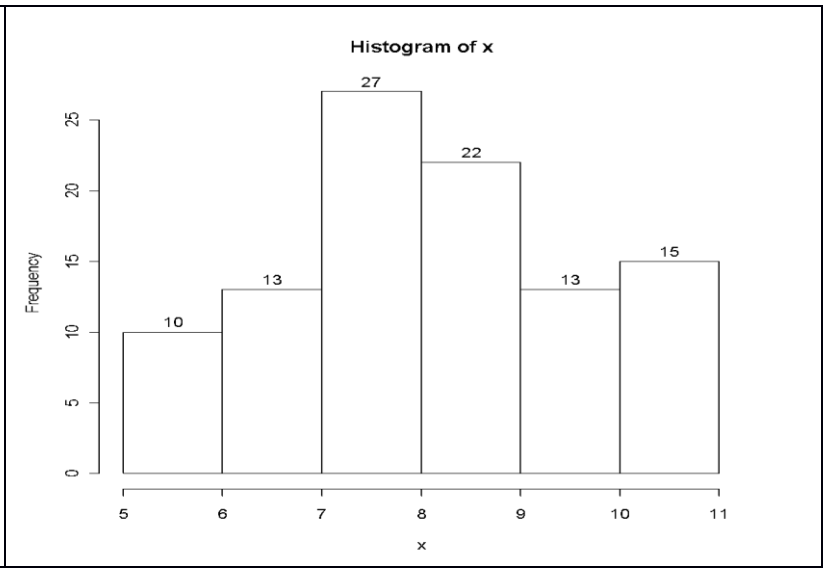
2		

2.3 Соответствие временного ряда одной из гистограмм

4		
5		

2.4 Определение медианы или межквартильного размаха по гистограмме выборки X объема 100 точек

№	Гистограмма по выборке объема 100 точек
1 R025	
3 R025	
4 MED	

5 ME D	

2.5 Какие статистики относятся к мерам положения и какие к мерам изменчивости (ответы в таблице). Написать формулу. Найти в лекциях АПЛ выражение для вычисления данной статистики

№	Статистика	Тип
1	Среднее геометрическое	П
2	Размах	И
3	Среднее арифметическое	П
4	Медиана абсолютного отклонения от медианы	И
5	Среднеквадрати-ческое отклонение	И
6	Среднее абсолютное отклонение от медианы	И
7	Случайная точка выборки	П
8	Среднее абсолютное отклонение от среднего арифметического	И
9	Середина выборки	П
10	Медиана	П
11	Разность двух случайных точек выборки	И
12	Цензурированное среднее	П

3 Вопросы для собеседования

3.1 Оценки статистических параметров и их свойства

(Среднее, Среднеквадратическое отклонение, Размах, Медиана, Квантиль заданного уровня, Межквартильный размах, Мода)

- Какие статистики относятся к мерам положения, а какие к мерам рассеяния?
- Распределить заданные формулы по именам соответствующих статистик
- Распределить заданные АПЛ-выражения по именам соответствующих статистик
- Дано значение среднеквадратического отклонения. Какое из заданных значений размаха наиболее соответствует этому значению (и наоборот)?
- Дана гистограмма (стебель, временной ряд). Какой из наборов статистик наиболее соответствует выборке?
- Дана гистограмма (стебель, временной ряд). Каково соотношение мер положения (медиана, мода, среднее)? Выбрать из списка (меньше, больше, равно…). Или: Упорядочить меры положения по возрастанию.

3.2 Визуализация выборок и качественная проверка статистических гипотез

Гистограммы и Стебли с листьями

- Даны 3 графика разных процессов и гистограмма одного их них. Какому процессу соответствует гистограмма?
- Для заданного стебля с листьями определить из заданного набора наиболее «подходящий» набор статистических характеристик выборки (медиана, мода, размах,…)
- Для набора гистограмм и стеблей определить пары относящиеся к одной выборке.

Схематические диаграммы (ящики с усами)

- Дан процесс и три набора по 3 схематические диаграммы. Какая тройка соответствует процессу?
- Какой из заданных ящиков соответствует каждой из представленных гистограмм?

Выявление особенностей, интерпретация

Наличие в выборке экстремальных значений

- Даны ящики с усами для нескольких выборок. Какая из выборок содержит точку, подозреваемую на выброс?

Изменение среднего значения сигнала

Наличие в выборке группировок

3.3 Анализ парных факторных зависимостей

Выравнивание зависимостей Y=f(X)

- Зачем проводится выравнивание зависимостей (анализ остатков; оценивание коэффициентов;…)?
- Даны графики остатков, полученные после выравнивания некоторой зависимости. Какой член (из списка) следует добавить к зависимости?

Спрямление зависимостей Y=f(X)

- Какое из преобразований спрямит представленную на графике зависимость?
- Дана зависимость и результаты применения нескольких спрямляющих преобразований. Какое преобразование соответствует каждому графику?

Оценивание коэффициентов прямой (медианы по 30% крайних точек)

- Какая из заданных пар коэффициентов соответствует представленной на графике зависимости? (Или: каждой из представленных на графике зависимостей)

4 Сглаживание и дифференцирование временных последовательностей

Медианы по тройкам и Ганнирование

- Дана выборка и ее сглаженные значения. Какой метод использовался для сглаживания?

Параболы по методу наименьших квадратов (МНК)

- Дан процесс и два результата сглаживания параболами по МНК. Для какого случая параметр размер временного окна больше?

Первая и вторая производные временного процесса при сглаживании параболами по МНК

- Даны 2 спектра и вторая производная одного из них. Какому спектру она соответствует?
- Даны 2 процесса и первая производная одного из них. Какому процессу она соответствует?

Экспоненциальное сглаживание

- Дан процесс и два результата экспоненциального сглаживания. Для какого случая параметр α больше?

Контрольные карты Шьюхарта и кумулятивных сумм

- Дана контрольная карта и графики нескольких выборок. Какой выборке соответствует контрольная карта?
- Какое изменение среднего соответствует данной карте кумулятивных сумм?

5 Задачи к экзамену

Задача 1

==========

Задача FLUT_MED вариант: 1

Дано: таблица показаний датчика запаздывающих нейтронов в исходном
состоянии (F) и при внесении возмущений нейтронного поля
стержнями СУЗ С1, С2 и С3 (4 выборки по 10 значений):

N: 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
F: 7 14 10 16 27 14 15 25 11 7
C1: 30 5 19 19 1 1 24 22 10 121
C2: 21 21 7 26 22 25 3 3 23 19
C3: 17 17 13 22 39 39 22 19 31 19

Требуется: сравнить медианы 4-х выборок показаний датчика и определить
в районе какого стержня СУЗ находится негерметичный твэл.

Ответ

FLUT_MED VAR. 1 : Defect near KPTK: 3 medians: 14 19 21 20.5

==========

Задача 2

==========

Задача FLUT_MNK вариант: 1

Дано: таблица значений энерговыделения в 3-х тепловыделяющих
сборках (ТВС) при 8-ми различных возмущениях нейтронного поля
и показания датчика запаздывающих нейтронов (DND):

N: 1 2 3 4 5 6 7 8
TBC1: 46 16 38 78 8 70 1 30
TBC2: 52 29 69 23 17 58 11 6
TBC3: 45 84 32 6 73 69 53 48
DND: 256 187 307 169 151 274 133 118
Требуется: определить какая из данных
ТВС являются негерметичной.

Ответ
FLUT_MNK VAR. 1 : Defects numbers: 2 coeff.: 100 3

==========

Задача 3

==========

Задача HIST_2G вариант: 1
Значения диагностического параметра:
D: 10 4 4 7 4 11 1 10 1 7 8 3 2 7 5 2 11

Вспомогательные параметры
Температура на выходе:
G: 325 313 313 325 313 325 313 325 313 325 325 313 313 325 313 313 325
Включение подпиточного насоса:
P: 1 0 0 0 0 0 1 0 0 1 1 0 1 1 1 1 0
Коэффициент усиления:
K: 6 3 3 3 3 3 6 3 3 6 6 3 6 6 6 6 3

Проверить наличие особенностей в показаниях диагностического параметра и интерпретировать выявленные особенности, используя вспомогательные параметры.

Ответ
HIST_2G, VAR. 1 :Group cause: 3 Kamp

==========

Задача 4

==========

Задача PRT_LEARN вариант: 1
Дано: две выборки по 5 спектров на частотах f1,f2,...f6,
измеренные для нормального и аномального состояний установки:

	Норма					Аномалия				
Спектр N:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
f 1	4	4	9	6	2	2	2	1	6	6
f 2	46	42	63	46	44	26	11	13	33	39

f 3 4 4 6 4 2 4 3 2 3 3
f 4 4 2 6 2 6 2 1 1 9 3
f 5 24 26 39 22 22 44 22 21 69 63
f 6 6 4 9 6 6 6 2 2 6 3

Требуется: сформулировать правило для диагностирования состояния
установки по виду спектра шумов.

Ответ

PRT_LEARN VAR. 1 : C1 if A[2]>A[5] C2 if A[2]<A[5]

==========

Задача 5

==========

Задача PRT_LEARN_rec вариант: 1

Дано: две выборки по 5 спектров на частотах f1,f2,...f6,
измеренные для нормального и аномального состояний установки
и один спектр неизвестной принадлежности (номер 11):

Норма Аномалия ?

Спектр N: 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11

f 1 6 9 2 4 2 6 2 1 3 6 9
f 2 66 63 21 42 46 66 21 23 69 44 63
f 3 9 3 2 6 6 9 3 3 6 4 3
f 4 9 9 3 2 4 6 1 1 6 4 3
f 5 6 6 2 4 2 39 13 11 33 24 6
f 6 9 6 2 2 6 3 2 3 3 2 9

Требуется: определить состояние установки по виду спектра 11
и обьяснить результат.

Ответ

PRT_LEARN_rec VAR. 1 : C1 i.e. C1 if there is no A[5] C2 if there is A[5]

==========

Задача 6

==========

Задача SENSOR вариант: 1

Дано: таблица показаний 4-х датчиков (D1, D2, D3 и D4), измеренных
в нормальных (N) и аномальных (A) состояниях (S) установки:

S: N N N N N A A
D1: 4 5 0 1 2 8 4
D2: -11 -13 -3 -5 -7 -9 -1
D3: 6 7 2 3 4 5 1
D4: 1 5 4 8 7 2 6

Требуется: используя взаимную зависимость показаний датчиков,

определить какой датчик отказал (неправильные
показания для состояний А).

Ответ

SENSOR VAR. 1 : Defect sensor: 1

==========

Задача 7

==========

Задача SMOOTH_WHO вариант: 1

Исходный временной ряд:

42 37 17 41 32 3 3 8 39 4 26 47 12 11 5 35 36

Сглаженный временной ряд:

42 37 37 32 32 3 3 8 8 26 26 26 12 11 11 35 36

Какой алгоритм использовался для сглаживания
(ганирование или медианы по тройкам)?

Ответ

SMOOTH_WHO, VAR. 1 :Smooth method:MED3

==========

Задача 8

==========

Kendal, var 1

Дана обучающая выборка из 13 объектов, описанных
признаками X1,X2,X3 и принадлежащим к одному из 2-х классов (C):

C	X1	X2	X3
1	0.893	1.131	10.598
2	5.359	6.32	4.953
2	4.491	5.458	5.939
1	4.081	4.098	7.633
2	6.605	7.56	4.018
2	7.614	8.632	3.118
1	6.183	5.96	5.552
2	8.396	9.308	2.025
1	3.051	3.02	8.378
1	2.122	1.846	9.423
2	3.564	4.608	7.085
2	9.631	10.63	1.042
1	4.933	5.181	6.561

? 2.536 2.465 10.577

Построить диагностические правила, используя метод Кендалла и
определить принадлежность 14-ого объекта (помечен вопросом "?").

Ответ
Kendal, VAR. 1 : Class 2
==========

Задача 9
==========
OptLevel, var 1

Даны значения переменной X, измеренные при нахождении объекта в
одном из двух состояний (C):

C: 1 2 2 2 2 1 2 2 1 2 1 1 1 2 1 1 1 2
X: 3.1 3.5 5.4 5.2 5.5 5.2 5.9 2 2.6 5.8 3.7 3 2.8 5.4 4 2.3 1.7 6.2

Выбрать оптимальный порог распознавания состояния (минимум суммы
ошибок I и II родов)

Ответ
OptLevel, var. 1 : level=5.2
==========

Задача 10
==========
Peaks, var 1

Даны значения спектра сигнала:

0 1 2 3 4 5 4 3 4 5 3 2 1 3 1

на частотах f1,f2,...,f15.

Выделить пики спектра, используя разделение по локальным минимумам.
Для каждого пика определить:
- число точек пика
- мощность пика
- максимальную амплитуду
- тоже относительно фона
- скошенность пика

Ответ

Peaks, var. 1 :

6 4 1

19 14 3

5 5 3

2.5 2 0

3 2 0

==========

4.4 Контрольная

Задание 1

Исходные данные:

X	Y
0	¯9.5
1	¯0.5
2	¯5
3	¯11
4	¯11
5	¯20
6	¯23
7	¯27.5
8	¯21.5
9	¯26

Задание:

1.Найти коэффициенты модели Y=a+b×X,
проводя прямую через медианные точки
по 30% группам на краях выборки (по X).

2.Определить максимальное по модулю значение
ошибки модели.

Задание 2

Исходные данные:

X	Y
1	5
2	3.5
3	3
4	2.75
5	2.6
6	2.5
7	2.428571429
8	2.375
9	2.333333333

Задание:

Выбрать преобразование X, линеаризующее

зависимость Y=F(X). (выбирать из (1/x)(x^1/2)(x^2))

Задание 3

Исходные данные:

X
0.7
6.2
8.6
3.8
2.9
5.3
9
0.3
2.8
1.6
2
6.5
5.7

Задание:

Сгладить временной ряд X медианами по тройкам

Задание 4

Исходные данные:

X
8
6
5
9
8
3
5
4
2
4

Задание:

Сгладить временной ряд X ганнированием

Задание 4

Исходные данные:

X

3.8
1.4
3.7
3.3
6.5
4.1
5.3
6.7
8
0.2

Задание:
По выборке данных X
определить статистические характеристики
и построить гистограмму с 3-мя интервалами

Задание 3

Исходные данные:

X1	X2	A	B	C
1.84	¯2.28	1	3	3
2.25	1.08	2	1	2
1.63	2.97	2	2	3
1.05	1.19	2	3	3
1.99	1.47	2	1	1
1.95	¯1.8	1	3	2
1.43	¯2.29	1	1	1
2.72	2.19	2	3	3
1.91	2.77	2	3	3
2.61	2.47	2	1	2
2.93	¯1.99	1	1	1
2.12	1.27	2	1	3
2.19	¯2.48	1	3	2

Задание:
Провести кластерный анализ
(найти группы) на проскости X1-X2
и определить, какая из переменных
A,B,C может быть использована для
интерпретации кластеров

На рисунке приведено изображение раздваемого студентам варианта:

<<<<<< Вариант 1 >>>>>>>>
Исходные данные:

X	Y
0	-9.5
1	-0.5
2	-5
3	-11
4	-11
5	-20
6	-23
7	-27.5
8	-21.5
9	-26

Задание:
1.Найти коэффициенты модели Y=a+b×X,
проводя прямую через медианные точки
по 30% группам на краях выборки (по X).
2.Определить максимальное по модулю значение
ошибки модели.

Исходные данные:

X	Y
1	5
2	3.5
3	3
4	2.75
5	2.6
6	2.5
7	2.4285714 29
8	2.375
9	2.3333333 33

Задание:
Выбрать преобразование X, линеаризующее
зависимость Y=F(X). (выбирать из (1/x)(x^1/2)(x^2))

Исходные данные:

X
0.7
6.2
8.6
3.8
2.9
5.3
9
0.3
2.8
1.6
2
6.5
5.7

Задание:
Сгладить временной ряд X медианами по тройкам

Исходные данные:

X
8
6
5
9
8
3
5
4
2
4

Задание:
Сгладить временной ряд X ганнированием

Исходные данные:

X
3.8
1.4
3.7
3.3
6.5
4.1
5.3
6.7
8
0.2

Задание:
По выборке данных X определить статистические характеристики
и построить гистограмму с 3-мя интервалами

Исходные данные:

X1	X2	A	B	C
1.84	-2.28	1	3	3
2.25	1.08	2	1	2
1.63	2.97	2	2	3
1.05	1.19	2	3	3
1.99	1.47	2	1	1
1.95	-1.8	1	3	2
1.43	-2.29	1	1	1
2.72	2.19	2	3	3
1.91	2.77	2	3	3
2.61	2.47	2	1	2
2.93	-1.99	1	1	1
2.12	1.27	2	1	3
2.19	-2.48	1	3	2

Задание:
Провести кластерный анализ (найти группы) на проскости X1-X2 и определить, какая из переменных A,B,C может быть использована для интерпретации кластеров

Типовые вопросы (задания)

1. Общие понятия. Этапы диагностического исследования.
2. Роль анализа данных при диагностировании. Типы диагностических данных (шкалы измерения).
3. Типы данных привлекаемых при интерпретации результатов анализа.
4. Прямые и обратные задачи при диагностировании.
5. Основы цифровой обработки сигналов.
6. Задачи и методы разведочного анализа данных и фильтрации сигналов при построении алгоритмов диагностирования.
7. Оценки основных статистических параметров. Меры положения (среднее, медиана, модаб цензурированное и взвешанное среднее).
31. Меры изменчивости. Среднеквадратическое отклонение, размах, квантили заданного уровня, межквартильный размах.
8. Визуализация выборок. (Гистограммы, схематические диаграммы).
33. Сравнение выборок, стебли с листьями.
9. Сглаживание и дифференцирование временных последовательностей (Медианы по тройкам, Ганнирование)

29. Параболы по методу наименьших квадратов, первая и вторая производные временного процесса при сглаживании параболами по МНК

30. Экспоненциальное сглаживание. Предсказание временных последовательностей. Адаптация параметров.

10. Анализ парных факторных зависимостей. (Выравнивание и спрямление зависимостей)

11. Выявление особенностей и закономерностей. Качественная проверка статистических гипотез. (Наличие в выборке экстремальных значений, изменение среднего значения сигнала, наличие в выборке группировок).

12. Визуализация многомерных данных. (Линейное шкалирование Орлочи, расстояние до двух фиксированных точек, представление многогранником).

13. Задачи и методы проверки статистических гипотез при построении алгоритмов диагностирования. Критерии и характеристики обнаружения.

14. Проверка гипотезы о различии средних двух выборок с использованием t-статистики.

27. Тоже для W-статистики Уилкоксона с нормальной аппроксимацией. Формулы для среднего и дисперсии W-статистики.

15. Бутстрэп для оценки дисперсии среднего арифметического по выборке из нормального распределения. Сравнение с теоретическим значением.

16. Основы теории оценок параметров сигналов. Оценивание параметров гауссовского распределения по выборке данных (метод максимального правдоподобия).

17. Непараметрическое оценивание плотности распределени. Гистограмма,

28. Метод Парзена с нормальными ядрами, метод К-ого ближайшего соседа, включая многомерный случай.

Фильтрация и выделение сигналов на фоне помех. Контрольные карты среднего и размаха. Кумулятивные контрольные карты.

Применение методов регрессионного анализа при построении алгоритмов диагностирования.

18. Линейный многомерный МНК. Алгебраический и геометрический вывод для оценок параметров. Ошибки оцениваемых параметров. Планирование экспериментов. Вычислительные проблемы МНК (плохая обусловленность матриц, сингулярное разложение).

19. Нелинейный метод наименьших квадратов. Прямые и градиентные методы.

Метод группового учета аргументов. Нейронные сети.

Задачи и методы распознавания образов при построении алгоритмов диагностирования

20. Задачи и методы поиска информативных признаков при построении алгоритмов диагностирования к

99ю Нелинейное шкалирование Сэммона, дискриминант Фишера.

21. Задачи и методы кластерного анализа при построении алгоритмов диагностирования (алгоритмы "Цепные расстояния", "К внутригрупповых средних" и "Форель").

22. Методы построения решающих правил. Перебраковка и недобраковка изделий. Классификация по минимуму расстояния до центра класса (эталона) и алгоритму Хо-Кашьяпа. Многомерное гауссовское распределение. Оценивание ковариационной матрицы и вектора математических ожиданий. Вычисление расстояния Махаланобиса.

23. Обработка изображений.

24. Основы генетического программирования.

25. Нечеткие множества в задачах технической диагностики.

26. Методы искусственного интеллекта в задачах технической диагностики.

Задачи предлагаемые на экзамене

Типовая задача. Расчитать медиану заданной выборки эксплуатационных данных.
Типовая задача. Расчитать середину заданной выборки эксплуатационных данных.
Типовая задача. Расчитать размах заданной выборки эксплуатационных данных.
Типовая задача. Расчитать межквартильный размах заданной выборки эксплуатационных данных.
Типовая задача. Расчитать расстояние Махалонобиса между двумя выборками эксплуатационных данных.
Типовая задача. Вычислить статистику Хотеллинга для двух выборкок эксплуатационных данных.
Типовая задача. Вычислить Т-статистику для двух выборкок показаний ДЗН.
Типовая задача. Вычислить W-статистику для двух выборкок показаний ДЗН.
Типовая задача. Определить коэффициенты прямой для данной зависимости.
Типовая задача. Вычислить коэффициент корреляции Спирмена.
Типовая задача. Вычислить коэффициент корреляции Кендалла.
Типовая задача. Вычислить коэффициент корреляции Пирсона.

6 Экзаменационные билеты по дисциплине.

Линейный многомерный МНК. Алгебраический вывод для оценок параметров.
Линейный многомерный МНК. Ошибки оцениваемых параметров.
Метод группового учета аргументов.
Нейронные сети.
Задачи и методы распознавания образов при построении алгоритмов диагностирования
Задачи и методы поиска информативных признаков при построении алгоритмов диагностирования
Нелинейное шкалирование Сэммона.
Дискриминант Фишера.
Задачи и методы кластерного анализа при построении алгоритмов диагностирования
Алгоритм кластерного анализа "Цепные расстояния"
Алгоритм кластерного анализа "К внутригрупповых средних"
Алгоритм кластерного анализа "Форель".
Методы построения решающих правил.
Классификация по минимуму расстояния до центра класса (эталона)
Классификация по алгоритму Хо-Кашьяпа.
Многомерное гауссовское распределение.
Оценивание ковариационной матрицы и вектора математических ожиданий.
Применение статистики Хотеллинга
Вычисление расстояния Махаланобиса.
Визуализация многомерных данных.
Линейное шкалирование Орлочи
График на основе расстояний до двух фиксированных точек
График параллельных координат

Программу составили:

доцент отд. ЯФиТ, к.т.н., П.А. Белоусов
старший преподаватель отд. ЯФиТ, Д.А. Распопов

Рецензенты:

профессор отд. ИКС, д.ф.-м.н, С.О. Старков
доцент отд. ИКС, к.т.н, О.А. Мирзеабасов