

Министерство образования и науки Республики Казахстан
Карагандинский Государственный технический университет

«Утверждаю»
Проректор по ИиУМР, ПРК
Исагулов А.З.

« ____ » _____ 20__ г.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС
ДИСЦИПЛИНЫ ПРЕПОДАВАТЕЛЯ

Дисциплина SOTO 3217 «Системный анализ технических объектов»

Модуль ОА 27 «Обеспечение и анализ»

Специальность 5В073200 «Стандартизация, сертификация и метрология (по
отраслям)»

Институт Машиностроения

Кафедра «Технология машиностроения»

Предисловие

Учебно-методический комплекс дисциплины преподавателя разработан: к.т.н., доцентом Муравьевым О.П., старшим преподавателем Гейдан И.А., старшим преподавателем Бийжановым С.К., преподавателем Карсаковой Н.Ж.

Обсужден на заседании кафедры «Технология машиностроения»

Протокол № _____ от « ____ » _____ 20__ г.

Зав. кафедрой _____ « ____ » _____ 20__ г.

(подпись)

Одобрено учебно-методическим советом Института машиностроения

Протокол № _____ от « ____ » _____ 20__ г.

Председатель _____ « ____ » _____ 20__ г.

(подпись)

Содержание

1 Рабочая учебная программа	
1.1 Сведения о преподавателе и контактная информация	
1.2 Трудоемкость дисциплины	
1.3 Характеристика дисциплины	
1.4 Цель дисциплины	
1.5 Задачи дисциплины	
1.6 Пререквизиты	
1.7 Постреквизиты	
1.8 Содержание дисциплины	
1.9 Список основной литературы	
1.10 Список дополнительной литературы	
1.11 Критерии оценки знаний студентов	
1.12 Политика и процедуры	1
1.13 Учебно-методическая обеспеченность дисциплины	2
2 График выполнения и сдачи заданий по дисциплине	3
3 Конспект лекций	4
4 Методические указания для выполнения практических работ	8
5 Тематический план самостоятельной работы студента с преподавателем	1
6 Материалы для контроля знаний студентов в период рубежного контроля и итоговой аттестации	3
6.1 Тематика упражнений по дисциплине	3
6.2 Тематика контрольных работ	4
6.3 Экзаменационные тесты	6
6.4 Экзаменационные билеты	135

1 Рабочая учебная программа

1.1 Сведения о преподавателе и контактная информация

Муравьев Олег Павлович - к.т.н., доцент кафедры «Технология машиностроения»;

Гейдан Ирина Анатольевна - старший преподаватель кафедры «Технология машиностроения»;

Бийжанов Серик Кажимович - старшим преподавателем кафедры «Технология машиностроения»;

Карсакова Нургуль Жолаевна - преподаватель кафедры «Технология машиностроения».

Кафедра Технологии машиностроения находится в главном корпусе КарГТУ, Б.Мира, 56, аудитория 334 контактный телефон 56-59-35 (вн.1066).

1.2 Трудоемкость дисциплины

Семестр	Количество кредитов	Вид занятий					Количество часов СРС	Общее количество часов	Форма контроля
		количество контактных часов			количество часов СРС	всего часов			
		лекции	практические занятия	лабораторные занятия					
6	3/5	30	15	-	45	90	45	135	экзамен

1.3 Характеристика дисциплины

Дисциплина «Системный анализ технических объектов» является одной из базовых дисциплин при подготовке инженерных кадров, в которой с достаточно высокой степенью обобщения излагаются все основные аспекты системного подхода, и дается инструмент для ориентации в любой специальной области народного хозяйства.

1.4 Цель дисциплины

Дисциплина «Системный анализ технических объектов» ставит целью формирование знаний об основных понятиях и методах прикладного системного анализа, теории принятия решений, основ моделирования, основ планирования измерительного эксперимента.

1.5 Задачи дисциплины

Задачи дисциплины следующие: овладение студентами методологий системного анализа, методами моделирования не сложных систем и технологических процессов; научить студента теоретическим основам и практическим навыкам планирования измерительного эксперимента, формирования у студентов представления о содержании основных этапов и компонентах схемы, средств и методики измерения при наименьших затратах средств и времени.

В результате изучения данной дисциплины студенты должны:

- Иметь представление об истории возникновения и развития системных представлений,;
- о роли и месте системного анализа при исследовании проблемы принятия решения в сложной системе, о прикладной направленности системного анализа;

- о физической сущности содержания работ, выполняемых на каждом этапе проведения измерительного эксперимента.

- Знать:

- общую характеристику основных проблем организации системных исследований, методологию системного анализа, процедуры системного анализа, типы модулей и основные этапы построения моделей, методы выбора (принятия решений), алгоритм проведения системного анализа;

- методику планирования этапов эксперимента, их последовательность выполнения и взаимосвязь.

- Уметь:

- формировать проблемы и строить проблематику, моделировать не сложные системы и технологические процессы, решать многокритериальные задачи;

решать задачи выбора (принятия решений);

- выбирать схемы и средства измерительного эксперимента, обрабатывать результаты измерений.

- Приобрести практические навыки:

формирования проблемы и построения проблематики, моделирования не сложных систем и технологических процессов, решения многокритериальных задач;

решения задач выбора (принятия решений), анализировать и обосновывать по результату проведения эксперимента погрешность измерения, допустимую для практических целей.

- Компетентны в вопросах формирования проблемы и построения проблематики систем различной сложности, моделирования систем, решения задач выбора, в вопросах планирования измерительного эксперимента.

1.6 Пререквизиты

Для изучения данной дисциплины необходимо усвоение следующих дисциплин (с указанием разделов (тем)):

Дисциплина	Наименование разделов (тем)
Статистические методы управления качеством продукции и процессов	Реализация случайного выбора. Методы статистического управления качества. Статистический анализ точности, стабильности и управления технологическими процессами. Организация технического контроля качества.

1.7 Постреквизиты

Знания, полученные при изучении дисциплины «Системный анализ и диагностирование технических объектов» используются при освоении следующих дисциплин: Метрологическое обеспечение производства, Системы менеджмента качества, Сертификация систем качества, Организация планирования и управление производством.

1.8 Содержание дисциплины

1.8.1 Содержание дисциплины по видам занятий и их трудоемкость

Наименование раздела (темы)	Трудоемкость по видам занятий, час.				
	лекции	практические	лабораторные	СРСП	СРС
1. Введение. Основные понятия и утверждения системного анализа. История развития системного анализа	2	-		3	3
2. Модели и моделирование. Широкое толкование понятия модели. Развитие понятия модели. Моделирование – неотъемлемый этап всякой целенаправленной деятельности. Цель как модель. Познавательные и прагматические модели. Статические и динамические модели. Способы воплощения моделей. Абстрактные модели. Материальные модели и виды подобия. Знаковые модели и сигналы. Условия реализации свойств моделей. Конечность моделей. Упрощенность моделей. Приближенность моделей. Истинность моделей.	2	1		3	3
3. Системы, модели систем. Множественность моделей систем. Первое определение системы. Проблемы и системы. Модель «черного ящика». Компоненты «черного ящика». Множественность входов и выходов. Модель состава системы. Компоненты модели состава. Сложности построения модели состава. Модель структуры системы. Второе определение системы. Структурная схема системы. Динамические модели систем.	2	1		3	3
4. Искусственные и естественные системы. Искусственные системы и есте-	2	1		3	3

<p>ственные объекты. Структурированность естественных объектов. Субъективные и объективные цели. Различные классификации систем. Типы способов управления. Ресурсы управления и качество системы. Различия больших и сложных систем.</p>					
<p>5. Роль измерений в создании моделей систем Эксперимент и модель. Классическое представление об эксперименте. Современное понятие эксперимента. Измерительные шкалы. Расплывчатое описание ситуаций. Понятие расплывчатости. Основные понятия теории расплывчатых множеств. Вероятностное описание ситуаций. Статистические измерения. Регистрация экспериментальных данных и ее связь с последующей их обработкой. Классификационные модели. Числовые модели. Особенности протоколов измерений.</p>	2	1		3	3
<p>6. Выбор (принятие решений) 6.1. Многообразие задач выбора. Критериальный язык описания выбора. Выбор как максимизация критерия. Сведение многокритериальной задачи к однокритериальной. Нахождение паретовского множества. Описание выбора на языке: бипарных отношений Групповой выбор. Различные правила голосования. Парадоксы голосования. Выбор в условиях неопределенности. Выбор в условиях статистической неопределенности. Выбор при расплывчатой неопределенности. 6.2. Экспертные методы выбора. Метод «Делфи». Человеко-машинные системы и выбор. Пакеты прикладных программ для выбора. Базы знаний. Экспертные системы. Выбор и отбор. Повторный отбор. Основные идеи теории элитных групп. Процедура – «Претендент-рекомендатель». Процедуры – «Прополка» и снятие урожая». Процедура – «Делегирование».</p>	4	2		6	6

7. Декомпозиция и агрегирование – процедуры системного анализа Анализ и синтез в системных исследованиях. Модели систем как основания декомпозиции. Алгоритмизация процесса декомпозиции. Агрегирование, эмерджентность, внутренняя целостность системы. Виды агрегирования.	2	1		3	3
8. Неформализуемые этапы системного анализа Формирование проблемы. Превращение проблемы в проблематику. Методы построения проблематики Выявление целей. Множественность целей. Формирование критериев. Генерирование альтернатив. Мозговой штурм. Синектика. Морфологический анализ. Деловые игры. Внедрение результатов системного анализа в практику. Необходимость методологии внедрения.	2	2		3	3
9. Эксперимент как предмет исследования. Виды эксперимента. План эксперимента. Планирование эксперимента.	2	1		3	3
10. Статистическая проверка гипотез: Основные определения; Проверка гипотезы о равенстве математического ожидания заданному значению; Проверка гипотезы о равенстве средних значений; Проверка гипотезы о равенстве дисперсий; Проверка случайности и независимости результатов измерений в выборке.	2	1		3	3
11. Дисперсионный анализ: Однофакторный дисперсионный анализ; Двухфакторный дисперсионный анализ	2	1		3	3
12. Планирование эксперимента при дисперсионном анализе. Латинские квадраты и их применение при планировании эксперимента	2	1		3	3
13. Корреляционный анализ. Парная корреляция. Многомерный корреляционный анализ.	2	1		3	3
14. Регрессионный анализ.	2	1		3	3
ИТОГО:	30	15		45	45

1.9 Список основной литературы

1. Перегудов Ф.И., Тарасенко Ф.П. Введение в системный анализ: Учеб.пособие для вузов. – М.: Высшая школа, 2001. – 367 с.
2. Тарасенко Ф.П., Прикладной системный анализ М.:Кнорус,2010.-204с.
3. Рыков А.С. Модели и методы системного анализа: принятие решений и оптимизация. Учеб.пособие Спб. Изд-во Ультра 2005,-226с.
4. Муравьев О.П., Ерахтина И.И. Введение в системный анализ (курс лекций), Карагандинский государственный технический университет. – Караганда: Изд-во КарГТУ, 2005. – 186 с.
5. Кузнецова В.В. Системный анализ и принятие решений в деятельности учреждений реального сектора экономики, связи и транспорта М.: Экономика, 2010. - 406 с.
6. Мигачев Б.А., Найзабеков А.Б. Планирование и реализация эксперимента. Алматы: РИК, 2006.-131 с.
7. Рогов В.А., Позняк Г.Г. Методика и практика технических экспериментов. М.: Академия, 2005.-283 с.
8. Горский В.Г., Адлер Ю.П. Планирование промышленных экспериментов. М.: Металлургия, 1994. – 274 с.
9. Киманов Б.М. Обработка экспериментальных данных. Караганда: КарГТУ, 2009.-93 с.
10. Грановский В.А., Сирая Т.Н. Методы обработки экспериментальных данных при измерении. Л.: Энергоатомиздат, 1990. – 287с.

1.10 Список дополнительной литературы

11. Колесников А.А. Основы теории системного подхода. – Киев: Наукова Думка, 1988. – 175 с
12. Мороз А.И. Курс теории систем. – М.: Высшая школа, 1987. – 252 с.
13. Хубка В. Теория технических систем. Пер. с нем. – М.: Мир, 1987. – 208 с.
14. . Анфилатов В.С. Системный анализ в управлении М.: Финансы и статистика, 2009. – 368 с.
- 15.Хатман К., Лецкий Э., Шофер В. Планирование эксперимента в исследовании технологических процессов. М.: Мир, 1977. – 208 с.
- 16.Налимов В.В., Голиков Т.И. Логические основания планирования эксперимента. М.: Металлургия, 1981. – 151 с.
- 16.Джонсон Н., Лион Ф. Статистика и планирование эксперимента в технике и науке. Методы обработки данных. М.: Мир, 1990.-610 с.

1.11 Критерии оценки знаний студентов

Экзаменационная оценка по дисциплине определяется как сумма максимальных показателей успеваемости по рубежным контролям (до 60%) и итоговой аттестации (экзамен) (до 40%) и составляет значение до 100% в соответствии с таблицей.

Оценка по буквенной системе	Цифровые эквиваленты буквенной оценки	Процентное содержание усвоенных знаний	Оценка по традиционной системе
-----------------------------	---------------------------------------	--	--------------------------------

A	4,0	95-100	Отлично
A-	3,67	90-94	
B+	3,33	85-89	Хорошо
B	3,0	80-84	
B-	2,67	75-79	
C+	2,33	70-74	Удовлетворительно
C	2,0	65-69	
C-	1,67	60-64	
D+	1,33	55-59	
D-	1,0	50-54	
F	0	0-49	Неудовлетворительно

Оценка «А» (отлично) выставляется в том случае, если студент в течение семестра показал отличные знания по всем программным вопросам дисциплины, а также по темам самостоятельной работы, регулярно сдавал рубежные задания, проявлял самостоятельность в изучении теоретических и прикладных вопросов по основной программе изучаемой дисциплины, а также по внепрограммным вопросам.

Оценка «А-» (отлично) предполагает отличное знание основных законов и процессов, понятий, способность к обобщению теоретических вопросов дисциплины, регулярную сдачу рубежных заданий по аудиторной и самостоятельной работе.

Оценка «В+» (хорошо) выставляется в том случае, если студент показал хорошие и отличные знания по вопросам дисциплины, регулярно сдавал семестровые задания в основном на «отлично» и некоторые на «хорошо».

Оценка «В» (хорошо) выставляется в том случае, если студент показал хорошие знания по вопросам, раскрывающим основное содержание конкретной темы дисциплины, а также темы самостоятельной работы, регулярно сдавал семестровые задания на «хорошо» и «отлично».

Оценка «В-» (хорошо) выставляется студенту в том случае, если он хорошо ориентируется в теоретических и прикладных вопросах дисциплины как по аудиторным, так и по темам СРС, но нерегулярно сдавал в семестре рубежные задания и имел случаи пересдачи семестровых заданий по дисциплине.

Оценка «С+» (удовлетворительно) выставляется студенту в том случае, если он владеет вопросами понятийного характера по всем видам аудиторных занятий и СРС, может раскрыть содержание отдельных модулей дисциплины, сдает на «хорошо» и «удовлетворительно» семестровые задания.

Оценка «С» (удовлетворительно) выставляется студенту в том случае, если он владеет вопросами понятийного характера по всем видам аудиторных занятий и СРС, может раскрыть содержание отдельных модулей дисциплины, сдает на «удовлетворительно» семестровые задания.

Оценка «С-» (удовлетворительно) выставляется студенту в том случае, если студент в течение семестра регулярно сдавал семестровые задания, но по вопросам аудиторных занятий и СРС владеет только общими понятиями и может объяснить только отдельные закономерности и их понимание в рамках конкретной темы.

Оценка «D+» (удовлетворительно) выставляется студенту в том случае, если он нерегулярно сдавал семестровые задания, по вопросам аудиторных занятий и СРС владеет только общими понятиями и может объяснить только отдельные закономерности и их понимание в рамках конкретной темы.

Оценка «D-» (удовлетворительно) выставляется студенту в том случае, если он нерегулярно сдавал семестровые задания, по вопросам аудиторных занятий и СРС владеет минимальным объемом знаний, а также допускал пропуски занятий.

Оценка «F» (неудовлетворительно) выставляется тогда, когда студент практически не владеет минимальным теоретическим и практическим материалом аудиторных занятий и СРС по дисциплине, нерегулярно посещает занятия и не сдает вовремя семестровые задания.

Рубежный контроль проводится на 7-й и 14-й неделях обучения и складывается исходя из следующих видов контроля:

Вид контроля	% -ое содержание	Академический период обучения, неделя															Итого, %
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
Посещаемость	0,5	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		7,0
Тестовый опрос	6,0							+								+	12,0
Рефераты	6,0							+								+	12,0
Задания, упражнения	2,0		+		+		+		+		+		+		+		14,0
Конспекты лекций	1,0			+			+			+			+		+		5,0
Рубежный контроль	5,0							+								+	10,0
Экзамен																	40,0
Всего по аттестациям								30								30	60
Всего																	100

1.12 Политика и процедуры

Все виды аудиторных занятий (лекции, практические занятия, СРС) подлежат обязательному посещению всеми студентами. В случае пропусков лекции или СРС по уважительной причине (что должно быть подтверждено документально) разрешается переписать содержание лекции или СРС у студентов группы, а задания и консультации по пропущенным занятиям получить у преподавателя индивидуально в офисное время. Любые пропуски практических занятий подлежат обязательной отработке в лаборатории.

Сдача видов контроля осуществляется в той последовательности, как она логически выстроена и запланировала при изучении курса.

При изучении дисциплины «Системный анализ и диагностирование технических объектов» прошу соблюдать следующие правила:

1. Не опаздывать на занятия.
2. Не пропускать занятия без уважительной причины, в случае болезни прошу предоставлять справку, в других случаях – объяснительную записку.
3. В случае пропусков лекций или СРС по уважительной причине раз-

решается переписать у студентов группы.

4. Любые пропуски практических занятий подлежат обязательной отработке в лаборатории.

5. Задания и консультации по пропущенным занятиям получить у преподавателя индивидуально в офисное время.

6. Активно участвовать в учебном процессе.

7. Студент должен своевременно выполнять и сдавать работы строго по календарному графику.

8. Быть терпимыми, открытыми, откровенными и доброжелательными к сокурсникам и преподавателям.

1.13 Учебно-методическая обеспеченность дисциплины

Ф.И.О автора	Наименование учебно-методической литературы	Издательство, год издания	Количество экземпляров	
			в библиотеке	на кафедре
Основная литература				
1 Перегудов Ф.И., Тарасенко Ф.П.	Введение в системный анализ	М.: Высшая школа, 2001 г.	25	3
2. Тарасенко Ф.П.	Прикладной системный анализ	М.:Кнорус,2010.-204с.	3	-
3. Рыков А.С.	Модели и методы системного анализа: принятие решений и оптимизация	Спб. Изд-во Ультра 2005 г.	3	1
4. Муравьев О.П., Ерахтина И.И.	Введение в системный анализ	Караганда: Изд-во КарГТУ, 2005 г.	50	35
5. Кузнецова В.В.	Системный анализ и принятие решений в деятельности учреждений реального сектора экономики, связи и транспорта	М.: Экономика, 2010. - 406 с.	2	1
6. . Мигачев Б.А., Найзабеков А.Б.	Планирование и реализация экспериментов.	Алматы: РИК, 2006	7	1
7. Рогов В.А., Позняк Г.Г.	Методика и практика технических экспериментов.	М.: Академия, 2005	14	1
8. Горский В.Г., Адлер Ю.П.	Планирование промышленных экспериментов.	М.: Металлургия, 1994	4	1
9. Киманов Б.М.	Обработка экспериментальных данных	Караганда: КарГТУ, 2009	37	1

10. Грановский В.А., Сирая Т.Н.	Методы обработки экспериментальных данных при измерении	Л.: Энергоатомиздат, 1990.	10	1
Дополнительная литература				
12. Колесников А.А.	Основы теории системного подхода	Киев: Наукова Думка, 1988 г.	1	-
13. Мороз А.И.	Курс теории систем	М.: Высшая школа, 1987 г.	3	-
14. Хубка В.	Теория технических систем	М.: Мир, 1987 г.	1	1
15. Анфилатов В.С.	Системный анализ в управлении	М.: Финансы и статистика, 2009. – 368 с.	1	-
16. Чуриков А.П., Уразова Э.К. и др.	Планирование измерительного эксперимента.	Караганда: КарГТУ, 2008	45	1
17. Хатман К., Лецкий Э., Шофер В.	Планирование эксперимента в исследовании технологических процессов	М: Мир, 1977.	3	1
18. Налимов В.В., Голиков Т.И.	Логические основания планирования эксперимента	М.: Металлургия, 1981.	3	1
19. Джонсон Н., Лион Ф.	Статистика и планирование эксперимента в технике и науке. Методы обработки данных	М.: Мир, 1990	3	1

2 График выполнения и сдачи заданий по дисциплине

Вид контроля	Цель и содержание задания	Рекомендуемая литература	Продолжительность выполнения	Форма контроля	Срок сдачи
Выполнение практического задания №1	Модели и моделирование	[1],[2],[4]	1 неделя	Текущий	2 неделя
Выполнение практического задания №2	Модели систем. Модель состава. Модель структуры.	[1],[4],[11]	1 неделя	Текущий	4 неделя
Выполнение практического	Сложные системы и методы их анализа	[1],[2],[4],[12]	1 неделя	Текущий	6 неделя

задания №3					
Выполнение практического задания №4	Особенности протоколов наблюдений в практической деятельности	[1],[4],[10],[13]	1 неделя	Текущий	8 неделя
Выполнение практического задания №5	Обработка экспериментальных данных и результатов измерений	[1],[4],[13]	1 неделя	Текущий	10 неделя
Выполнение практического задания №6	Статистические методы анализа экспериментальных оценок	[1],[4],[3],[10]	1 неделя	Текущий	12 неделя
Выполнение практического задания №7	Построение проблематики исходя из конкретной проблемы	[1],[4],[10]	1 неделя	Текущий	14 неделя
Тестовый опрос	Закрепление теоретических знаний и практических навыков	Конспекты лекций, материалы занятий по контролируемым темам	12 контактных часов	Рубежный контроль	7,14 недели
Реферат	Проверка усвоения материала дисциплины самостоятельно подготовленного студента	[1-15]	6 контактных часов	Промежуточный	7,14 недели
Экзамен	Проверка усвоения материала дисциплины	Весь перечень основной и дополнительной литературы	2 контактных часа	Итоговый	В период сессии

3 Конспект лекций

Тема 1. Введение. Основные понятия и утверждение системного анализа (1 час)

План лекции

1 Основные понятия

2 История развития системного анализа

В середине 40-х годов возник все более широкий подход к проблеме проектирования оборудования. Это явление было плохо понятно и описывалось не точно. Его называют системотехникой, системным анализом и часто системным подходом.

Вскоре после начала второй мировой войны командирование ВВС США предположило Гарвардским курсам деловой администрации найти способ увеличения в течении года существующего состава ВВС с 4000 боевых самолетов и 300000 человек до 80000 самолетов и двух с половиной миллионов человек, но так, чтобы это обошлось на десять миллиардов долларов дороже. Для этого на курсах была создана так называемая секция статистического контроля. В ее работе принимал участие Роберт Макнамара. К концу года проблема была решена, и арсенал военного командования обогатился методом системного анализа.

Считают, что разработка, широкое применение и популяризация системного анализа – стала знаменитой RAND CORPORATION.

Теоретики и специалисты этой корпорации выполнили ряд основополагающих работ по системному анализу, а так же выдвинули многих из тех лиц, которым пришлось практически применять эту методологию в министерстве обороны и других ведомствах США.

Наибольшее значение среди всех исследований, которые когда-либо существовали, эта корпорация имеет работы в области анализа систем.

В 1950 году в составе РЕНД был создан отдел анализа стоимости оружия, который вел разработки и широко применял стоимостные варианты системного анализа. В начале 50-х годов понятие системы оружия и практической системы руководства стали общеупотребительными.

Начавшаяся в 1952 году разработка сверхзвуковых бомбардировщиков, в 1958 году стала первой разработкой, которая была поставлена как система.

Большое влияние на формирование системного анализа в 1950 году оказала разработка стратегических ракетных систем и систем противовоздушной обороны.

Методология системного анализа находит все большее применение, и детально была изложена в 1960 году в книге группы специалистов РЕНД «Военная экономика ядерной войны».

Многочисленные исследования с использованием системного анализа выполнила группа ТЕМПО. Она применила для разработки стратегии фирмы на длительный период. При этом проводился анализ будущего рынка, снабжения и эффективности затрат. Позже группа провела исследования атомного торгового флота до 1985 года. Системный анализ может, применяться также к области социологии, политики, идеологии, где есть свои специфические проблемы. Сегодня хотя системный анализ и находится в развитии, он выступает как самостоятельная дисциплина, имеющая свой объект деятельности, накопившая достаточно мощный арсенал средств и обладающая значительным практическим опытом.

Рекомендуемая литература

1. [1]
2. [2]
3. [3]

Контрольные задания для СРС

1. Что такое системный анализ?
2. Обоснуйте важность системного анализа.
3. Понятие системы. Приведите примеры входа, выхода системы.
4. Методология решение проблем. Этапы решения проблем?

Тема 2 Модели и моделирование (1 час)

План лекции

- 1 Широкое толкование понятия модели
- 2 Моделирование – неотъемлемый этап всякой целенаправленной деятельности
- 3 Способы воплощения моделей
- 4 Условия реализации свойств моделей
- 5 Соответствие
- 6 Соответствие между моделью и действительностью: сходство
- 7 О динамике моделей

Первоначально *моделью* называли *некое вспомогательное средство, объект, который в определенной ситуации заменял другой объект*. При этом далеко не сразу была понята универсальность законов природы, всеобщность моделирования, т.е. не просто возможность, но и необходимость представлять любые наши знания в виде моделей. Осмысливание основных особенностей таких моделей привело к разработке многочисленных определений, типичным примером которых служит следующее: *моделью* называется некий *объект-заместитель, который в определенных условиях может заменять объект-оригинал, воспроизводя интересующие нас свойства и характеристики оригинала, причем, имеет существенные преимущества удобства* (наглядность, обозримость, доступность испытаний, легкость оперирования с ним и пр.). Затем были осознаны модельные свойства чертежей, рисунков, карт – реальных объектов искусственного происхождения, воплощающих абстракцию довольно высокого уровня.

Поскольку модели играют чрезвычайно важную роль в организации любой деятельности человека, все виды деятельности удобно разделить по направленности основных потоков информации, циркулирующих между субъектом и окружающим его миром. Разделим модели на **познавательные и прагматические**, что соответствует делению целей на теоретические и практические. Хотя это деление (как, впрочем, и всякое другое) относительно и легко привести примеры, когда конкретную модель нелегко однозначно отнести к одному из классов, оно все же не целиком условно и отображает реальные различия.

Проявления этих различий разнообразны, но, пожалуй, наиболее наглядно разница между познавательными и прагматическими моделями проявляется в их отношении к оригиналу в процессе деятельности.

Познавательные модели являются формой организации и представления знаний, средством соединения новых знаний с имеющимися. Поэтому при обнаружении расхождения между моделью и реальностью встает задача устранения этого расхождения с помощью изменения модели.

Прагматические модели являются средством управления, средством организации практических действий, способом представления образцово-правильных действий или их результата, *т.е., являются рабочим представлением целей.*

Прежде всего, это подобие, устанавливаемое в результате физического взаимодействия (или цепочки физических взаимодействий) в процессе создания модели. Примерами таких отображений являются фотографии, масштабированные модели самолетов, кораблей или гидротехнических сооружений, макеты зданий, куклы, протезы, шаблоны, выкройки и т.п. Назовем такое подобие **прямым**.

Второй тип подобия в отличие от прямого назовем **косвенным**. Косвенное подобие между оригиналом и моделью устанавливается не в результате их физического взаимодействия, а объективно существует в природе, обнаруживается в виде совпадения или достаточной близости их абстрактных моделей и после этого используется в практике реального моделирования.

Модель, с помощью которой успешно достигается поставленная цель, будем называть **адекватной** этой цели. Подчеркнем, что введенное таким образом понимание адекватности не полностью совпадает с требованиями полноты, точности и правильности (истинности): *адекватность означает, что эти требования выполнены не вообще (так сказать, безмерно), а лишь в той мере, которая достаточна для достижения цели.*

Рекомендуемая литература

1. [1]
2. [2]
3. [4]

Контрольные задания для СРС

1. Что заставляет нас пользоваться моделями вместо самих моделируемых объектов?
2. Какие функции выполняют модели во всякой целесообразной деятельности? Можно ли осуществлять такую деятельность без моделирования?
3. В каком смысле модель можно назвать «окном», сквозь которое мышление «видит» мир?
4. Каково главное отличие между познавательной и прагматической моделями?
5. Какими средствами располагает человек для построения модели?
6. Что необходимо для перехода от моделей в терминах естественного языка к математическим моделям?
7. Что общего между моделью и оригиналом при косвенном подобии?

8. Почему знаки можно назвать материальными по форме и абстрактными по существу моделями?
9. Что такое ингерентность модели?
10. В каком смысле можно говорить о конечности моделей?
11. В чем различие между адекватностью и истинностью модели?
12. Каковы причины того, что любая модель со временем изменяется?

Тема 3 Системы. Модели систем (1 час)

План лекции

- 1 Множественность моделей систем.
- 2 Первое определение системы.
- 3 Модель «Черного ящика».
- 4 Модель состава системы.
- 5 Модель структуры системы.
- 6 Второе определение системы. Структурная схема системы.
- 7 Динамические модели систем.

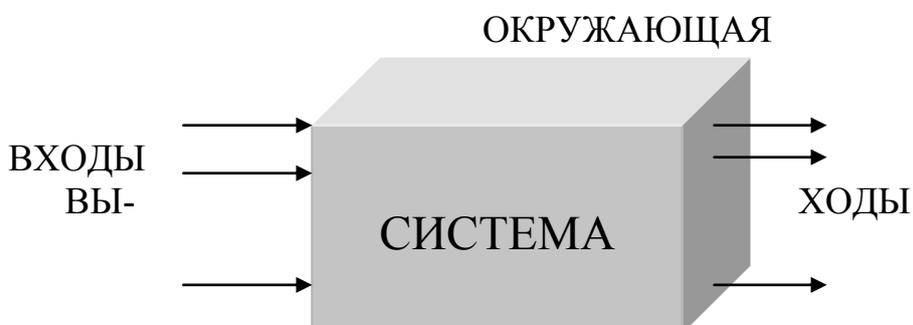
Цели, которые ставит перед собой век, редко достижимы только за счет его собственных возможностей или внешних средств, имеющих у него в данный момент. Такое стечение обстоятельств называется **проблемной ситуацией**.

Другими словами, *система есть средство достижения цели*. Это и есть первое определение системы.

Изобразим связи в виде стрелок, направленных от системы в среду. Эти связи называются выходами системы. Подчеркнем еще раз, что выходы системы в данной графической модели соответствуют слову "цель" в словесной модели (первом определении) системы.

В результате мы построили модель системы, которая получила название «черного ящика» (рисунок 3.1). Это название образно подчеркивает полное отсутствие сведений о внутреннем содержании "ящика": В этой модели задаются, фиксируются, перечисляются только входные и выходные связи системы со средой (даже "стенки ящика", т.е. границы между системой и средой, в этой модели обычно не описываются, а лишь подразумеваются, признаются существующими). Такая модель, несмотря на внешнюю простоту и на отсутствие сведений о внутренности системы, часто оказывается полезной.

Критерием отбора при этом является целевое назначение модели, существенность той или иной связи по отношению к этой цели. То, что существенно, важно, включается в модель; то, что несущественно, неважно — не включается.



СРЕДА

Рисунок - Модель «Черного ящика»

В заключение рассмотрим связь между понятиями "отношение" и "свойство". В отношении участвует не менее двух объектов, а свойством мы называем некий атрибут одного объекта. Это различие отражается и при их математическом описании.

Все структурные схемы имеют нечто общее, и это побудило математиков рассматривать их как особый объект математических исследований. Для этого пришлось абстрагироваться от содержательной стороны структурных схем, оставив в рассматриваемой модели только общее для каждой схемы. В результате получилась схема, в которой обозначается только наличие элементов и связей между ними, а также (в случае необходимости) разница между элементами и между связями. Такая схема называется графом. Следовательно, граф состоит из обозначений элементов произвольной природы, называемых вершинами, и обозначений связей между ними, называемых ребрами (иногда дугами).

Рекомендуемая литература

1. [1]
2. [4]
3. [11]

Контрольные задания для СРС

1. Чем объясняется существование различных определений системы? Как совместить справедливость каждого из них с тем, что они различны?
2. Соответствие между конструкцией системы и ее целью не однозначно, но и не произвольно. Что же их связывает?
3. От чего зависит количество входов и выходов модели "черного ящика" для данной системы?
4. Какими признаками должна обладать часть системы, чтобы ее можно было считать элементом?
5. Что общего и в чем различие между понятием элемента и его моделью "черного ящика"?
6. Какова связь между вторым определением системы и ее структурной схемой?
7. Какие особенности системы отражены в ее графе и какие свойства системы не отображаются этой моделью?
8. В чем различие между функционированием и развитием?
9. Каким способом удастся компактно описать связь между входом и выходом системы, если значение выхода в данный момент зависит от всей предыстории входа?

10. В чем состоит условие физической реализуемости динамической модели ?

11. Какие приемы могут помочь повысить степень полноты содержательных моделей систем?

Тема 4 Искусственные и естественные системы (1 час)

План лекции

1 Искусственные системы и естественные объекты.

2 Обобщенные понятия системы. Искусственные и естественные системы.

3 Различные классификации систем.

4 О больших и сложных системах.

Цель искусственной системы была определена как индивидуальный образ желаемого результата ее деятельности, то есть как образ того, что должно бы быть, должно бы осуществиться (частица “бы” подчеркивает тот факт, что цели бывают как осуществимые, так и неосуществимые). Такой идеальный образ будущего состояния системы и окружающей ее среды естественно назвать **субъективной целью**. Теперь представим себе, что прошел срок, который был отведен для реализации субъективной цели; система и непосредственно окружающая ее среда оказались в некотором реализовавшемся состоянии. В это состояние система пришла объективно, т.е. в результате реализации объективных закономерностей. По отношению к прошлому моменту, когда результата еще только планировался, это состояние можно назвать **объективной целью** системы. Другими словами, будущее реальное состояние системы мы представляем себе как ее объективную цель. В этом и состоит обобщение: теперь мы можем рассматривать субъективные и объективные цели системы, т.е. такие, которые ставит человек, и такие, которые реализует природа. Начиная сравнивать и различать системы, считать одни из них одинаковыми, другие – различными, мы тем самым вводим и осуществляем их *классификацию*. Например, были введены классы искусственных и естественных систем.

Рассмотрим их подробнее. На рисунке 4.2 приведена трехуровневая классификация систем по типу входных (X), выходных (Y), и внутренних (Z) (если описание ведется не на уровне “черного ящика”) переменных.

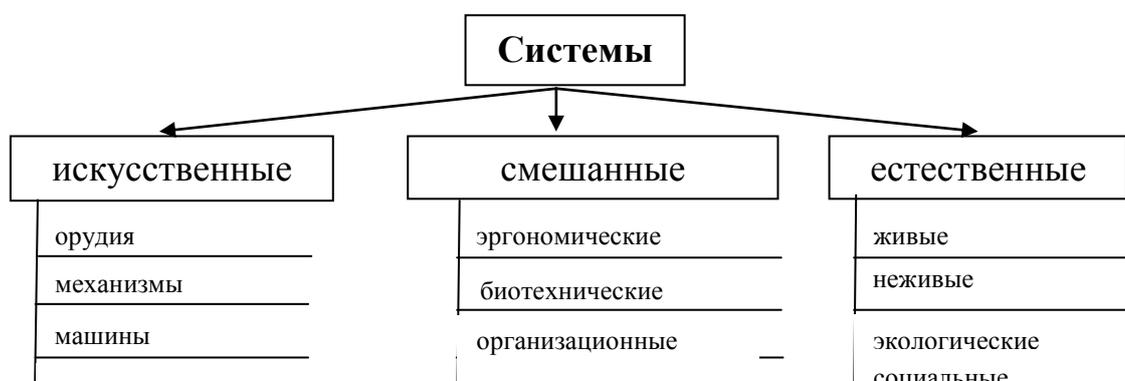


Рисунок - Классификация систем по их происхождению



Рисунок - Фрагмент классификации систем по описанию переменных

Признаком простой системы, т.е. достаточности информации для управления, является успешность управления. Однако если полученное с помощью модели управление приводит к неожиданным, непредвиденным или нежелательным результатам, т.е. отличающимся от предсказанных моделей, это интерпретируется как сложность системы, а объясняется как недостаточность информации для управления. Поэтому **сложной системой** будем называть систему, в модели которой не хватает информации для эффективного управления.

Рекомендуемая литература

1. [1]
2. [4]
3. [10]
4. [13]

Контрольные задания для СРС

1. Почему целевой характер искусственных систем не позволяет без оговорок перенести понятие системы на естественные объекты?
2. Как обобщить понятие цели, чтобы в него входило не только понятие субъективной цели, но и объективная тенденция процессов, происходящих с любым естественным объектом?
3. Что, кроме возможности ввести понятие естественных систем, дает такое обобщение?

4. Какие особенности управления дают основания для различения программного управления, регулирования, параметрической адаптации и структурной адаптации?

5. На что расходуются ресурсы в процессе выборки управляющего воздействия? Почему степень обеспеченности управления ресурсами определяет качественное состояние управляемой системы?

6. Чем отличается “большая” система от “сложной”?

7. Не смущает ли вас то, что сложность системы оказывается не атрибутом системы, а отношение между системой и ее моделью, используемой в управлении? Помните ли вы, как рассматривалась связь между свойством и отношением в п. 3,5?

Тема 5. Роль измерений в создании моделей систем (1 час)

План лекции

1 Эксперимент и модель.

2 Измерительные шкалы.

3 Расплывчатое описание ситуаций.

4 Вероятностное описание ситуаций. Статистические измерения.

5 Регистрация экспериментальных данных и ее связь с последующей их обработкой.

Если только регистрируем события на выбранных входах и выходах, то опыт называется *пассивным экспериментом* (или *наблюдением*). Если же не только созерцаем (и фиксируем) происходящее на входах и выходах, но и воздействуем на некоторые из них (одни намеренно поддерживая неизменными, другие изменяя нужным образом), то опыт называется *активным* (или *управляемым*) *экспериментом*.

Измерение - это алгоритмическая операция, которая данному наблюдаемому состоянию объекта, процесса, явления ставит в соответствие определенное обозначение: число, номер или символ. Такое соответствие обеспечивает то, что результаты измерений содержат информацию о наблюдавшемся объекте, количество же информации зависит от степени полноты этого соответствия и разнообразия вариантов. Нужная нам информация получается из результатов измерения с помощью их преобразований, или, как еще говорят, с помощью обработки экспериментальных данных.

Предположим, что число различимых состояний (математический термин — число классов эквивалентности) конечно. Каждому классу эквивалентности поставим в соответствие обозначение, отличное от обозначений других классов. Теперь измерение будет состоять в том, чтобы, проведя эксперимент над объектом, определить принадлежность результата к тому или иному классу эквивалентности и записать это с помощью символа, обозначающего данный класс. Такое измерение называется измерением в *шкале наименований* (иногда эту шкалу называют также *номинальной* или *классификационной*); указанное множество символов и образует шкалу.

Следующей по силе за номинальной шкалой является *порядковая шкала* (используется также название *ранговая шкала*). Этот класс шкал появляется,

если кроме аксиом тождества 1—3 классы удовлетворяют следующим аксиомам упорядоченности:

4. Если $A > B$, то $B < A$
3. Если $A > B$ и $B > C$, то $A > C$

Обозначив такие классы символами, установив между этими символами те же отношения порядка, мы получим *шкалу простого порядка*. Примерами применения такой шкалы являются нумерация очередности, воинские звания, призовые места в конкурсе.

Шкала твердости по Моосу. Из двух минералов тверже тот, который оставляет на другом царапины или вмятины при достаточно сильном соприкосновении. Отношение "А тверже В" — типичное отношение порядка. В 1811 г. немецкий минералог Ф. Моос предложил установить стандартную шкалу твердости, постулируя только десять ее градаций. За эталоны приняты следующие минералы с возрастающей твердостью: 1 — тальк, 2 — гипс, 3 — кальций, 4 — флюорит, 5 — апатит, 6 — ортоклаз, 7 — кварц, 8 — топаз, 9 — корунд, 10 — алмаз. Шкала Мооса устанавливает искусственно слабый порядок, так как промежуточных единиц градаций твердости эта шкала не имеет. Градации твердости все равно не носят числового характера: нельзя говорить ни что алмаз в два раза тверже апатита, ни что разница в твердости флюорита и гипса такая же, как у корунда и кварца; измерения твердости методом царапания не дают оснований для оправдания таких утверждений.

Шкала силы ветра по Бофарту. В 1806 г. английский гидрограф и картограф адмирал Ф. Бофорт предложил балльную шкалу силы ветра, определяя ее по характеру волнения моря: 0 — штиль (безветрие), 4 — умеренный ветер, 6 — сильный ветер, 10 — шторм (буря), 12 — ураган. Кроме штиля, градации силы ветра имеют условный, качественный характер.

Шкала магнитуд землетрясений по Рихтеру. В 1935 г. американский сейсмолог Ч. Рихтер предложил 12-балльную шкалу для оценки энергии сейсмических волн в зависимости от последствий прохождения их по данной территории. Затем он развил метод оценки силы землетрясения в эпицентре по его магнитуде на поверхности земли и глубине очага.

Балльные шкалы оценки знаний учащихся. Слушая ответы учащихся, или сравнивая их письменные работы, опытный преподаватель может обнаружить разницу между ними и установить, чьи ответы лучше; это типичное отношение порядка. Методом сравнения можно определить, кто в классе лучше других знает данный предмет; сложнее, но иногда возможно (это зависит от состава класса) определить лучшего ученика в классе. Сравнение старшеклассника с младшеклассником по степени овладения знаниями проблематично.

Результаты любого эксперимента фиксируют в той или иной форме, а затем используют для той цели, ради которой и проводился эксперимент. В некоторых же видах человеческой практики (научные исследования; системный анализ; контрольная, ревизионная, следственная и другие виды административной деятельности; учебные эксперименты и пр.) *обработка экспериментальных данных* является отдельным, самостоятельным этапом, промежуточным между эта-

пами получения информации (измерения) и ее использования (принятия решений и их выполнения).

Рекомендуемая литература

1. [1]
2. [4]
3. [13]

Контрольные задания для СРС

1. Почему верными оказываются оба противоположных утверждения: "опыт определяет моды»" и "модель определяет опыт"?
2. Что такое измерение?
3. Почему над наблюдениями • некоторой шкала можно производить не любые, а только допустимые операции?
4. Каковы возможные последствия "усиления" и "ослабления" наблюдений, т.е. пересчета протокола наблюдений шкалу, отличающуюся от той, в которой производилось измерение?
5. Чем отличается расплывчатая неопределенность от вероятностной?
7. Какими способами можно задать функцию принадлежности?
8. Как описывается вероятностная неопределенность?
9. Каковы основные отклонения свойств реальных протоколов наблюдений от желаемых?

Тема 6 Многообразие задач выбора (2 часа)

План лекции

- 1 Выбор как реализация цели.
- 2 Критериальный язык описания выбора.
- 3 Описание выбора на языке бинарных отношений.
- 4 Язык функций выбора.
- 5 Групповой выбор.
- 6 Экспертные методы выбора.
- 7 Человеко-машинные системы и выбор.
- 8 Выбор и отбор.

Выбор является действием, придающим всей деятельности целенаправленность. Именно выбор реализует подчиненность всей деятельности определенной цели или совокупности целей. Рано или поздно наступает момент, когда дальнейшие действия могут быть различными, приводящими к разным результатам, а реализовать можно только одно действие, причем вернуться к ситуации, имевшей место в этот момент, уже (как правило) нельзя.

Каждая компонента ситуации выбора может реализовываться в качественно различных вариантах. Отметим основные из этих вариантов:

-множество альтернатив может быть конечным, счетным или континуальным;

-оценка альтернативы может осуществляться по одному или по нескольким критериям, которые в свою очередь могут иметь как количественный, так и качественный характер;

-режим выбора может быть однократным (разовым) или повторяющимся, допускающим обучение на опыте;

-последствия выбора могут быть точно известны (выбор в условиях определенности), иметь вероятностный характер, когда известны вероятности возможных исходов после сделанного выбора (выбор в условиях риска), или иметь неоднозначный исход, не допускающий введения вероятностей (выбор в условиях неопределенности);

-ответственность за выбор может быть односторонней (в частном случае индивидуальной) или многосторонней. Соответственно различают индивидуальный и групповой выбор;

-степень согласованности целей при многостороннем выборе может варьироваться от полного совпадения интересов сторон (кооперативный выбор) до их противоположности (выбор в конфликтной ситуации). Возможны также промежуточные случаи, например компромиссный выбор, коалиционный выбор, выбор в условиях нарастающего конфликта и т.д.

В человеческом обществе единоличное принятие решений является не единственной формой выбора. "Ум - хорошо, а два — лучше", гласит поговорка, имеющая в виду тот случай, когда оба ума с одинаковыми намерениями пытаются найти хороший выбор.

Итак, пусть на множестве альтернатив X задано n в общем случае различных индивидуальных предпочтений (для определенности будем говорить о бинарных отношениях) R_1, R_2, \dots, R_n . Ставится задача о выработке некоторого нового отношения R , которое согласует индивидуальные выборы, выражает в каком-то смысле "общее мнение" и принимается за групповой выбор. Очевидно, что это отношение должно быть какой-то функцией индивидуальных выборов: $R = F(R_1, \dots, R_n)$. Различным принципам согласования будут отвечать разные функции F . В принципе, т.е. теоретически, функции F могут быть совершенно произвольными, учитывать не только индивидуальные выборы, но и другие факторы, в том числе и исход некоторых случайных событий (например, бросания жребия), и главный вопрос состоит в том, чтобы правильно отобразить в функции F особенности конкретного варианта реального группового выбора.

Рекомендуемая литература

1. [1]
2. [2]
3. [3]

Контрольные задания для СРС

1. Что значит "сделать выбор"?
2. В чем главные отличия в описании выбора на трёх языках: критериальном, бинарных отношений, функций выбора?

3. Почему разные постановки задачи многокритериального выбора приводят в общем случае к различным решениям?
4. Как определяется оптимальность по отношению R ?
5. В чем заключается парадокс Эрроу?
6. При каких условиях меньшинство может навязать свою волю, несмотря на принятие решений большинством голосов?
7. Что позволяет выбор в условиях неопределенности исхода рассматривать как игру?
8. На каком множестве осуществляется выбор в случае статистической неопределенности?
9. Каковы основные правила статистической "техники безопасности"?
10. Как решается задача выбора при расплывчатой неопределенности, если критериальные функции отождествляются с функциями принадлежности?
11. Какие причины сужают возможности оптимизации в решении реальных проблем?
12. Какие факторы влияют на работу экспертов?
13. Какими достоинствами обладают человеко-машинные способы выбора?

7 Тема Декомпозиция и агрегирование процедуры системного анализа (1 час)

План лекции

1. Анализ.
2. Модели систем как основания декомпозиции.
3. Алгоритмизация.
4. Агрегирование, эмерджентность, внутренняя целостность систем.
5. Виды агрегирования.

Основной операцией анализа является разделение целого на части. Задача распадается на подзадачи, система – на подсистемы, цели – на подцели и т.д.

Начнем с обсуждения требований к древовидной структуре, которая получится как итог работы по всему алгоритму. С количественной стороны эти требования сводятся к двум противоречивым принципам: *полноты* (проблема должна быть рассмотрена максимально всесторонне и подробно) и *простоты* (все дерево должно быть максимально компактным — "вширь" и "вглубь"). Эти принципы относятся к количественным характеристикам (размерам) дерева. Компромиссы между ними вытекают из качественного требования — главной цели: свести сложный объект анализа к конечной совокупности простых подобъектов либо (если это не удастся) выяснить конкретную причину неустранимой сложности (рисунок 7.1).

Компромисс достигается с помощью понятия *существенности*: в модель-основание включаются только компоненты, существенные по отношению к цели анализа (релевантные). Как видим, это понятие неформальное, поэтому решение вопроса о том, что же является в данной модели существенным, а что — нет, возлагается на эксперта. Чтобы облегчить работу эксперта, в ал-

горитме должны быть предусмотрены возможности внесения (в случае необходимости) поправок и дополнений в модель-основание.



Рисунок 7.1 – Простота и полнота проблемы

Агрегирование, эмерджентность, внутренняя целостность систем

Операцией, противоположной декомпозиции, является операция агрегирования, т.е. объединения нескольких элементов в единое целое. Необходимость агрегирования может вызываться различными целями и сопровождаться разными обстоятельствами, что приводит к различным (иногда принципиально различным) способам агрегирования. Однако у всех агрегатов (так мы будем называть результат агрегирования) есть одно общее свойство, получившее название *эмерджентность*. Это свойство присуще всем системам, и ввиду его важности остановимся на нем подробнее.

Как и в случае декомпозиции (п. 7.2), техника агрегирования основана на использовании определенных моделей исследуемой или проектируемой системы. Именно избранные нами модели жестко определяют, какие части должны войти в состав системы (модель состава; п. 3.4) и как они должны быть связаны между собой (модель структуры, п. 3.5). Разные условия и цели агрегирования приводят к необходимости использовать разные модели, что в свою очередь определяет как тип окончательного агрегата, так и технику его построения.

В самом общем виде *агрегирование можно определить как установление отношений на заданном множестве элементов*. Благодаря значительной свободе выбора в том, что именно рассматривается в качестве элемента, как образуется множество элементов и какие отношения устанавливаются (т.е. выявляются или навязываются) на этом множестве, получается весьма обширное количественно и разнообразное качественно множество задач агрегирования. Отметим здесь лишь основные агрегаты, типичные для системного анализа: конфигуратор, агрегаты-операторы и агрегаты-структуры.

Рекомендуемая литература

1. [1]
2. [2]
3. [3]

Контрольные задания для СРС

1. Каково главное отличие причинно-следственного описания связи между явлениями от ее описания как отношения "производитель—продукт"?
2. Что конкретно имеется в виду, когда говорится, что основанием декомпозиции является содержательная модель целевой системы?
3. Как используются понятия существенности и элементарности в процессе декомпозиции?
4. В чем состоит свойство систем, называемое эмерджентностью?
5. Какая совокупность языков описания называется конфигуратором?
6. Почему классификацию можно рассматривать как агрегирование?
7. Чем ограничивается свобода выбора при задании агрегатов в виде числовых функций нескольких переменных?
8. Какие аспекты системы подчеркиваются при рассмотрении ее структуры как агрегата?

Тема 8 Неформализуемые этапы системного анализа (1 час)

План лекции

- 1 Что такое системный анализ.
- 2 Формулирование проблемы.
- 3 Выявление целей.
- 4 Формирование критериев.
- 5 Генерирование альтернатив.
- 6 Алгоритмы проведения системного анализа.

Очевидно, что для расширения проблемы потребуется содержательная модель над- и подсистем относительно проблемосодержащей системы. В англоязычной литературе по анализу социотехнических систем часто используется подобная модель, имеющая название *stakeholders*, что означает "перечень заинтересованных лиц". В этот перечень рекомендуется включать:

- 1) клиента, т.е. того, кто ставит проблему, заказывает и оплачивает системный анализ;
- 2) лиц, принимающих решения, т.е. тех, от полномочий которых непосредственно зависит решение проблемы;
- 3) участников, как активных, т.е. тех, чьи действия потребуются при решении проблемы, так и пассивных — тех, на ком скажутся (положительным или отрицательным образом) последствия решения проблемы;
- 4) самого системного аналитика и его сотрудников, главным образом для того, чтобы предусмотреть возможность минимизации его влияния на остальных заинтересованных лиц, - своеобразная "мера безопасности", с целесообразностью которой мы неоднократно столкнемся в дальнейшем.

Главная трудность выявления цели связана с тем фактом, что цели являются как бы антиподом проблемы. Формулируя проблему, мы говорим в явной форме, что нам не нравится. Сделать это сравнительно просто, поскольку то, чего мы не хотим, существует. Говоря же о целях, мы пытаемся сформулировать, что же мы хотим. Мы как бы указываем направление, в котором следует "уходить" от существующей и не устраивающей нас ситуации. Труд-

ность в том и состоит, что возможных направлений много, а выбрать нужно только одно, действительно правильное, а не кажущееся таким.

Важно сознательно сгенерировать как можно большее число альтернатив. Для этого используют различные способы: а) поиск альтернатив в патентной и журнальной литературе; б) привлечение нескольких квалифицированных экспертов, имеющих разнообразную подготовку и опыт; в) увеличение числа альтернатив за счет их комбинирования, образования промежуточных вариантов между предложенными ранее (т.е. не "либо-либо", а кроме того, еще и "от одной и от другой альтернативы"); г) модификация имеющейся альтернативы, т.е. формирование альтернатив, лишь частично отличающихся от известной; д) включение альтернатив, противоположных предложенным, в том числе и "нулевой" альтернативы ("не делать ничего", т.е. рассмотреть последствия развития событий без нашего вмешательства); е) интервьюирование заинтересованных лиц и более широкие анкетные опросы; ж) включение в рассмотрение даже тех альтернатив, которые на первый взгляд кажутся глупыми или надуманными; з) генерирование альтернатив, рассчитанных на различные интервалы времени (долгосрочные, краткосрочные, экстренные); и т.д.

Метод мозгового штурма специально разработан для получения максимального количества предложений.

Техника мозгового штурма такова. Собирается группа лиц, отобранных для генерации альтернатив; главный принцип отбора — разнообразие профессий, квалификации, опыта (такой принцип поможет расширить фонд априорной информации, которой располагает группа). Сообщается, что приветствуются любые идеи, возникшие как индивидуально, так и по ассоциации при выслушивании предложений других участников, в том числе и лишь частично улучшающие чужие идеи (каждую идею рекомендуется записать на отдельной карточке). *Категорически запрещается любая критика* — это важнейшее условие мозгового штурма; сама возможность критики тормозит воображение. Каждый по очереди зачитывает свою идею, остальные слушают и записывают на карточки новые мысли, возникшие под влиянием услышанного. Затем все карточки собираются, сортируются и анализируются, обычно другой группой экспертов.

Синектика предназначена для генерирования альтернатив путем ассоциативного мышления, поиска аналогий поставленной задаче. В противоположность мозговому штурму здесь целью является не количество альтернатив, а генерирование небольшого числа альтернатив (даже "единственной альтернативы), разрешающих данную проблему. Имеются попытки применения синектики в решении социальных проблем **Морфологический анализ** — простой и эффективный способ генерирования альтернатив - предложен Ф. Цвикки. Он состоит в выделении всех независимых переменных проектируемой системы, перечислении возможных значений этих переменных и генерировании альтернатив перебором всех возможных сочетаний этих значений.

Деловыми играми называется имитационное моделирование реальных ситуаций, в процессе которого участники игры ведут себя так, будто они в

реальности выполняют порученную им роль, причем сама реальность заменяется некоторой моделью. Примерами являются штабные игры и маневры военных, работа на тренажерах различных операторов технических систем (летчиков, диспетчеров электростанций и т.д.), административные игры и т.п.

Рекомендуемая литература

1. [1]
2. [2]
3. [3]

Контрольные задания для СРС

1. Каковы основания для того, чтобы назвать системный анализ прикладной диалектикой?
2. Почему при исследовании реальной проблемы неизбежны неформализованные этапы?
3. Почему любую проблему не следует рассматривать изолированно, вне связи с другими проблемами и явлениями?
4. В чем различие между "рыхлой" и "жесткой" проблемами?
5. Каковы основные трудности выявления целей? Почему после каждого последующего этапа системного анализа следует возвращаться к проверке, уточнению и пересмотру целей?
6. Каково соотношение целей и критериев для оценки альтернатив?
7. В чем состоят главные особенности метода мозгового штурма?
8. Какова основная идея синектики?
9. Какое описание системы необходимо для морфологического анализа ее альтернатив?
10. Чем отличаются развитие и рост социосистем?

Тема 9 Эксперимент как предмет исследования. Виды эксперимента. План эксперимента. Планирование эксперимента.(2 часа)

План лекции

1. Эксперимент как предмет исследования.
2. Виды эксперимента.
3. План эксперимента.
4. Основные понятия планирования эксперимента
5. Предпланирование эксперимента
6. Планирование эксперимента для проведения статистических исследований.
7. Принципы построения планов.

Эксперимент - система операций или наблюдений, направленных на получение информации об объекте исследования. Составной частью эксперимента является опыт - воспроизведение исследуемого явления в определенных условиях при возможности регистрации и количественной оценки

состояния или результатов функционирования исследуемого объекта. Эксперимент проводится на промышленном оборудовании, лабораторной установке или физической модели. При этом механизм изучаемого процесса обычно известен лишь частично или совсем неизвестен. В таких случаях объект исследования можно условно представить в виде «черного ящика» - системы внутренних связей, не доступных исследователю. Известны лишь переменные величины, воздействующие на объект исследования, и величины, характеризующие его состояние или результаты функционирования (рисунок 1). Первые называют **входными величинами** или **факторами**, а вторые - **выходными** или **откликом**.

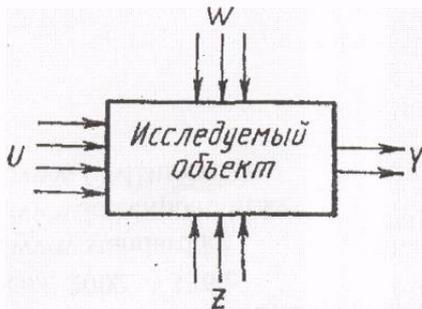


Рисунок 1 – Кибернетическая модель объекта исследования

Все факторы делятся на три группы:

1) группа постоянных или случайно изменяющихся в ходе исследования факторов W , значения которых известны;

2) группа управляемых факторов U , значения которых выбираются и целенаправленно изменяются в ходе исследования (две первых группы часто объединяют в одну группу контролируемых факторов X);

3) группа неконтролируемых факторов Z , значения которых остаются по той или

иной причине неизвестными в ходе исследования.

Изменение отклика Y под действием монотонно изменяющихся во времени неконтролируемых факторов называется **временным дрейфом отклика**, а зависимость математического ожидания отклика от контролируемых факторов - **функцией отклика**. Геометрическое представление функции отклика называется **поверхностью отклика**. Чтобы такое представление стало возможным, вводится понятие факторного пространства, у которого координатные оси соответствуют отдельным факторам.

Пример трехмерного факторного пространства показан на рисунке 2.

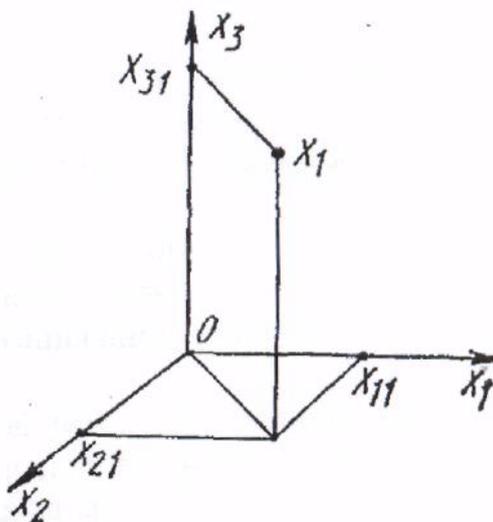


Рисунок 2 – Геометрическая модель трехфакторного пространства

Любая точка факторного пространства характеризуется набором значений факторов, при которых производится измерение отклика. Фиксированное значение фактора называют также уровнем фактора. При количестве факто-

ров, большем трех, геометрическое моделирование факторного пространства становится невозможным. Поэтому чаще всего множество уровней факторов, при которых производится измерение отклика, задается **матрицей условий эксперимента**. Эта матрица для k факторов и N измерений имеет вид:

$$X = \begin{pmatrix} X_{11} & X_{21} & \dots & X_{k1} \\ X_{12} & X_{22} & \dots & X_{k2} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ X_{1N} & X_{2N} & \dots & X_{kN} \end{pmatrix} \quad (1)$$

Значения отклика, полученные при данных измерениях, также представляются в матрице, которая имеет один столбец и называется **матрицей наблюдений**:

$$Y = \begin{pmatrix} Y_1 \\ Y_2 \\ \dots \\ Y_N \end{pmatrix} \quad (2)$$

По характеру организации и методам обработки результатов эксперимент может быть пассивным или активным.

При реализации **пассивного эксперимента** исследователь наблюдает за объектом, не вмешиваясь в процесс его функционирования. Поскольку в данном случае уровни факторов случайным или закономерным образом изменяются во времени, то появляется возможность, измеряя их значения и значения отклика, исследовать зависимость между факторами и откликом. Примером пассивного эксперимента является исследование точности обработки деталей на настроенном станке. Факторами в данном случае будут погрешности заготовок, их твердость, износ инструмента, жесткость станка, откликом - погрешность обработанных деталей.

При реализации **активного эксперимента** исследователь сам изменяет уровень факторов и поддерживает их на нужном уровне в течение данного этапа эксперимента.

План эксперимента - совокупность данных, определяющих число, условия и порядок реализации опытов. План эксперимента обычно записывается в виде матрицы плана - прямоугольной таблицы, строки которой отвечают отдельным опытам, а столбцы - факторам. Элементами матрицы плана обычно являются нормированные уровни факторов.

Планирование эксперимента - выбор плана эксперимента, удовлетворяющего заданным требованиям, совокупность действий направленных на разработку стратегии экспериментирования (от получения априорной информации до получения работоспособной математической модели или определения оптимальных условий). Это целенаправленное управление экспериментом, реализуемое в условиях неполного знания механизма изучаемого явления.

В процессе измерений, последующей обработки данных, а также формализации результатов в виде математической модели, возникают погрешности

и теряется часть информации, содержащейся в исходных данных. Применение методов планирования эксперимента позволяет определить погрешность математической модели и судить о ее адекватности. Если точность модели оказывается недостаточной, то применение методов планирования эксперимента позволяет модернизировать математическую модель с проведением дополнительных опытов без потери предыдущей информации и с минимальными затратами.

Цель планирования эксперимента - нахождение таких условий и правил проведения опытов при которых удастся получить надежную и достоверную информацию об объекте с наименьшей затратой труда, а также представить эту информацию в компактной и удобной форме с количественной оценкой точности.

Планирование эксперимента применяется при поиске оптимальных условий, построении интерполяционных формул, выборе значимых факторов, оценке и уточнении констант теоретических моделей и др.

Предпланирование эксперимента – это решение ряда вопросов, позволяющих перейти от замысла к плану эксперимента. Главным вопросом является четкая постановка задачи эксперимента, которая д/б формализована. Для этого переходят от реального объекта исследования к его схеме, которая называется моделью «черного» или «серого» ящика. В последнем случае на основе известного механизма функционирования объекта исследования можно теоретически получить функцию отклика, а экспериментальному определению подлежат только ее параметры.

1 этап формализации – выяснение всех факторов, определяющих характер функционирования объекта, и всех откликов.

2 этап формализации – формализуется цель исследования – это может быть либо построение математической модели либо его оптимизации.

3 этап – оптимизация – это процесс поиска сочетания уровней факторов (точка ограниченного факторного пространства), при которых отклик, называемый параметром оптимизации, принимает экстремальное (максимум или минимум в зависимости от смысла задачи) значение.

4 этап – определение области экспериментирования, т.е. области факторного пространства, где могут размещаться точки, отвечающие условиям проведения опытов. Каждый фактор имеет свою область определения, которая задается либо по технико-экономическим соображениям, либо исходя из конкретных условий (отсутствие подходящей аппаратуры, установки и т.д.).

5 этап - находят локальную область для проведения опыта – размах варьирования каждым фактором. Эта задача трудно поддается формализации и решается в каждом случае исходя из смысла общей задачи исследования.

6 этап – предварительная нормализация факторов. При этом происходит центрирование, т.е. перенос начала координат факторного пространства в точку с координатами $\bar{X}_1, \bar{X}_2, \bar{X}_3, \dots, \bar{X}_i, \dots, \bar{X}_k$.

7 этап – на 1 этапе предпланирования факторов может быть слишком много, поэтому необходимо по целесообразности тем или иным способом уменьшить размерность факторного пространства за счет априорного ранжи-

рования факторов или переходом от размерных факторов или переходом от размерных факторов и откликов к безразмерным критериям подобия или экспериментально путем реализации отсеивающего эксперимента.

При планирование эксперимента используется принцип рандомизации плана, позволяющий свести эффект некоторого неслучайного фактора, который не поддается учету и контролю, к случайной ошибке и при этом учитывать ее или нейтрализовать его влияние статистически.

При планирование важным является принцип оптимальности плана – план эксперимента должен обладать некоторыми оптимальными свойствами с точки зрения заранее выбранного критерия или группы критериев.

Рекомендуемая литература

[6]

[7]

[10]

[12]

Контрольные задания для СРС [6,7,10,12]

1. Этапы предпланирования эксперимента
2. Экспериментальные математические модели.
3. Методы уменьшения размерности факторного пространства
4. Методы уменьшения числа параметров оптимизации.
5. Основные принципы планирования эксперимента для проведения статистических исследований и критерии оптимальности планов.
 1. Эксперимент как предмет исследования.
 2. Виды эксперимента.
 3. Виды факторов.
 4. План эксперимента.
 5. Факторный план.

Тема 10 Статистическая проверка гипотез (2 часа).

План лекции

1. Основные определения.
2. Проверка гипотезы о равенстве математического ожидания заданному значению.
3. Проверка гипотезы о равенстве средних значений.
4. Проверка гипотезы о равенстве дисперсий.

1 Статистическая гипотеза - предположение относительно статистических параметров генеральной совокупности или закона распределения случайных величин, проверяемое на основе выборочных данных.

Основная проверяемая гипотеза (нулевая гипотеза) обычно обозначается H_0 . Одновременно формулируется **альтернативная** или **конкурирующая гипотеза** H_1 . Например, если проверяется равенство математического

ожидания генеральной совокупности некоторому значению μ_0 , нулевая гипотеза $H_0: M(Y)=\mu_0$, альтернативная гипотеза $H_1: M(Y) \neq \mu_0$.

Критерием статистической гипотезы называют правило, позволяющее принять или отвергнуть гипотезу на основании выборки из генеральной совокупности. Принимая или отклоняя гипотезу H_0 , можно допустить ошибки двух видов. Ошибка первого рода состоит в том, что гипотеза H_0 отвергается, в то время как в действительности она верна, ошибка второго рода - гипотеза H_0 принимается, в то время как верна гипотеза H_1 .

Вероятность ошибки первого рода обозначается α . Ее часто называют уровнем значимости критерия гипотезы. Вероятность ошибки второго рода обозначается β . Вероятность $1 - \beta$ принятия гипотезы H_1 когда она верна, называется мощностью критерия гипотезы H_0 относительно альтернативной гипотезы H_1 . Очевидно, что при проверке гипотезы H_0 относительно альтернативной гипотезы H_1 лучшим является тот критерий, который обеспечивает наибольшую мощность при том же самом уровне значимости α .

2 Проверка гипотезы о равенстве математического ожидания заданному значению

Пусть сформулирована нулевая гипотеза (H_0) $M(Y)=\mu_0$ и альтернативная (H_1) $M(Y) \neq \mu_0$. Выборка наблюдений объемом m для проверки нулевой гипотезы осуществляется из генеральной совокупности значений случайной величины Y , распределенных по нормальному закону. Оценкой математического ожидания по выборке будет среднее арифметическое \bar{y} (формула 7), а оценкой дисперсии - S^2 (формула 9). Для проверки нулевой гипотезы вычисляется наблюдаемое значение критерия Стьюдента:

$$t_H = \frac{|\bar{y} - \mu_0|}{S\sqrt{m}} \quad (24)$$

Критическое значение критерия t_k определяется для выбранной доверительной вероятности $P=1-\alpha$ и заданного объема выборки m из таблицы П.1 Приложения. При $t_H < t_k$ можно считать, что данные выборки не противоречат нулевой гипотезе; если $t_H > t_k$, гипотеза отвергается.

3 Проверка гипотезы о равенстве средних значений

Пусть выборки наблюдений объемом m_1 и m_2 берутся из двух генеральных совокупностей с нормальным распределением, причем дисперсии генеральных совокупностей σ_1^2 и σ_2^2 равны. Необходимо проверить гипотезу H_0 о равенстве математических ожиданий $M(Y_1)=M(Y_2)$.

По данным выборок определяются оценки математических ожиданий и дисперсий \bar{y}_1 , \bar{y}_2 , S_1^2 и S_2^2 . Объединенная оценка дисперсии генеральных совокупностей:

$$S^2 = \frac{S_1^2(m_1 - 1) + S_2^2(m_2 - 1)}{m_1 + m_2 - 1} \quad (25)$$

Для проверки нулевой гипотезы вычисляется наблюдаемое значение критерия Стьюдента:

$$t_H = \frac{\bar{y}_1 - \bar{y}_2}{S} \sqrt{\frac{m_1 \cdot m_2}{m_1 + m_2}} \quad (26)$$

Критическое значение критерия определяется для данной доверительной вероятности P и $m=m_1+m_2$. При $t_H < t_k$ гипотеза принимается; если $t_H > t_k$, она отвергается.

Рекомендуемая литература

1. [6]
2. [7]
3. [9]
4. [10]
5. [12]

Контрольные задания для СРС (темы 10) [6,7, 9, 10, 12]

1. Проверка гипотезы о равенстве математического ожидания заданному значению.
2. Проверка гипотезы о равенстве средних значений.
3. Проверка гипотезы о равенстве дисперсий.
4. Проверка случайности и независимости результатов измерений в выборке.

Тема 11 Дисперсионный анализ (2 часа).

План лекции

1. Однофакторный дисперсионный анализ.
2. Двухфакторный дисперсионный анализ.

Однофакторный дисперсионный анализ

Дисперсионный анализ предназначен для выявления степени влияния контролируемых факторов на отклик. В зависимости от количества факторов включенных в анализ, различают однофакторный, двухфакторный и многофакторный дисперсионный анализ.

При однофакторном дисперсионном анализе выявляется степень влияния одного фактора X на математическое ожидание отклика $M(Y)$. Фактор может быть количественным (V рез., D заг., и т.д.) или качественным (модель станка, марка инструментального материала и т.д.). В процессе эксперимента фактор поддерживают на n уровнях. На каждом n_i уровне проводится m дублирующих опытов. Значение m может быть одинаковым или разным для каждого из уровней n . Результаты всех измерений сводят в таблицу 1 в виде матрицы наблюдений.

Таблица 1 – Матрица наблюдений

№ уровня фактора n_i	Уровень фактора	Наблюдение	Число дублирующих опытов m_i	\bar{Y}_i
------------------------	-----------------	------------	--------------------------------	-------------

1	X_1	$Y_{11}, Y_{12}, \dots, Y_{1j}, \dots, Y_{1m1}$	m_1	\bar{Y}_1
2	X_2	$Y_{21}, Y_{22}, \dots, Y_{2j}, \dots, Y_{2m2}$	m_2	\bar{Y}_2
...
n	X_n	$Y_{n1}, Y_{n2}, \dots, Y_{nj}, \dots, Y_{nmn}$	m_n	\bar{Y}_n

1. Для каждой серии дублирующих опытов вычисляют оценки $M(Y_i)$, равные \bar{Y}_i и дисперсии воспроизводимости S_{vi}^2 :

$$\bar{y}_i = \frac{1}{m_i} \sum_{j=1}^{m_i} Y_{ij} \quad (31)$$

$$S_{B_i}^2 = \frac{1}{m_i - 1} \sum_{j=1}^{m_i} (Y_{ij} - \bar{y}_i)^2 \quad (32)$$

2. Проверяют однородность ряда дисперсий $S_1^2, S_2^2 \dots S_j^2 \dots S_n^2$ для каждой пары при помощи критерия Фишера, если m_i различны или при помощи критерия Кохрена, если $m_i = \text{const}$ (см. формулы 27 и 28).

3. После подтверждения гипотезы об однородности дисперсии приступают к анализу. При этом полагают, что результат любого изменения можно представить моделью:

$$Y_{ij} = \mu + \gamma_i + \varepsilon_{ij} \quad (33)$$

где μ – общая средняя;

γ_i – отклонение, вызванное изменением контролируемого фактора;

ε_{ij} – отклонение от неконтролируемого фактора.

Задача дисперсионного анализа состоит в оценке существенности влияния измерения уровня фактора.

3.1. Влияние величины неконтролирующего фактора можно оценить средней дисперсией воспроизводимости:

$$S_B^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n S_{B_i}^2 \quad (34)$$

3.2. Общее рассеивание значений отклика, вызванного как контролирующими, так и неконтролирующими факторами, оценивается полной (общей) дисперсией:

$$S_O^2 = \frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^{m_i} (Y_{ij} - \mu)^2 \quad (35)$$

где $N = \sum_{i=1}^n m_i$;

$$\mu = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \bar{y}_i$$

(35.1)

3.3. Рассеивание отклика от контролируемых факторов оценивается дисперсией:

$$S^2(X) = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n m_i (\bar{y}_i - \mu)^2 \quad (36)$$

Для выявления влияния фактора X и сопоставления ее с разбросом от случайных неконтролируемых причин, проверяют однородность дисперсий $S^2(X)$ и S^2_B формулами 27 и 28.

3.3.1. Если $F_H = S^2(X)/S^2_B$ окажется $<$ (меньше) F_k для заданной P и числа степеней свободы $f_x = n-1$ и $f_B = N-n$, то влияние фактора X незначительно и все полученные результаты измерений принадлежат одной генеральной совокупности, распределенной нормально с параметрами σ^2 и $\mu(y)$, точечные оценки которых равны соответственно S^2_0 и μ . Чтобы определить F_k по таблице П7, следует принять $m_1 = f_x + 1$ и $m_2 = f_B + 1$.

3.3.2. При $F_H > F_k$ влияние фактора X существенно. В данном случае имеем n нормально распределенных совокупностей, каждая из которых имеет одну и ту же дисперсию σ^2 и соответствующее математическое ожидание μ_i . Точечной оценкой σ^2 в данном случае является S^2_B , а математическое ожидание - \bar{y}_i . Оценку дисперсии средних значений, вызванную влиянием исследуемого фактора X, производят по формуле:

$$S^2_\mu = \frac{n-1}{N} [S^2(X) - S^2_B] \quad (37)$$

Двухфакторный дисперсионный анализ

В данном случае одновременно действуют 2 фактора X_1 и X_2 , причем каждый фактор изменяется независимо друг от друга. В эксперименте X_1 поддерживается на n уровнях, а X_2 - на r. Для каждого сочетания i=20 уровне фактора X_1 и j=20 уровне фактора X_2 , проводится m_{ij} дублирующих опытов. В частном случае $m_{ij}=1$ и $m_{ij}=m$. Результаты опытов заносятся в матрицу наблюдений, где b (i,j) ячейке записываются в общем случае матрица наблюдений (таблица 2)

Таблица 2 – Матрица наблюдений $\tilde{Y}_{ij} = \begin{pmatrix} Y_{ij1} \\ Y_{ij2} \\ \dots \\ Y_{ijm} \end{pmatrix}$

X_1	X_2	X_{21}	X_{22}	...	X_{2j}	...	X_{2r}
X_{11}		\tilde{Y}_{11}	\tilde{Y}_{12}	...	\tilde{Y}_{1j}	...	\tilde{Y}_{1r}
X_{12}		\tilde{Y}_{21}	\tilde{Y}_{22}	...	\tilde{Y}_{2j}	...	\tilde{Y}_{2r}
X_{1j}		\tilde{Y}_{i1}	\tilde{Y}_{i2}	...	\tilde{Y}_{ij}	...	\tilde{Y}_{ir}
X_{1n}		\tilde{Y}_{n1}	\tilde{Y}_{n2}	...	\tilde{Y}_{nj}	...	\tilde{Y}_{nr}

Таблица 3 – Таблица первичной обработки результатов наблюдений

X_2							Средние по строкам \bar{y}_i
X_1	X_{21}	X_{22}	...	X_{2j}	...	X_{2r}	
X_{11}	\bar{y}_{11}	\bar{y}_{12}	...	\bar{y}_{1j}	...	\bar{y}_{1r}	\bar{y}_1
X_{12}	\bar{y}_{21}	\bar{y}_{22}	...	\bar{y}_{2j}	...	\bar{y}_{2r}	\bar{y}_2
...
X_{1i}	\bar{y}_{i1}	\bar{y}_{i2}	...	\bar{y}_{ij}	..	\bar{y}_{ir}	\bar{y}_i
...	
X_{1n}	\bar{y}_{n1}	\bar{y}_{n2}	...	\bar{y}_{nj}	...	\bar{y}_{nr}	\bar{y}_n
Средние по столбцам \bar{y}'_j	\bar{y}'_1	\bar{y}'_2	...	\bar{y}'_j	...	\bar{y}'_r	μ

Результаты любого наблюдения можно представить моделью:

$$Y_{ijv} = \mu + \gamma_{iv} + q_{jv} + \varepsilon_{ijv} + v_{ij}$$

где μ – общая средняя;

γ_{iv} - отклонение, вызванное влиянием 1-го фактора X_1 на i -м уровне в v -м дублирующем опыте;

q_{jv} - отклонение, вызванное влиянием 2-го фактора X_2 на j -м уровне в v -м дублирующем опыте;

ε_{ijv} - отклонение, вызванное влиянием неконтролируемых факторов;

v_{ij} - отклонение за счет взаимодействия факторов X_1 и X_2 .

Рекомендуемая литература

1. [6]
2. [9]
3. [10]
4. [12]

Контрольные задания для СРС (темы 11) [6, 9, 10, 12]

1. Однофакторный дисперсионный анализ.
2. Порядок проведения однофакторного дисперсионного анализа.
3. Двухфакторный дисперсионный анализ.
4. Этапы двухфакторного дисперсионного анализа.

Тема 12 Планирование эксперимента при дисперсионном анализе.
(2 часа)

План лекции

- 1.Трехфакторная дисперсионная модель.

Планом эксперимента в дисперсионном анализе мы называем расположение измерений в ячейках дисперсионного анализа. Для двухфакторной модели этот набор чисел $\{P_{ij}\}$, $\{P_{ijk}\}$ - трехфакторной

Для двухфакторной модели используются симметричные планы, которые называются еще сбалансированными неполными блоками.

Для трехфакторной дисперсионной модели используются, так называемые, квадраты Юдена. Квадраты Юдена можно рассматривать как план с двумя боковыми факторами, ассоциированными со строками и столбцами матрицы элементы которой представляют уровни главного фактора.

Квадраты Юдена называются планы эксперимента такие, что

1. $A=A'$
2. Одно из чисел J/I или K/I - целое.
3. Если рассматривать строку (или столбец) как отдельный блок, то получится сбалансированный неполный блок. Иными словами $\lambda_{ij}^{(q)} = \lambda^{(q)}, i \neq j, n_{ij}^{(q)} = 0$ или 1, $q=1,2$.

Если вместо условия 3) выполняется условие 3') строка (или столбец), рассматриваемая как отдельный блок, является сбалансированным блоком, то полученный план называется обобщенным планом Юдена.

Кроме сравнительно малого число экспериментов симметричные планы обладают еще тем замечательным свойством, что для них значительно облегчается обработка наблюдений, так как нормальные уравнения для таких планов обычно очень просты.

Рекомендуемая литература

- [7]
- [10]
- [11]
- [12]

Контрольные задания для СРС [7,10,11,12]

- 1.Трехфакторная дисперсионная модель.

Тема 13 Корреляционный анализ (2 часа).

План лекции

1. Парная корреляция.
2. Многомерный корреляционный анализ.

Парная корреляция

1. Задача корреляционного анализа - выявление значимости связи между значениями различных случайных величин X_i .

Зависимость между величинами (в том числе и случайными), при которых каждому значению одной величины (аргумента) отвечает одно или несколько вполне определенных значений другой называют, соответственно **однозначной** или **многозначной функциональной зависимостью**.

2. Зависимость между величинами, при которой каждому значению одной величины отвечает с соответствующей вероятностью множество возможных значений другой, называют вероятностной (стохастической, статистической).

В общем случае вероятностной связи при изменении значения одной величины изменяется условный закон распределения другой.

3. Если при наличии вероятностной зависимости между двумя величинами с изменением значения одной величины изменяется только математическое ожидание второй (и наоборот), а дисперсия, области возможных значений и тип закона распределения остаются неизменными, то для таких величин характерна **корреляционная зависимость**. Например:

- 1) зависимость между пределами текучести σ_T и прочности σ_B стали;
- 2) между погрешностью размера D и погрешностью формы детали; обработанной определенным методом;
- 3) между температурой испытаний и ударной вязкостью стали;
- 4) между усилием прижима ролика и шероховатостью накатанной детали.

Характеристикой нелинейной корреляции связи являются корреляционные отклонение:

$$\eta_T^2 = \frac{M[M(Y|X=x) - M(Y)]^2}{M[Y - M(Y)]^2} \quad (41.1)$$

где $M\left(\frac{Y}{X} = x\right)$ - условное математическое ожидание случайной переменной Y , рассматриваемое как функция X .

Оценкой коэффициента корреляции r является значение коэффициента r , для вычисления которого надо знать оценки математического ожидания $M(X)$ и $M(Y)$, а также дисперсий $D(X)$ и $D(Y)$. Если выполнено m наблюдений, то

$$r = \frac{\sum_{i=1}^m (X_i - \bar{X}) \cdot (Y_i - \bar{Y})}{(m-1) \cdot S(X) \cdot S(Y)} \quad (41.2)$$

При относительно небольшом количестве измерений m удобно пользоваться:

$$\sum_{i=1}^m (X_i - \bar{X}) \cdot (Y_i - \bar{Y}) = \sum_{i=1}^m X_i \cdot Y_i - \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m X_i \cdot \sum_{i=1}^m Y_i \quad (42.1)$$

$$(m-1) \cdot S^2(X) = \sum_{i=1}^m X_i^2 - \frac{1}{m} \left(\sum_{i=1}^m X_i \right)^2 \quad (42.2)$$

$$(m-1) \cdot S^2(Y) = \sum_{i=1}^m Y_i^2 - \frac{1}{m} \left(\sum_{i=1}^m Y_i \right)^2 \quad (42.3)$$

} (42)

На практике при небольших значениях m для вычисления выборочного коэффициента корреляции используют поле корреляции (рисунок 5).

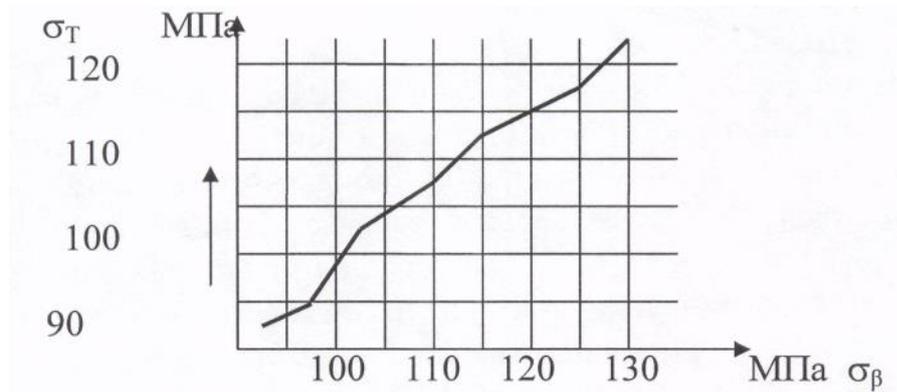


Рисунок 1 – Поле корреляции

Проверка значимости коэффициента корреляции производится по критерию Стьюдента:

$$t_H = r \sqrt{\frac{m-2}{1-r^2}} \quad (45)$$

Критическое значение t_k определяется из таблицы П.1, по принятому P и числу степеней свободы $f=m-2$. Поэтому при выборе t_k следует принимать $m=f+1$. Если $|t_H| < t_k$ то принимается H_0 нулевая гипотеза, о незначимости связи, т.е. $\rho=0$. В противном случае она отвергается, т.е. имеет место существенной связи.

Выборочное корреляционное отношение вычисляется:

$$\eta_T^2 = \frac{S^2(Y|x)}{S^2(Y)} \quad (46)$$

где $S^2(Y)$ - вычисляется по формуле (43);

$S^2(Y|x)$ - условная дисперсия.

$$S^2(Y|x) = \frac{1}{m} \sum [\bar{y}(x) - \bar{y}]^2 \cdot m_x \quad (47)$$

$$\bar{y}(x) = \frac{1}{m_x} \sum y_i m_{xy} \quad (48)$$

Корреляционное отношение η_T^2 связано с ρ^2 следующим образом: $0 \leq \rho^2 \leq \eta_T^2 \leq 1$. В случае линейной зависимости между переменными, то $\rho^2 = \eta_T^2$. Разность $(\eta_T^2 - \rho^2)$ может служить показателем нелинейной связи.

Многомерный корреляционный анализ

Если имеем многомерную нормально распределенную совокупность с n признаками X_1, X_2, \dots, X_n , то взаимосвязь между ними описывается корреляционной матрицей, составленной из парных коэффициентов корреляции:

$$Q_n = \begin{vmatrix} 1 & \rho_{12} & \rho_{13} & \dots & \rho_{1k} & \dots & \rho_{1n} \\ \rho_{21} & 1 & \rho_{23} & \dots & \rho_{2k} & \dots & \rho_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \rho_{j1} & \rho_{j2} & \rho_{j3} & \dots & \rho_{jk} & \dots & \rho_{jn} \\ \rho_{n1} & \rho_{n2} & \rho_{n3} & \dots & \rho_{nk} & \dots & 1 \end{vmatrix}$$

где ρ_{jk} – парные коэффициенты корреляции.

Оценку парного коэффициента корреляции находят по формулам (41.2-43), в которые вместо X_i подставляют X_{ij} , а вместо $Y_i - X_{ki}$. Если имеется система из 3 признаков X_1, X_2 и X_3 , то можно определить частные коэффициенты корреляции только 1-го порядка, т.к. нельзя в данном случае фиксировать больше одного признака. Если фиксировать значение X_3 , то:

$$\rho_{12,3} = \frac{\rho_{12} - \rho_{13} \cdot \rho_{23}}{\sqrt{(1 - \rho_{13}^2)(1 - \rho_{23}^2)}} \quad (48.1)$$

где $\rho_{12,3}$ – частный коэффициент корреляции между признаками X_1 и X_2 , при фиксированном значении X_3 ;

$\rho_{12}, \rho_{13}, \rho_{23}$ – парные коэффициенты корреляции.

Значимость коэффициента множественной корреляции определяется критерием Фишера. Наблюдаемое значение критерия Фишера:

$$F_H = \frac{R^2}{1 - R^2} \cdot \frac{m - l - 2}{l}$$

где m – число наблюдений;

$l = n - 1$; n – число признаков.

Критическое значение критерия Фишера определяется из таблицы П7 Приложения согласно принятым доверительной вероятности P и числу степеней свободы.

$f_1 = m - l - 2$; $f_2 = l$. Принимается $m_1 = f_1 + 1$; $m_2 = f_2 + 1$.

Рекомендуемая литература

1. [7]
2. [9]
3. [10]
4. [12]

Контрольные задания для СРС (темы 13) [7, 9, 10, 12]

1. Парная корреляция.
2. Задача корреляционного анализа.
3. Корреляционная зависимость.
4. Поле корреляции.
5. Многомерный корреляционный анализ.

Тема 14 Регрессионный анализ (2 часа).

План лекции

1. Задача регрессионного анализа.
2. Условия проведения регрессионного анализа.
3. Коэффициент регрессии.
4. Информационная матрица.

Задача регрессионного анализа - установление вида и параметров зависимости математического ожидания отклика $M(Y)$, от уровня одного или нескольких факторов X когда результаты эксперимента представлены в виде независимой выборки пар $X_1, Y_1; X_2, Y_2; \dots; X_n, Y_n$. Искомая функция называется моделью регрессивного анализа или регрессионной моделью Y на X , а ее параметры - коэффициентами регрессии.

Не существует стандартных методов, позволяющих только на основании результатов эксперимента установить истинную функциональную зависимость действительной связи между откликом и контролируемым факторами, не искаженную влиянием погрешностей измерения и неконтролируемых факторов. Поэтому регрессионную модель обычно представляют в следующем виде:

$$Y = \sum_{j=0}^d \beta_j f_j(\tilde{X}) + e \quad (49)$$

где $\tilde{X} = |x_1, x_2, \dots, x_k|$ - вектор значений факторов;

β_j - неизвестные коэффициенты регрессии;

$f_j(\tilde{X})$ - базисные функции;

e - аддитивная погрешность.

Регрессионный анализ можно применять, если:

1. Ошибка измерения фактора X , который может быть как неслучайной величиной, так и случайная величина пренебрежимо мала.
2. Погрешность e подчиняется нормальному распределению с математическим ожиданием, равным нулю и с постоянной дисперсией, не зависящей от уровней фактора.
3. Значение погрешности e в различных наблюдениях не коррелированы, т.е. $r(e_i, e_j) = 0; i \neq j$.

Неизвестные коэффициенты регрессии определяются методом наименьших квадратов, путем минимизации суммы квадратов отклонений измененных значений отклика от получаемых с помощью регрессионной модели:

$$S = \sum_{q=1}^n \left[Y_q - \sum_{j=0}^d b_j f_j(\tilde{X}_q) \right]^2 \quad (49.1)$$

Рассматривая b_j как переменные, приравниваем нулю частные производные.

Эти значения сравниваются с t_k из таблицы П.1 в соответствии с числом степеней свободы $f=m-1$, если опыты по определению остаточной дисперсии дублировались в одной из точек факторного пространства m раз или $f=n(m-1)$, если в каждой из n точек факторного пространства дублирование проводилось одинаковое число раз.

Если при выбранной доверительной вероятности P $t_{H1} \geq t_k$, то нулевая гипотеза отвергается, и коэффициент β_j считается статистически значимым.

Т.к. коэффициенты регрессии бывают связаны между собой, то после отбрасывания незначимого коэффициента v_q необходимо провести коррекцию оценок остальных коэффициентов и их дисперсий в соответствии с их формулами:

$$\left. \begin{aligned} v_j^* &= v_j - \frac{C_{jq}}{C_{qq}} v_q; \\ C_{jk}^* &= C_{jk} - \frac{C_q C_{qk}}{C_{qq}}; \\ S^2(v_j^*) &= S_B^2 C_{jj}^*. \end{aligned} \right\} (55)$$

Доверительные интервалы для значимых коэффициентов регрессии определяются:

$$v_j^* - t_k S(v_j^*) < \beta_j < v_j^* + t_k S(v_j^*) \quad (56)$$

Сопоставляется дисперсия воспроизводимости за счет реализации дублирующих опытов и остаточной дисперсии.

$$S_o^2 = \frac{1}{n - (d+1)} \sum_{q=1}^n (Y_q - \hat{Y}_q)^2 \quad (57)$$

где \hat{Y}_q - предсказанное по уравнению регрессии значение отклика в q -ом опыте;

Y_q - измеренное значение отклика в том же опыте;

n - число опытов (измерений);

d - число параметров модели.

Сопоставление производится путем проверки гипотезы о равенстве дисперсии. Наблюдаемое значение $F_H = S_o^2 / S_B^2$ сравнивается с табличным F_k (таблица П7), которое определяется с выбранной P и числами свободы

$$F_1 = (n-d) \text{ и } f_2 = (m-l)$$

где n - число опытов (измерений);

d - число параметров модели;

m - число дублирующих опытов при определении S_B^2 .

Условием адекватности модели функции отклика является $F_H < F_k$.

Для сокращения объема вычислений и получение при этом независимых оценок коэффициента регрессии с минимальными дисперсиями необходимо, чтобы базисные функции были ортогональны на множестве точек факторного пространства, в которых ставились опыты. Аналитическое условие ортогональности имеет вид:

$$Y = b_0 + \sum_{j=1}^3 b_j x_j + \sum_{j=1}^3 b_{jh} x_j x_h, h \neq j. \quad (60)$$

В данном случае $\sum_{j=1}^3 f_j^2 = N$, где N – общее число опытов, и, согласно (59):

$$b_j = \frac{1}{N} \sum_{u=1}^N (Yf_j)_u \quad (61)$$

Произведение $x_j x_h$ можно рассматривать как фактор, и тогда b_{jh} определяется по формуле (61), где $f_i = x_i x_h$.

Если модель (60) линейная, т.е. $b_{jh} = 0$, то число опытов плана, указанного в таблице на 4 больше, чем число определяемых параметров ($x_i(3+4)=7$).

Свойство плана, задающееся разностью между числом точек спектра плана и числом оцениваемых параметров, называется **насыщенностью плана**.

План, в котором число точек спектра плана совпадает с числом оцениваемых параметров, называется **насыщенным планом**. Если применять насыщенные планы, то для регрессионного анализа (оценка адекватности модели, дисперсии и доверительного интервала коэффициентов регрессии) необходимо проведение дублирующих опытов.

Рекомендуемая литература

1. [7]
2. [8]
3. [9]
4. [10]

Контрольные задания для СРС (темы 14) [7, 8, 9, 10]

1. Задача регрессионного анализа.
2. Условия проведения регрессионного анализа.
3. Коэффициент регрессии.
4. Информационная матрица.

Примечание – в квадратных скобках указывается рекомендуемая литература для выполнения заданий по СРС с указанием страниц при необходимости. Список рекомендуемой литературы (основной и дополнительной) приводится после каждой темы или раздела лекционного курса.

4 Методические указания для выполнения практических (семинарских) занятий

Тема 1. Модели и моделирование (1 час)

План практического (семинарского) занятия

1. Найти различие в моделях лошади с позиций крестьянина, жокея, кавалериста, скульптора, коневода, повара.
2. Обсудить в каких обстоятельствах карта местности является познавательной, а в каких – прагматической моделью?

3. Обсудить реальные и абстрактные аспекты дорожных знаков;
4. Определить если условное подобие определяется соглашением, то, чем ограничена свобода выбора моделей условного подобия?
5. Обсудить соотношение адекватности и истинности модели, предложенной экстрасенсом. Если экстрасенс, делая пасы руками, снимает головную боль у пациента и объясняет это взаимодействием своего биополя с био-полем пациента.
6. Привести примеры конечности, упрощенности и приближенности моделей.

Рекомендуемая литература

1. [1]
2. [2]
3. [4]

Контрольные задания для СРС (тема 2) [1, 2, 4]

1. Что заставляет нас пользоваться моделями вместо самих моделируемых объектов?
2. Каково главное отличие между познавательной и прагматической моделями?
3. Какими средствами располагает человек для построения моделей?
4. Что общего между моделью и оригиналом при косвенном подобии?
5. Что такое ингерентность модели?
6. В каком смысле можно говорить о конечности моделей?
7. В чем различие между адекватностью и истинностью модели?
8. Каковы причины того, что любая модель со временем изменяется?

Тема 2. Модели систем. Модель состава. Модель структуры (1 час)

План практического (семинарского) занятия

1. Привести примеры системы, которая предназначена для выполнения определенной цели, но которую можно использовать и для других целей;
2. Привести примеры системы, спроектированной специально для реализации одновременно нескольких различных целей;
3. Приведите примеры разных систем, предназначенных для одной и той же цели;
4. Сформулировать цель работы вашего факультета так, чтобы она не была общей для других факультетов, в том числе для родственных факультетов других вузов;
5. Обсудить проблему множественности входов и выходов на примере знакомой вам системы (радиоприемника, велосипеда, столовой и т.п.). Перечислить при этом нежелательные входы и выходы. Установить, как можно устранить недостатки системы;
6. Выделить в примере из предыдущего упражнения главную цель системы, дополнительные цели и ограничения;

7. Привести случаи, когда другие модели, кроме модели «черного ящика», не нужны или недопустимы;

8. Привести пример, когда различным целям соответствуют разные модели состава: а) различающиеся субстрактно, т.е. содержащие разные элементы; б) различающиеся делением на подсистемы, но содержащие одни и те же элементы; в) различающиеся из-за отличий в определении элементарности;

9. Сравнить формальную структурную схему какой-нибудь известной вам организации с ее реальной структурой. Обсудить расхождения.

Рекомендуемая литература

1. [1]
2. [4]
3. [11]

Контрольные задания для СРС (тема 3) [1, 4, 11]

1. Чем объясняется существование различных определений системы?
2. Соответствие между конструкцией системы и ее целью не однозначно, но и не произвольно. Что же их связывает?
3. От чего зависит количество входов и выходов модели «черного ящика» для данной системы?
4. Какова связь между вторым определением системы и ее структурной схемой?
5. Какими признаками должна обладать часть системы, чтобы ее можно было считать элементом?

Тема 3. Сложные системы и методы их анализа (1 час)

План практического (семинарского) занятия

1. Рассмотреть классификации систем: по их происхождению, по описанию переменных. По типу операторов, по способу управления. Дать понятие большой и сложной системы.

2. Привести несколько примеров, иллюстрирующих использование свойств естественных объектов в искусственных системах.

3. Обсудить на различных примерах разницу между большими и сложными системами. Построить классификацию технических систем по уровню сложности. Например: рассмотреть четыре уровня сложности.

I уровень: конструктивный элемент, деталь.

II уровень: подгруппа, группа, узел, механизм.

III уровень: машина, прибор, аппарат.

IV уровень: установка, предприятие, промышленный комплекс.

Рекомендуемая литература

1. [1]
2. [2]
3. [3]
4. [4]

Контрольные задания для СРС (тема 4) [1, 2, 3,4]

1. Почему целевой характер искусственных систем не позволяет без оговорок перенести понятие системы на естественные объекты?
2. Какие особенности управления дают основания для различения программного управления, регулирования, параметрической адаптации и структурной адаптации?
3. На что расходуются ресурсы в процессе выработки управляющего воздействия? Почему степень обеспеченности управления ресурсами определяет качественное состояние управляемой системы?
4. Чем отличается «большая» система от «сложной».

Тема 4. Особенности протоколов наблюдений в практической деятельности (1 час)

План практического (семинарского) занятия

1. Привести примеры различных протоколов наблюдений, встречающиеся на практике при испытаниях продукции, протоколы научных наблюдений и экспериментов.

Рекомендуемая литература

1. [1]
2. [4]
3. [13]
4. [14]

Контрольные задания для СРС (тема 5) [1, 4, 13, 14]

1. Каковы основные отклонения свойств реальных протоколов наблюдений от желаемых?
2. Понятие зашумленности протоколов наблюдений.
3. Каковы возможные последствия «усилия» и «ослабления» наблюдений?
4. Критерии «восстановления» пропущенных значений в протоколах наблюдений.

Тема 5. Обработка экспериментальных данных и результатов измерений (1 час)

План практического (семинарского) занятия

1. Выполнить обработку экспериментальных данных методами математической статистики.

Рекомендуемая литература

1. [1]
2. [4]
3. [15]

Контрольные задания для СРС (тема 6) [1, 4, 15]

1. Способы уменьшения случайной ошибки?
2. Схема дисперсионного анализа?
3. Что такое план эксперимента?
4. Понятие коэффициента корреляции.

Тема 6. Классификация задач выбора и способы их решения (1 час)

План практического (семинарского) занятия

1. Рассмотреть пример нахождения паретовского множества альтернатив.

Рекомендуемая литература

1. [1]
2. [3]
3. [4]
4. [10]

Контрольные задания для СРС (тема 6) [1, 3, 4, 10]

1. На каком множестве осуществляется выбор в случае статистической неопределенности?
2. Почему разные постановки задачи многокритериального выбора приводят в общем случае к различным решениям.
3. Что значит «сделать выбор»?
4. Каким образом находится паретовское множество?

Тема 7. Статистические методы анализа экспертных оценок (1 час)

План практического (семинарского) занятия

1. Рассмотреть основную идею всех экспертных методов при решении слабо формализованных задач, факторы, влияющие на работу эксперта.
2. Выполнить оценку альтернатив в цифровых шкалах;
3. Произвести оценку качества промышленного изделия отдельно по каждому показателю;
4. Выполнить обработку относительных частот предпочтений альтернативы, либо рангов.
5. Выполнить четыре основных этапа метода «делфи».

Рекомендуемая литература

1. [1]
2. [4]
3. [10]

Контрольные задания для СРС (тема 7) [1, 4, 10]

1. В чем сущность метода «делфи»?

2. Сравните разные формы экспертных процедур по степени их пригодности в различных условиях.
3. Какие факторы влияют на работу экспертов?
4. Какие методы обработки мнений экспертов вы знаете?

Тема 8. Мозговой штурм (1 час)

План практического (семинарского) занятия

1. Рассмотреть технику мозгового штурма и его главные особенности.
2. На конкретной проблеме в группе студентов провести «мозговой штурм», определить все выдвинутые идеи и оценить их.

Рекомендуемая литература

1. [1]
1. [2]
2. [3]

Контрольные задания для СРС (тема 8) [1, 2, 3]

1. В чем заключаются главные особенности «мозгового штурма»?
2. Методика проведения мозгового штурма.

Тема 9. Построение проблематики исходя из конкретной проблемы (1 час)

План практического (семинарского) занятия

1. Рассмотреть вопрос формирования проблемы, а затем превращение проблемы в проблематику, т.е. нахождения системы проблем, существенно связанных с исследуемой.
2. Рассмотреть методы построения проблематики.
3. Построить проблематику в соответствии с данными рекомендациями.

Рекомендуемая литература

1. [1]
2. [2]
3. [3]

Контрольные задания для СРС (тема 9) [1, 2, 3]

1. Почему любую проблему не следует рассматривать изолированно, вне связи с другими проблемами и явлениями?
2. Что такое проблематика?
3. Методы построения проблематики?
4. Понятие «жестких» и рыхлых проблем.

Тема 10 Построение дробных факторных планов (1 час)

Для занятий необходимо иметь конспект с теоретическим материалом по данной теме.

План практического занятия

1 Изучить соответствующий теоретический материал.

2 Рассмотреть пример построения дробного плана

3 Построить дробный факторный план.

Построение дробного факторного плана для $n=3$.

Исходим из факторного плана 22 для основных факторов x_1 и x_2 и дополняем этот план столбцом значений третьего фактора, элементы которого являются произведением соответствующих элементов первого и второго столбцов.

$x_1 \quad x_2 \quad x_3 = x_1 x_2$

– + –

+ + +

– – +

+ – –

Выражение $x_1 x_2 = x_3$ является генератором плана. Преимуществом этого плана является меньшее число опытов ($2^3 - 1 = 4$) по сравнению с числом опытов полного факторного плана ($2^3 = 8$). Полученный дробный план является полу-репликой факторного плана 23.

Построить дробные факторные планы 24, 25, 26.

Для этих размерностей факторного пространства можно построить дробные планы, содержащие восемь опытов. Исходя из полного факторного плана 23 для факторов x_1 , x_2 и x_3 , дополнить его столбцами, образованными поэлементными произведениями столбцов плана 23: $x_1 x_2$, $x_1 x_3$, $x_2 x_3$, $x_1 x_2 x_3$; эти произведения могут являться генераторами для дробных планов. Используя один из четырех возможных генераторов, построить четыре различных дробных плана типа 24-1.

Рекомендуемая литература

1[8], 2. [9]

Контрольные задания для СРС (тема 10) [8, 9]

1 Построение полного факторного плана.

2 Правила построения дробных факторных планов.

3 Построение дробных факторных планов 26.

Тема 11 Статистическая проверка гипотез (1 час).

Для занятий необходимо иметь конспект с теоретическим материалом по данной теме.

План практического занятия

1 Изучить соответствующий теоретический материал.

2 Рассмотреть пример решения задачи

3 Решить задачи, используя формулы из конспекта лекций.

Пример 11.1 В одинаковых условиях было обработано по $n = 25$ втулок развертками диаметром $D = 6$ и 10 мм. Результаты измерений показали, что средняя величина разбивки отверстий (разность диаметра развертки и диаметра отверстия) для разверток диаметром 6 мм составляет $\delta = 10,9$ мкм, а диаметр 10 мм - $9,8$ мкм. Оценки дисперсий в обоих случаях соответственно $S_{12} = 3,8$ мкм²; $S_{22} = 4,76$ мкм². Необходимо установить, влияет ли диаметр развертки на разбивку отверстия.

Решение. Согласно формулы (25):

$$S_{12} = 3,8 \cdot 24 + 4,76 \cdot 24/49 = 4,19 \text{ мкм}^2;$$

Согласно (26):

t_n

По таблице П.1 при $P=0,95$ и $m=50$ находим $t_k=2,01$. Поскольку $t_n < t_k$ ($1,9 < 2,01$), можно считать, что изменение диаметра развертки в пределах от 6 до 10 мм не оказывает существенного влияния на величину разбивки развернутого отверстия.

Пример 11.2 Проверить гипотезу о равенстве дисперсий в примере 3.1.

Пример 11.3 С четырех автоматов, настроенных на обработку одних и тех же деталей, взято по одной текущей выборке объемом $m = 10$. Оценки дисперсий их размеров имели следующие значения: $S_{12} = 106$ мкм²; $S_{22} = 294$; $S_{32} = 216$; $S_{42} = 410$ мкм². Требуется определить, одинакова ли точность автоматов, т. е. можно ли принять гипотезу об однородности дисперсий.

Пример 11.4 По результатам измерения деталей, обработанных на токарно-револьверном автомате (см. рисунок 1, таблицу 2), необходимо проверить наличие или отсутствие дрейфа размеров. Объем выборки $m = 40$.

Таблица 2 - Значения размеров деталей

У1	30	У11	50	У21	40	У31	50
У2	20	У12	58	У22	30	У32	60
У3	42	У13	40	У23	40	У33	50
У4	35	У14	35	У24	20	У34	45
У5	59	У15	40	У25	30	У35	31
У6	70	У16	60	У26	25	У36	40
У7	60	У17	60	У27	18	У37	20
У8	55	У18	69	У28	30	У38	50
У9	80	У19	49	У29	40	У39	40
У10	70	У20	58	У30	32	У40	69

Для самостоятельного решения задач 4.1-4.4 необходимо заменить исходные числа на числа согласно номеру зачетной книжки ABC:

Для $n = \text{исходное} \cdot (B+C)$; $D = \text{Дисходное} \cdot C/2$; $\delta = \text{дисходное} \cdot C/2$;

$S_{12} = S_{12\text{исходное}} \cdot (B+C)/100$; $S_{22} = S_{22\text{исходное}} \cdot (B+C)/100$.

При этом если последняя цифра (C) четная, то знак * заменить на (+), если нечетная, то на (-).

Рекомендуемая литература

1. [6], 2. [8], 3. [10]

Контрольные задания для СРС (тема 11) [6, 8, 10]

- 1 Проверка гипотезы о равенстве математического ожидания заданному значению.
- 2 Проверка гипотезы о равенстве средних значений.
- 3 Проверка гипотезы о равенстве дисперсий.

Тема 12 Дисперсионный анализ (1 час).

Для занятий необходимо иметь конспект с теоретическим материалом по данной теме.

План практического занятия

- 1 Изучить соответствующий теоретический материал.
- 2 Рассмотреть пример решения задачи
- 3 Решить задачи, используя формулы из конспекта лекций.

Пример 12.1 Оценим качество 5 марок СОЖ для бесцентрового шлифования. Критерием качества выбрана шероховатость деталей, прошлифованных в одинаковых режимах.

Решение. Марки СОЖ ранжированы цифрами натурального ряда 1, 2, ..., 5.

Таблица 3 - Результаты опытов в матрице наблюдений для R_a

Номер уровня фактора (марки π_i СОЖ) Уровень фактора
 m_i Значение шероховатости R_a

	1	2	3	4	5	6
1 X1	0,72	0,6	0,65	0,32	0,8	0,52
2 X2	0,15	0,62	0,22	0,4	0,25	0,3
3 X3	0,45	0,3	0,5	0,58	0,48	0,32
4 X4	1,2	0,92	0,72	0,8	1,0	0,8
5 X5	0,58	0,92	0,7	1,0	0,48	0,6

По формулам (31) и (32) получены соответственно:

$$=0,6; 0,32; 0,44; 0,91; 0,71.$$

$$S_i^2 = 0,028; 0,028; 0,012; 0,031; 0,04.$$

Однородность дисперсий проверяем при помощи критерия Кохрена - (28), т.к. $m_i = \text{const}$ и равно $m=6$.

$$G_H = 0,04 / (0,028 + 0,028 + \dots + 0,031 + 0,04) = 0,29$$

Согласно таблицы П8 при $m=6$, $n=5$ и $P=0,95$, т.к. $G_H < G_k$, то разницу между дисперсиями можно считать незначимой и принять нулевую гипотезу H_0 . По формуле (34):

а согласно формулам (35.1) и (36)

;

Наблюдаемое значение критерия Фишера по формуле (27) $F_H = 0,212/0,0278 = 7,63$. Число степеней свободы $f_x = n - 1$ ($f_x = 5 - 1 = 4$); $f_v = N - n = n * m - n$ ($f_v = 30 - 5 = 25$).

По таблице П7 при $P = 0,95$, $m_1 = 5$ ($m_1 = f_x + 1 = 4 + 1$) и $m_2 = 26$ ($m_2 = f_v + 1$) находим $F_k \approx 2,74$. Поскольку $F_H > F_k$ ($7,63 > 2,74$), то изменение шероховатости детали при изменении марки СОЖ следует считать значимым. Согласно (37):

$$S_{2\mu} = 4(0,212 - 0,0278)/30 = 0,0246.$$

Для более глубокого анализа рекомендуется оценить значимость различия влияния СОЖ марок 2 и 3, которые обеспечивают минимальную высоту шероховатости. Это делается при помощи критерия Стьюдента (25) и (26).

Из формулы (25):

$$S_2 = [0,028(6-1) + 0,12(6-1)] / (6+6-1) = (0,140 + 0,060) / 11 = 0,2 / 11 = 0,0182;$$

$$S = 0,135.$$

Из формулы (26):

$$t_H = |0,44 - 0,32| / 0,135 = 1,378.$$

Из таблицы П.1 для $P = 0,95$; $t_k = 2,201$; $m = 12$. Т.к. $t_H < t_k$ ($1,378 < 2,201$) то гипотеза H_0 о влиянии качества СОЖ №2 и 3 на шероховатость обрабатываемых деталей одинакова.

Для самостоятельного решения задачи 5.1 необходимо заменить исходные числа на числа согласно номеру зачетной книжки ABC:

$$\text{Для } R_a = R_{\text{исходное}} * (B+C) / 10.$$

При этом если последняя цифра (C) четная, то знак * заменить на (+), если нечетная, то на (-).

Рекомендуемая литература

1. [6], 2. [7], 3. [9], 4. [12]

Контрольные задания для СРС (тема 12) [6, 7, 9, 12]

- 1 Проведение однофакторного дисперсионного анализа.
- 2 Проведение двухфакторного дисперсионного анализа.

Тема 13 Корреляционный анализ (1 час).

Для занятий необходимо иметь конспект с теоретическим материалом по данной теме.

План практического занятия

- 1 Изучить соответствующий теоретический материал.
- 2 Рассмотреть пример решения задачи
- 3 Решить задачи, используя формулы из конспекта лекций.

Пример 13.1 На основании данных корреляционной таблицы 4 определить выборочный коэффициент корреляции r между σ_T и σ_B .

Таблица 4 – Корреляционная таблица

σ_T (Y)

σB									
925 (0)	975 (1)	1025 (2)	1075 (3)	1125 (4)	1175 (5)	1225 (6)	1275 (7)		
(7) Итого									
mX									
1025 (2)	1							1	
1075 (3)	1	1						2	
1125 (4)		2	4	2				8	
1175 (5)		1	7	11	1			20	
1225 (6)			1	13	13			27	
1275 (7)			1	2	15	9		27	
1325 (8)				4	10	1		15	
1375 (9)					1	3		4	
1425 (10)						1	1	2	
Итого mY	2	4	13	28	33	20	5	1	106

Решение. Кодом для σT берем X , а для σB - Y . Тогда $\Delta=2$. Коды в таблице под действительными значениями в скобках. Для $U_{ki}=0,1,2,3\dots 7$, для $X_{ki}=2,3\dots 10$.

На основании (43) получим коды:

Значение 2569, 667 и 383 получим:

$$=2 \cdot 0 \cdot 1 + 3 \cdot 0 \cdot 1 + 3 \cdot 1 \cdot 1 + 4 \cdot 1 \cdot 2 + 4 \cdot 2 \cdot 4 + 4 \cdot 3 \cdot 2 + 5 \cdot 1 \cdot 1 + 5 \cdot 2 \cdot 7 + 5 \cdot 3 \cdot 11 + 5 \cdot 4 \cdot 1 + 6 \cdot 2 \cdot 1 + 6 \cdot 3 \cdot 13 + 6 \cdot 4 \cdot 13 + 7 \cdot 2 \cdot 1 + 7 \cdot 3 \cdot 2 + 7 \cdot 4 \cdot 15 + 7 \cdot 5 \cdot 9 + 8 \cdot 4 \cdot 4 + 8 \cdot 5 \cdot 10 + 8 \cdot 6 \cdot 1 + 9 \cdot 5 \cdot 1 + 9 \cdot 6 \cdot 3 + 10 \cdot 6 \cdot 1 + 10 \cdot 7 \cdot 1 = 2569$$

$$=2 \cdot 1 + 3 \cdot 2 + 4 \cdot 8 + 5 \cdot 20 + 6 \cdot 27 + 7 \cdot 27 + 8 \cdot 15 + 9 \cdot 4 + 10 \cdot 2 = 667$$

$$=0 \cdot 2 + 1 \cdot 4 + 2 \cdot 13 + 3 \cdot 28 + 4 \cdot 33 + 5 \cdot 20 + 6 \cdot 5 + 7 \cdot 1 = 383$$

$$m S^2(X) = 4429 - 667^2 = 231,934; \quad S(x) = 1,479$$

$$m S^2(Y) = 1566 - 383^2 = 182,142; \quad S(y) = 1,285$$

Согласно (41.2):

$$r = 152,698 / [(106-1)1,479 \cdot 1,285] = 0,763$$

Пример 13.2 Для условий примера 12.1 необходимо определить корреляционное отношение η^2_T , значение (X) , вычисленные по формуле (48), для соответствующих значений кодов σB (первый столбец корреляционной таблицы 4):

2 3 4 5 6 7 8 9 10

(X)

0 0,5 2 2,6 3,44 4,19 4,8 5,75 6,5

Пример 13.3 При бесцентровом шлифовании роликов на проход контролировались следующие показатели качества: погрешность формы X_1 , по-

грешность размера X_3 и параметр шероховатости X_2 , для $n = 50$ образцов. При этом получена матрица парных коэффициентов корреляции:

Необходимо установить характер взаимовлияния признаков X_1 , X_2 и X_3 и степень влияния их.

Для самостоятельного решения задачи необходимо заменить исходные числа на числа согласно номеру зачетной книжки АВС:

Рекомендуемая литература

1. [7], 2. [8], 3. [9]

Контрольные задания для СРС (темы 13) [7, 8, 9]

- 1 Парная корреляция.
- 2 Задача корреляционного анализа.
- 3 Корреляционная зависимость.
- 4 Поле корреляции.
- 5 Многомерный корреляционный анализ.

Тема 14 Регрессионный анализ (1 час).

Для занятий необходимо иметь конспект с теоретическим материалом по данной теме.

План практического занятия

- 1 Изучить соответствующий теоретический материал.
- 2 Рассмотреть пример решения задачи
- 3 Решить задачи, используя формулы из конспекта лекций.

Пример 14.1 Определить вид и коэффициенты регрессионной модели, отражающей зависимость радиальной силы F_y (F_y) N от поперечной подачи СПОП (мм/дв.ход) при плоском алмазном шлифовании. В результате эксперимента получены данные.

Таблица 5 - Результаты эксперимента

$S \cdot 10^2$	2,5	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5	8	8,5	9	9,5
F_y, N	50	60	67	75	85	86	93	95	100	98	104	103	106	107	108

При каждом значении S (мм/дв. ход) проводился один опыт. Пять дублирующих опытов для оценки дисперсии воспроизводимости проводились при S (мм/дв. ход) = 0,05 мм/дв. ход. Получено, что $S^2\beta = 0,032$.

Решение. По виду кривой предполагаем, что регрессионная модель имеет вид.

Рисунок 2 - Зависимость усилия резания F_y от поперечной подачи СПОП при плоском шлифовании

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X + \beta_2 X^2,$$

где $Y = F_y \cdot 10^{-1}$, $X = S \cdot 10^2$.

Базисные функции в данном случае имеют вид: $f_0=1$; $f_1=X$; $f_2=X^2$. Тогда согласно (50) можно записать систему нормальных уравнений.

После вычисления сумм получим

$$15 \cdot \beta_0 + 90 \cdot \beta_1 + 610 \cdot \beta_2 = 133,7$$

$$90 \cdot \beta_0 + 610 \cdot \beta_1 + 4500 \cdot \beta_2 = 856,35$$

$$610 \cdot \beta_0 + 4500 \cdot \beta_1 + 35144,5 \cdot \beta_2 = 6051,925$$

Решение системы дает: $\beta_0 = 0,0175$; $\beta_1 = 2,4029$; $\beta_2 = -0,1358$.

Информационная матрица имеет вид из формулы (52):

Обратная матрица имеет вид:

где C_{jk} - алгебраическое дополнение элемента матрицы в j -строке и k -столбце. В результате вычислений получено:

Согласно (51):

$$S^2(\beta_0) = 0,032 \cdot 4,389 = 0,14; \quad S(\beta_0) = 0,375$$

$$S^2(\beta_1) = 0,032 \cdot 0,573 = 0,018; \quad S(\beta_1) = 0,135$$

$$S^2(\beta_2) = 0,032 \cdot 0,0039 = 0,000125; \quad S(\beta_2) = 0,0112$$

Значение r_{jk} из (53)

$$(1) \quad r_{01} = 0,032 \cdot 1,544 / 0,375 \cdot 0,135 = 0,976$$

$$(2) \quad r_{02} = 0,032 \cdot 0,112 / 0,375 \cdot 0,0112 = 0,93$$

(3) $r_{03} = 0,032 \cdot 0,047 / 0,135 \cdot 0,0112 = 0,995$, показывают, что коэффициенты регрессии тесно связаны, согласно (54)

$$t_{H_0} = 0,0175 / 0,375 = 0,047;$$

$$t_{H_0} = 2,4029 / 0,135 = 17,8;$$

$$t_{H_0} = 0,1358 / 0,0112 = 12,13.$$

Для $P=0,95$ и $m=5$ по таблице П1 $t_k = 2,776$. Поскольку $t_{H_0} < t_k$, то коэффициент регрессии β_0 незначим, и можно считать, что $\beta_0 = 0$. Остальные коэффициенты являются значимыми.

По формулам (55) получим скорректированные значение коэффициента регрессии:

$$\beta^*1 = 2,4029 - (1,544 / 4,389) \cdot 0,0175 = 2,379$$

$$\beta^*2 = -0,1358 - (0,122 / 4,389) \cdot 0,0175 = -0,1363$$

$$C^*11 = C_{11} - C_{210} / C_{00} = 0,573 - (1,544^2 / 4,389) = 0,0298$$

$$C^*22 = 0,0039 - (0,122^2 / 4,389) = 0,0005$$

Из (51)

$$S^2(\beta^*1) = 0,032 \cdot 0,0298 = 0,00095; \quad S(\beta^*1) = 0,031$$

$$S^2(\beta^*2) = 0,032 \cdot 0,0005 = 16 \cdot 10^{-5}; \quad S(\beta^*2) = 0,004.$$

Согласно (56):

$$2,294 < \beta_1 < 2,463; -0,1474 < \beta_2 < -0,1252$$

Остаточная дисперсия из (57) составляет $S_{20}=0,043$. Критерий Фишера $F_H=0,043/0,032=1,344$. Табличное F_k при $P=0,95$, $f_1=15-2=13$; $f_2=5-1=4$; $m_1=f_1+1=13+1=14$; $m_2=f_2+1=4+1=5$ будет равно $F_k=6,67$ (т.к. значение m_1 и m_2 в таблице П7 является промежуточным, то значение F_k было определено интерполяцией). Т.к. $F_H < F_k$ полученная модель $P_y=2379 \cdot S-1363 \cdot S^2$ адекватно описывает зависимость радиальной составляющей P_y от поперечной подачи S .

Для самостоятельного решения задачи 14.1 необходимо заменить исходные числа на числа согласно номеру зачетной книжки ABC:

Для $S = S_{\text{исходное}} + (B+C)$; $F_y = F_y_{\text{исходное}} * (B+C)$.

При этом если последняя цифра (C) четная, то знак * заменить на (+), если нечетная, то на (-).

Рекомендуемая литература

1. [7]
2. [9]
3. [11]

Контрольные задания для СРС (темы 14) [7, 9, 11]

1 Задача регрессионного анализа.

2 Условия проведения регрессионного анализа.

3 Определение коэффициента регрессии.

4 Построение информационной матрицы.

5. Тематический план самостоятельной работы студента с преподавателем

Наименование темы СРС	Цель занятия	Форма проведения занятия	Содержание задания	Рекомендуемая литература
1. Модели и моделирование	Углубление знаний по данной теме	Диалог	Цель как модель. Познавательные и прагматические модели. Способы воплощения моделей. Условия реализации свойств моделей. Конечность моделей. Упрощенность моделей.	[1] [2] [4]
2. Системы, модели систем	Углубление знаний по данной теме	Диалог	Первое определение системы. Модель «черного ящика». Модель состава системы. Модель структуры системы. Второе определение	[1] [4] [11]

			системы. модели систем. Упражнение 5,6,7.	
3. Искусственные и естественные системы.	Углубление знаний по данной теме	Диалог	Искусственные системы и естественные объекты. Различные классификации систем. Упражнение 8,9,10.	[1] [2] [4] [12]
4. Роль измерений в создании моделей систем	Углубление знаний по данной теме	Диалог	Эксперимент и модель. Измерительные шкалы. Упражнение 11,12	[1] [2] [12]
5. Выбор (принятие решений)	Углубление знаний по данной теме	Диалог	Языки описания выбора. Групповой выбор. Экспертные методы выбора. Выбор и отбор. Упражнение 13,14	[1] [3] [4] [10]
6. Декомпозиция и агрегирование – процедуры системного анализа	Углубление знаний по данной теме	Диалог	Анализ и синтез в системных исследованиях. Алгоритмизация процесса декомпозиции. Агрегирование. Виды агрегирования. Упражнение 15,16.	[1] [3] [4]
7. Неформализуемые этапы системного анализа	Углубление знаний по данной теме	Диалог	Формирование проблемы. Превращение проблемы в проблематику. Выявление целей. Формирование критериев. Генерирование альтернатив. Мозговой штурм. Упражнение 17,18.	[1] [3] [4]
8. Эксперимент как предмет исследования. Виды эксперимента. План эксперимента. Планирование эксперимента.	Углубление знаний по данной теме	Диалог	Конспект по теме	[6] [7] [8] [9]
9. Оценка отклика. Количественная характеристика оценки отклика. Последовательных подход к выбору функции отклика	Углубление знаний по данной теме	Диалог	Конспект по теме	[6] [7] [8] [10]
10. Статистическая проверка гипотез: Основные определе-	Углубление знаний по данной теме	Диалог	. Конспект по теме	[6] [7] [16]

ния; Проверка гипотезы о равенстве математического ожидания заданному значению; Проверка гипотезы о равенстве средних значений; Проверка гипотезы о равенстве дисперсий; Проверка случайности и независимости результатов измерений в выборке				[18]
11. Дисперсионный анализ: Однофакторный дисперсионный анализ; Двухфакторный дисперсионный анализ	Углубление знаний по данной теме	Диалог	Конспект по теме	[6] [7] [9]
12. Планирование эксперимента при дисперсионном анализе. Латинские квадраты и их применение при планировании эксперимента	Углубление знаний по данной теме	Диалог	Конспект по теме	[6] [7] [10] [16]
13. Корреляционный анализ. Парная корреляция. Многомерный корреляционный анализ.	Углубление знаний по данной теме	Диалог	Конспект по теме	[6] [7] [10] [17] [18]
14. Регрессионный анализ.	Углубление знаний по данной теме	Диалог	Конспект по теме	[6] [7] [8]

6 Материалы для контроля знаний студентов в период рубежного контроля и итоговой аттестации

6.1 Тематика письменных работ по дисциплине

Тематика рефератов

1. Обсудить различие в моделях лошади с позиций крестьянина, жокея, кавалериста, скульптора, коневода, повара. Задача обсуждения – иллюстрация целевого характера моделей.

2. В каких обстоятельствах карта местности является познавательной, а в каких – прагматической моделью?

3. Обсудить реальные и абстрактные аспекты дорожных знаков.
4. Если условное подобие определяется соглашением, то, чем ограничена свобода выбора моделей условного подобия?
5. Приведите примеры:
 - а) системы, которая предназначена для выполнения определенной цели, но которую можно использовать и для других целей;
 - б) системы, спроектированной специально для реализации одновременно нескольких различных целей;
 - в) разных систем, предназначенных для одной и той же цели;
6. Сформулируйте цель работы вашего факультета так, чтобы она не была общей для других факультетов, в том числе для родственных факультетов других вузов.
7. обсудите проблему множественности входов и выходов на примере знакомой вам системы (радиоприемника, велосипеда, столовой и т.п.). Перечислите при этом нежелательные входы и выходы. Установите, как можно устранить недостатки системы (нежелательные связи со средой)
8. Приведите несколько примеров, иллюстрирующих использование свойств естественных объектов в искусственных системах.
9. Обсудите естественную систему дерева, озера, других субъективных целей.
10. Приведите и обсудите свои примеры достижимых и не достижимых субъективных целей.
11. Темы для обсуждения: соотношение априорных знаний (моделей) и практических действий в постановке и проведении : а) активного эксперимента; б) пассивного эксперимента.
12. Приведите примеры наблюдений в каждой из измерительных шкал.
13. Рассмотрите какую-нибудь многокритериальную задачу и установите, какой из методов ее решения лучше отвечает поставленной вами цели.
14. Тема для обсуждения: роль и место оптимизационных задач в системном анализе.
15. Обсудите роль операций декомпозиции и агрегирования в анализе и синтезе.
16. Попробуйте декомпозировать любое высказывание (например, «сходить группой в поход», «организовать дискотеку», «провести дискуссию» и т.п.) сначала интуитивно, а затем с использованием алгоритма. Сравните результаты и объясните полученные различия.
17. Возьмите самую простую известную вам проблему и попробуйте построить проблематику в соответствии с заданными рекомендациями.
18. Обсудите трудности выявления цели на конкретных примерах из вашей практики.
19. Роль и место планирования эксперимента в области стандартизации и сертификации. Виды эксперимента.
20. Метрологическое обеспечение, использование ЭВМ, обработка и анализ результатов эксперимента.
21. Системный подход к планированию эксперимента. Функциональная и математическая модели.

22. Аналитические и графические методы анализа результатов пассивного измерительного эксперимента. Оценка адекватности математических моделей.
23. Свойства ортогональности и рототабельности плана и экономная методика.
24. Оптимальные симплекс-планы и методы их построения. Модели поверхностей отклика при использовании симплекс-планов.
25. Рандомизация. Число степеней свободы. Смеживание оценок коэффициентов регрессии, близость плана к насыщенному плану.
26. Планирование отсеивающих экспериментов.
27. Планы Плакета-Бермана.
28. Сверхнасыщенные планы.
29. Планирование экстремальных экспериментов.
30. Симплекс-планирование его сущность и достоинства.
31. Метод крутого восхождения (метод движения по градиенту Бокса-Уилсона).
32. Звездные и нулевые точки, ортогональные и рототабельные композиционные планы.
33. Латинские планы (квадраты), греко-латинские, гипер-греко-латинские квадраты, квадраты Юдена.

6.2 Вопросы (тестовые задания) для самоконтроля

- 1 Понятие сложных систем. Принятие решения в сложной системе. Понятие системного анализа. Три его составляющие
- 2 Роль системных представлений в практической деятельности. Системность и алгоритмичность. Анализ и синтез в познании. Системность как всеобщее свойство материи
- 3 Модели и моделирование. Понятие модели. Цепь как модель. Познавательные и прагматические модели. Статические и динамические модели
- 4 Способы воплощения моделей. Материальные модели и виды подобия. Конечность моделей. Упрощенность моделей. Адекватность и истинность моделей
- 5 Системы модели систем. Множественность моделей систем. Первое определение системы. Модель "чернового ящика". Модель состава системы. Модель структуры системы. Второе определение системы
- 6 Искусственные и естественные системы. Структурированность естественных объектов. Классификации систем. Различие больших и сложных систем
- 7 Информационные аспекты изучения системы. Информация как свойство материи. Понятие сигнала. Типы сигналов. Свойства непрерывных сигналов. Этропия
- 8 Количество информации. Свойства количества информации. Основные результаты теории информации. Скорость передачи информации. Проектная способность канала

9 Роль измерений в создании моделей систем. Эксперимент и модель. Современное понятие эксперимента. Измерительные шкалы. Регистрация экспериментальных данных и ее связь с последующей их обработкой

10 Выбор (принятие решений). Многообразие задач выбора. Критериальный язык выбора. Выбор как максимизация критерия. Сведения многокритериальной задачи к однокритериальной

11 Нахождение паретовского множества. Описание выбора на языке бинарных отношений. Язык функции выбора. Ограничения на функции выбора

12 Групповой выбор. Различные правила голосования. Выбор в условиях неопределенности. Статистические решения на выбор. Общая схема статистических решений

13 Экспертные методы выбора. Метод "Делфи". Человекомашинные системы и выбор. Экспертные системы. Выбор и отбор. Повторный отбор. Основные идеи элитных групп

14 Декомпозиция и агрегирование – процедуры системного анализа. Анализ и синтез в системных исследованиях. Модели систем как основания декомпозиции

15 Алгоритмизация процесса декомпозиции. Агрегирование, эмерджентность, внутренняя целостность системы. Виды агрегирования. Агрегаты-операторы. Агрегаты структуры

16 Неформализуемые этапы системного анализа. Формирование проблемы. Превращение проблемы в проблематику. Методы построения проблематики. Выявление целей. Множественность целей

17 Формирование критериев. Критерии как модель целей. Критерии и ограничение

18 Генерирование альтернатив. Мозговой штурм. Синектика. Морфологический анализ. Деловые игры

19 Алгоритмы проведения системного анализа. Компоненты системных исследований. Внедрение результатов системного анализа в практику

20 Системный анализ и ЭВМ. Системный анализ и разработка программного обеспечения ЭВМ. Проблема представлений знаний в ЭВМ. Диалог человека и ЭВМ. Имитационное моделирование на ЭВМ.

21. Виды эксперимента;

22. Коллективная характеристика оценки исследования (эксперимента);

23. Задачи планирования эксперимента;

24. Выбор области, схемы, числа уравнений, интервалов варьирования и кодирования факторов при планировании эксперимента;

25. Аналитические и графические методы анализа результатов эксперимента;

26. Матрица планирования, наблюдения. Информационная матрица;

27. Ортогональное планирование для вычисления коэффициентов регрессии.

28. Дисперсионный анализ, его сущность и задачи;

29. Корреляционный анализ, его сущность и задачи;

30. Регрессионный анализ, его сущность и задачи;

31. Однофакторный и двухфакторный дисперсионный анализ;

32. Остаточная дисперсия и дисперсия воспроизводимости;
33. Отличие плана активного многофакторного эксперимента от пассивного;
34. Полный факторный эксперимент и дробные реплики. Свойства ортогональности и рототабельности плана.
35. Оптимальные симплекс-планы и метод их построения;
36. Планы Плаккета-Бермана;
37. Метод случайного баланса;
38. Планирование эксперимента для уточнения параметров модели;
39. Формулировка задачи. Выбор отклика и факторов при планировании промышленного эксперимента;
40. Классификация планов дисперсионного анализа: латинские квадраты и их применение при планировании эксперимента;
41. Греко-латинские квадраты, преимущества и недостатки квадратов.

6.3 Экзаменационные билеты (тесты)

Тесты

\$\$\$ 1 К системам с комбинированным управлением относятся:

- а) автоматические;
- б) параметрическая адаптация;
- в) самоорганизованные;
- г) управление по параметру;
- д) управление по структуре.

\$\$\$ 2 “Достижение цели для другой системы” – называется управление:

- а) по параметру;
- б) без обратной связи;
- в) по структуре;
- г) регулирование;
- д) нет правильного ответа.

\$\$\$ 3 Система без обратной связи, регулирование, управление по параметру, управление по структуре относятся к подсистемам:

- а) самоуправляемые;
- б) с комбинированным управлением;
- в) черный ящик;
- г) управление извне;
- д) нет правильного ответа.

\$\$\$ 4 Классификация систем по типу операторов подразделяются:

- а) с качественными, количественными, со смешанными переменными;
- б) черный ящик, непараметризованный класс, параметризованный класс, белый ящик;
- в) искусственные, смешанные, естественные;
- г) управляемые извне, самоуправляемые, с комбинированным управлением;

д) нет правильного ответа.

\$\$\$ 5 Классификация систем по способам управления включает в себя:

- а) системы с качественными переменными, с количественными переменными, со смешанным описанием переменных;
- б) системы управляемые извне, самоуправляемые, с комбинированным управлением;
- в) системы черный ящик, непараметризованный класс, параметризованный класс, белый ящик;
- г) системы управляемые извне, самоуправляемые, белый ящик;
- д) системы с качественными переменными, самоуправляемые, белый ящик.

\$\$\$ 6 Концепция, которая характеризует сложность через меру различности распределений вероятностей, называется:

- а) алгоритмическая концепция;
- б) вычислительная концепция;
- в) статистическая концепция;
- г) теоретико-информационная концепция;
- д) теоретико-множественная концепция.

\$\$\$ 7 Концепция, которая связывает сложность системы с ее энтропией называется:

- а) алгоритмическая концепция;
- б) вычислительная концепция;
- в) статистическая концепция;
- г) теоретико-информационная концепция;
- д) теоретико-множественная концепция.

\$\$\$ 8 Концепция, которая определяет сложность, как длину алгоритма воссоздания системы называется:

- а) алгоритмическая концепция;
- б) вычислительная концепция;
- в) статистическая концепция;
- г) теоретико-информационная концепция;
- д) теоретико-множественная концепция.

\$\$\$ 9 Концепция, которая отождествляет сложность системы с числом ее элементов:

- а) алгоритмическая концепция;
- б) вычислительная концепция;
- в) статистическая концепция;
- г) теоретико-информационная концепция;
- д) теоретико-множественная концепция.

\$\$\$ 10 Концепция, которая “привязывает” алгоритмическую сложность с средством вычислений:

- а) алгоритмическая концепция;
- б) вычислительная концепция;
- в) статистическая концепция;
- г) теоретико-информационная концепция;
- д) теоретико-множественная концепция.

\$\$\$ 11 Что такое модель? Неверное исключить.

- а) некое вспомогательное средство, объект, который в определенной ситуации заменял другой объект;
- б) модель – есть способ существования знаний;
- в) модель – есть специальная система;
- г) это результат отображения одной абстрактной математической структуры на другую, также абстрактные;
- д) это способность ориентироваться в незнакомых условиях и находить решения слабо формализованных задач.

\$\$\$ 12 Модели делятся на:

- а) познавательные и практические;
- б) практические;
- в) прагматические и познавательные;
- г) познавательные и теоретические;
- д) прагматические и практические.

\$\$\$ 13 Модель есть отображение чего?

- а) целевое;
- б) не целевое;
- в) системное;
- г) под системное;
- д) деятельностное.

\$\$\$ 14 В зависимости от применяемых типов материалов (материальные и средства сознания) все модели подразделяются:

- а) материальные и абстрактные;
- б) статические и динамические;
- в) прагматические и познавательные;
- г) статические и материальные;
- д) динамические и абстрактные.

\$\$\$ 15 Познавательная модель это - ...

- а) средство управления, организаций практических действий;
- б) модель, построенная из реальных объектов;
- в) модель, в которой отсутствует временной параметр;
- г) форма организаций и представления знаний;
- д) модель, построенная средствами мышления.

\$\$\$ 16 Прагматическая модель это - ...

- а) модель, построенная средством мышления;
- б) средство управления, организаций практических действий;
- в) модель, в которой отсутствует временной параметр;
- г) модель, построенная из реальных объектов;
- д) форма организаций и представления знаний.

\$\$\$ 17 Модель есть отображение, какими средствами?

- а) средствами измерения;
- б) средствами самого сознания и окружающего материального мира;
- в) материальными средствами;
- г) средствами самообразования;
- д) средствами окружающего мира.

\$\$\$ 18 Отметить правильное. Познавательные модели являются...

- а) средством управления;
- б) средством организаций практических действий;
- в) способом представления образцово правильных действий или их результата;
- г) рабочим представлением целей;
- д) формой организации и представлению знаний, средством соединения новых знаний с имеющимися.

\$\$\$ 19 Неверное исключить. Прагматические модели являются...

- а) способом представления образцово правильных действий или их результата;
- б) рабочим представлением целей;
- в) средством управления;
- г) формой организации и представлению знаний, средством соединения новых знаний с имеющимися;
- д) средством организации практических действий.

\$\$\$ 20 Причина упрощенности модели?

- а) конечность модели и ограниченность средств оперирования с моделью;
- б) конечность модели и неограниченность средств оперирования с моделью;
- в) бесконечность модели;
- г) ресурсы моделирования бесконечны;
- д) неограниченность средств оперирования с моделью.

\$\$\$ 21 Исключить не верное. Модель есть отображение...

- а) целевое;
- б) ингерентное;
- в) абстрактное или реальное;
- г) конечное, упрощенное, приближенное;

д) бесконечное.

\$\$\$ 22 Каково главное отличие между познавательной и прагматической моделями?

а) познавательные отражают существующее, а прагматические-не существующее, но желаемое и осуществимое;

б) познавательные отражают не существующее, а прагматические-существующее;

в) познавательные отражают существующее, а прагматические-существующее, но не осуществимое;

г) познавательные отражают существующее, а прагматические-несуществующее, но не осуществимое и не желаемое;

д) познавательные отражают несуществующее, но осуществимое, а прагматические-существующее, но неосуществимое.

\$\$\$ 23 Модель абстрактная – это...

а) модель, согласована с окружающей культурной средой;

б) модель, описывающая, из каких подсистем и элементов состоит система;

в) модель, поостренная средствами мышления, сознания;

г) модель, в которой отсутствует временной параметр;

д) форма организаций и представления знаний.

\$\$\$ 24 Модель динамическая – это...

а) модель, построенная средствами мышления, сознания;

б) реальная модель, имеющая абстрактное содержание;

в) модель, условно подобная оригиналу и предназначенная для непосредственного использования человеком;

г) форма организации и представления знаний;

д) модель, отображающая процессы, происходящая в системе со временем.

\$\$\$ 25 Какие существуют виды подобия?

а) прямые, косвенные, физические;

б) прямые, условные, физические;

в) прямые, косвенные, условные;

г) прямые, косвенные, механические;

д) косвенные, условные, механические.

\$\$\$ 26 Что обозначает слово «семиотика»?

а) предмет;

б) метод;

в) знак;

г) сигнал;

д) программа.

\$\$\$ 27 Какие группы отношения входят в «семиотику»?

- а) синтаксис, семантика, прагматика;
- б) морфология, семантика, прагматика;
- в) синтаксис, семантика, морфология;
- г) синтаксис, синектика, семантика;
- д) синектика, синтаксис, прагматика.

\$\$\$ 28 Главные различия между моделью и действительностью-

- а) конечность, упрощенность, приближенность;
- б) конечность, истинность, упрощенность;
- в) приближенность, конечность, истинность;
- г) упрощенность, истинность, приближенность;
- д) конечность, истинность, адекватность.

\$\$\$ 29 Главное сходство между моделью и действительностью-

- а) конечность;
- б) упрощенность;
- в) приближенность;
- г) истинность;
- д) адекватность.

\$\$\$ 30 Что такое «ингерентность»?

- а) когда модель должна быть не согласована со средой;
- б) когда модель должна быть в достаточной степени согласована со средой;
- в) модель, с помощью которой достигается поставленная цель;
- г) когда бесконечность мира преодолевается в конечном познаний;
- д) когда модель оказывается многоместным отношением.

\$\$\$ 31 Роль синтеза в системном исследовании (указать неверный)

- а) сборка частей деталей, полученных при анализе
- б) части агрегируются в структуру +
- в) открывает функцию
- г) каждая отдельная часть рассматривается как часть большого целого
- д) все ответы неверны

\$\$\$ 32 Что является конечным этапом анализа?

- а) расчленение сложного целого
- б) установление причинно-следственной закономерности
- в) агрегирование частей в целое +
- г) разбивание неоднородных областей на однородные
- д) нет правильного ответа

\$\$\$ 33 Операция декомпозиции:

- а) сопоставление объекта анализа с некоторой моделью +
- б) поиск подцели
- в) поиск элементов модели

- г) анализ «жизненного цикла»
- д) разбиение на этапы

\$\$\$ 34 Эмерджентность – это:

- а) явление возникновения нового качества (целостной системы)
- б) объединение нескольких элементов в единое целое
- в) разложение сложного целого на простые части
- г) агрегирование частей в структуру
- д) явление взаимосвязи частей системы

\$\$\$ 35 Полнота декомпозиции обеспечивается:

- а) методами декомпозиции
- б) полнотой модели основания
- в) наличием всех элементов
- г) описанием всех этапов
- д) нет правильного ответа

\$\$\$ 36 Что является важной формой агрегирования?

- а) образование структур
- б) объединение части в целое
- в) сопоставление объекта с моделью
- г) разделение целого на части
- д) образование элементов

\$\$\$ 37 Какая совокупность языков описания называется конфигуратором?

- а) совокупность языков описания системы
- б) совокупность качественно максимальных языков
- в) совокупность языков описания структуры
- г) совокупность языков частей системы
- д) совокупность языков описания моделей

\$\$\$ 38 Релевантные компоненты:

- а) несущественные по содержанию
- б) существенные по содержанию
- в) существенные по отношению к цели анализа
- г) противоречащие цели
- д) полностью отражающие содержание

\$\$\$ 39 От чего зависит полнота моделей ?

- а) от существенных по отношению к цели анализа компонентов
- б) от наличия всех элементов
- в) от полноты модели основания
- г) от модели системы
- д) все ответы правильны

\$\$\$ 40 Что служит ориентиром для построения содержательной модели (т.е. основания декомпозиции)?

- а) элементы содержательной системы
- б) модель состава системы
- в) формальные модели различных видов
- г) модель структуры системы
- д) динамические модели системы

\$\$\$ 41 Что определяет алгоритм декомпозиции?

- а) поиск элементов модели
- б) последовательность действий над объектом анализа
- в) описание элементов модели
- г) образование и сопоставление объекта модели
- д) нет правильного ответа

\$\$\$ 42 Как в общем виде можно определить агрегирование?

- а) как установление отношений на заданном множестве элементов
- б) как совокупность свойств частей целого
- в) как образование элементов системы
- г) как объединение элементов с моделью
- д) как проявление внутренней целостности системы

\$\$\$ 43 Что представляет собой модель структуры?

- а) разложение нескольких элементов
- б) взаимодействующие элементы
- в) образование элементов
- г) разделение целого на элементы
- д) нет правильного ответа

\$\$\$ 44 Что является недостатком создания агрегата – оператора?

- а) потеря полезной информации
- б) проблемы адекватности с выбором определенной модели системы
- в) внутренняя противоречивость, сопряженная с отрицательными последствиями
- г) необратимые математические преобразования
- д) все ответы верны

\$\$\$ 45 Что является конечной целью аналитического метода?

- а) установление причинно – следственных отношений между рассматриваемыми явлениями
- б) расчленение сложного целого
- в) объединение частей в целое
- г) разбивание неоднородных областей на однородные
- д) нет правильного ответа

\$\$\$ 46 Какую задачу выполняет агрегат – оператор?

- а) классификацию
- б) упорядочение
- в) числовые функции
- г) поиск закономерностей
- д) все ответы верны

\$\$\$ 47 Компромиссы между полнотой и простотой при анализе достигаются за счет:

- а) существенности, итеративности
- б) существенности, элементарности, постоянной детализации моделей, итеративности
- в) синтеза, анализа, интеративности и эмерджентности
- г) существенности, элементарности, постоянной детализации моделей, эмерджентности
- д) содержательности, существенности, итеративности и эмерджентности

\$\$\$ 48 Наиболее важными являются следующие виды агрегатов:

- а) конфигуратор, оператор, самоорганизация
- б) оператор, алгоритм, конфигуратор
- в) конфигуратор, оператор, структура
- г) алгоритм, самоорганизация, оператор
- д) декомпозиция, конфигуратор, оператор

\$\$\$ 49 В чем различие между «рыхлой» и «жесткой» проблемами?

- а) жесткая – хорошо структурированная, а рыхлая – слабо структурированная
- б) нет различия
- в) жесткая – неформализуемая проблема, рыхлая – хорошо формализованная
- г) жесткая проблема поддается декомпозиции, а рыхлая – нет
- д) жесткие проблемы допускают итеративность, рыхлые не допускают

\$\$\$ 50 Что является исходным пунктом для системного анализа?

- а) полученное множество проблем (проблематика)
- б) определение конфигуратора
- в) формирование критериев
- г) выявление целей
- д) агрегирование

\$\$\$ 51 Что такое «измерение» с точки зрения системного анализа?

- а) алгоритмическая операция, которая данному наблюдаемому состоянию объекта, процесса, явления ставит в соответствие определенное обозначение;
- б) количественная оценка физической величины;
- в) качественная оценка физической величины

\$\$\$ 52 Выберите из приведенных ниже аксиом «аксиомы аддитивности»:

- а) либо $A=B$, либо $A \neq B$; если $A=B$, то $B=A$; если $A=B$ и $B=C$, то $A=C$;
 б) если $A=P$ и $B>0$, то $A+B>P$; $A+B=B+A$; если $A=P$ и $B=Q$, то $A+B=P+Q$; $(A+B)+C=A+(B+C)$; 5
 в) либо $A \leq B$, либо $A \geq B$; если $A \geq B$ и $B \geq C$, то $A \geq C$;
 г) либо $A=B$, либо $A \neq B$, если $A>B$ и $B>C$, то $A>C$, если $A=P$ и $B=Q$, то $A+B=P+Q$;
 д) если $A>B$, то $B<A$; если $A>B$ и $B>C$, то $A>C$

\$\$\$ 53 Величина $\mu_A(X)$, рассматриваемая как функция аргумента X , называется:

- а) функцией принадлежности;
 б) лингвистической переменной;
 в) расплывчатым множеством;
 г) рангом;
 д) символом Кронекера

\$\$\$ 54 Свойство явлений, при котором не выполняется отношение эквивалентности: явление одновременно может принадлежать данному классу и не принадлежать ему:

- а) расплывчатость;
 б) системность;
 в) алгоритмичность;
 г) случайность;
 д) неопределенность

\$\$\$ 55 Какой из шкал характерно эквивалентное преобразование «растяжение $Y=ax$, $a > 0$ »:

- а) номинальная;
 б) порядковая;
 в) интервальная;
 г) циклическая;
 д) шкала отношений

\$\$\$ 56 Какая из шкал обладает следующей особенностью: отношение двух наблюдаемых значений измеряемой величины не зависит от того, в какой из этих шкал произведены измерения $x_1/x_2=y_1/y_2$:

- а) шкала отношений;
 б) номинальная;
 в) интервальная;
 г) порядковая;
 д) циклическая

\$\$\$ 57 Модифицированные порядковые шкалы. Неверное исключить:

- а) шкала твердости по Моосу;
 б) шкала силы ветра по Бофорта;
 в) шкала магнитуд землетрясений по Рихтеру;

- г) балльные шкалы оценки знаний учащихся;
- д) шкала регистрационных номеров автомобилей (!)

\$\$\$ 58 Вид неопределенности, подчиняющийся строгой закономерности, которая выражается распределением вероятности:

- а) случайность;
- б) вероятность;
- в) расплывчатость;
- г) алгоритмичность;
- д) системность

\$\$\$ 59 Расплывчатое множество A в X определяется как:

- а) $A = \{x, \mu_A(x)\}, x \in X$;
- б) $[x \in S(A) \subseteq X] \Leftrightarrow [\mu_A(x) > 0]$;
- в) $(A=B) \Leftrightarrow (\mu_A(x) = \mu_B(x)) \forall \tilde{d} \in \tilde{O}$;
- г) $A \cup B \Leftrightarrow \mu_{A \cup B}(x) = \max[\mu_A(x), \mu_B(x)], x \in X$;
- д) $\mu_{AB}(x) = \mu_A(x) * \mu_B(x), x \in X$

\$\$\$ 60 К какой шкале можно отнести шкалу Цельсия и Фаренгейта:

- а) шкала интервалов;
- б) шкала отношений;
- в) порядковая шкала;
- г) номинальная шкала;
- д) циклическая шкала

\$\$\$ 61 Дайте первое определение системы

- а) система есть потребность
- б) система есть средство достижения цели
- в) система есть результат
- г) система есть совокупность взаимосвязанных элементов, обособленных от среды и взаимодействующая с ней как целое
- д) нет правильного ответа

\$\$\$ 62 Дайте второе определение системы

- а) система есть потребность
- б) система есть средство достижения цели
- в) система есть результат
- г) система есть совокупность взаимосвязанных элементов, обособленных от среды и взаимодействующая с ней как целое
- д) нет правильного ответа

\$\$\$ 63 Какая из нижеперечисленных моделей определяет 2 важнейших свойства системы: целостность и обособленность от среды?

- а) “черного ящика”
- б) “прозрачного ящика”

- в) состава системы
- г) структуры системы
- д) модель не определяет свойства системы

\$\$\$ 64 Связи в виде “входов” и “выходов” соответствуют модели

- а) “черного ящика”
- б) “прозрачного ящика”
- в) состава системы
- г) структуры системы
- д) ни одной из вышеперечисленных

\$\$\$ 65 От чего зависит количество “входов” и “выходов” модели “черного ящика” для данной системы?

- а) от целевого назначения модели
- б) от целевого назначения системы
- в) от структуры системы
- г) от состава системы
- д) не зависит вообще

\$\$\$ 66 “Входами” системы “легковой автомобиль” могут являться (неверное исключить)

- а) руль
- б) педали сцепления
- в) двери салона
- г) развиваемая автомобилем скорость
- д) рычаг переключения коробки передач

\$\$\$ 67 “Выходами” системы “наручные часы ” могут являться (неверное исключить)

- а) показание времени в произвольный момент
- б) удобство ношения часов
- в) удовлетворение требований санитарии
- г) циферблат
- д) пылевлагодонепроницаемость

\$\$\$ 68 Понятие подсистем соответствует модели:

- а) “черного ящика”
- б) “прозрачного ящика”
- в) состава системы
- г) структуры системы
- д) на одной из выше перечисленных

\$\$\$ 69 Дайте определение термину “подсистема” :

- а) часть системы, которая рассматривается как неделимое
- б) часть системы, состоящая более чем из двух элементов
- в) часть системы, состоящая более чем из одного элемента

- г) часть системы, состоящая из подподсистемы
 д) нет правильного ответа

\$\$\$ 70 Какими признаками должна обладать часть системы, чтобы ее можно было считать элементом:

- а) целостностью
 б) неделимостью
 в) наличием подсистем
 г) наличием подподсистем
 д) нет правильного ответа

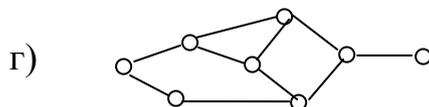
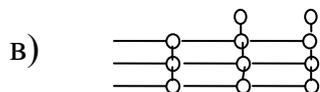
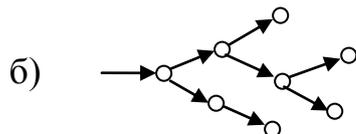
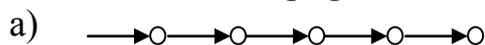
\$\$\$ 71 Укажите два типа динамики системы:

- а) цель и результат
 б) цель и функционирование
 в) функционирование и развитие
 г) функционирование и результат
 д) ни одного из перечисленных

\$\$\$ 72 Дайте определение “развития”:

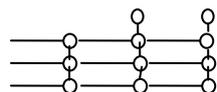
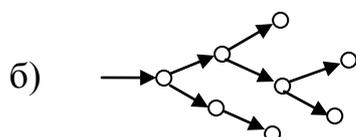
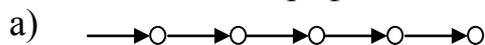
- а) процессы, происходящие в системе
 б) то, что происходит с системой при изменении ее целей
 в) подробное описание происходящего или планируемого процесса
 г) существующая структура переставшая соответствовать новой цели
 д) типы динамических моделей

\$\$\$ 73 Укажите граф, соответствующий линейной структуре:



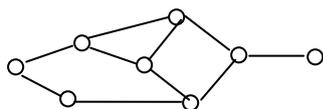
- д) нет правильного ответа

\$\$\$ 74 Укажите граф, соответствующий древовидной структуре:



в)

г)



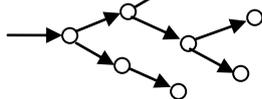
д) нет правильного ответа

\$\$\$ 75 Укажите граф, соответствующий матричной структуре:

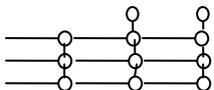
а)



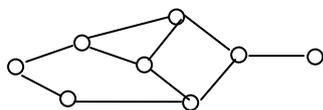
б)



в)



г)



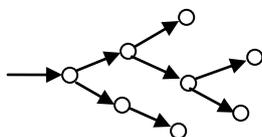
д) нет правильного ответа

\$\$\$ 76 Укажите граф, соответствующий сетевой структуре:

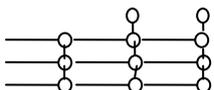
а)



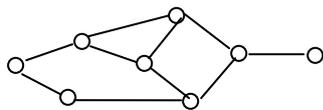
б)



в)



г)



д) нет правильного ответа

\$\$\$ 77 Тип моделей, описывающий системы, в которых происходят какие бы ни было изменения:

а) статистический

б) динамический

в) полная модель

г) формальная модель

д) содержательная модель

\$\$\$ 78 Что называется “отображением выхода”:

а) явная зависимость, введенная для учета возможности изменения зависимости выхода от состояния с течением времени

б) задание множеств входов состояний и выходов и связей между ними

- в) параметрическое семейство отображений
- г) характеристика системы
- д) свойства, которые со временем не изменяются

\$\$\$ 79 Укажите связь между понятиями “отношение” и “свойство”:

- а) в свойстве участвует не менее двух объектов, а отношение – некий атрибут одного объекта
- б) в отношении, участвует не менее двух объектов, а свойство – некий атрибут одного объекта
- в) в отношении участвует не менее одного объекта, а отношение – некий атрибут одного объекта
- г) в свойстве участвует не менее одного объекта, а отношение – некий атрибут одного объекта
- д) нет правильного ответа

\$\$\$ 80 Что такое “граф”:

- а) модель системы
- б) подсистема
- в) система
- г) схема, в которой обозначается только наличие элементов и связей между ними
- д) элемент системы

\$\$\$ 81 Что такое системный анализ?

- а) искусство
- б) наука
- в) технологическое ремесло
- г) мышление, направленное на управление системой
- д) методология решения сложных проблем

\$\$\$ 82 Что такое агрегирование?

- а) операция образования агрегата
- б) преобразование многомерной модели в модель меньшей размерности
- в) реконструкция модели
- г) детализация объекта
- д) параллельная операция декомпозиции

\$\$\$ 83 Что такое формирование проблемы?

- а) постановка формальной задачи
- б) определение основной цели
- в) структурирование системы
- г) сопоставление существующих задач
- д) установление основной задачи в существующей системе

\$\$\$ 84 Что такое алгоритмизация?

- а) совершенствование деятельности
- б) установленное описание технологии
- в) «язык» процесса
- г) последовательность

д) искусство постановки осуществления определенных действий

\$\$\$ 85 Что такое синектика?

- а) генерирование альтернатив
- б) метод коллективного системного анализа
- в) наука, исследующая знаки и знаковые системы
- г) мысленное или реальное соединение частей в единое целое
- д) мера неопределенности случайного объекта

\$\$\$ 86 Исключите одно определение, которое не подходит к определению понятия «критерий»?

- а) средство для вынесения суждения
- б) стандарт для сравнения
- в) правило для оценки
- г) мера степени близости к цели
- д) набор различных языков описания изучаемой системы

\$\$\$ 87 Определите основной этап системного исследования реальной проблемы ...

- а) выявление и формирование целей
- б) определение критериев
- в) определение интересов
- г) определение проблематики
- д) определение ресурсов

\$\$\$ 88 Что такое деловая игра?

- а) имитационное моделирование реальных ситуаций
- б) имитационное моделирование не реальных ситуаций
- в) образное составление перечня возможных вариантов решения проблем
- г) все сотрудники организации меняются ролями (должностями) для максимальной результативности решения проблем
- д) коллективная оценка существующих задач

\$\$\$ 89 Какие системы считаются наиболее сложными при исследовании системным анализом?

- а) социальные
- б) природные
- в) технические
- г) технологические

\$\$\$ 90 Назовите способ упрощения сложного?

- а) декомпозиция
- б) агрегирование
- в) системный подход
- г) детализация
- д) дефрагментация

\$\$\$ 91 К системам с комбинированным управлением относятся:

- а) автоматические;

- б) параметрическая адаптация;
- в) самоорганизованные;
- г) управление по параметру;
- д) управление по структуре.

\$\$\$ 92 “Достижение цели для другой системы” – называется управление:

- а) по параметру;
- б) без обратной связи;
- в) по структуре;
- г) регулирование;
- д) нет правильного ответа.

\$\$\$ 93 Система без обратной связи, регулирование, управление по параметру, управление по структуре относятся к подсистемам:

- а) самоуправляемые;
- б) с комбинированным управлением;
- в) черный ящик;
- г) управление извне;
- д) нет правильного ответа.

\$\$\$ 94 Классификация систем по типу операторов подразделяются:

- а) с качественными, количественными, со смешанными переменными;
- б) черный ящик, непараметризованный класс, параметризованный класс, белый ящик;
- в) искусственные, смешанные, естественные;
- г) управляемые извне, самоуправляемые, с комбинированным управлением;
- д) нет правильного ответа.

\$\$\$95 Классификация систем по способам управления включает в себя:

- а) системы с качественными переменными, с количественными переменными, со смешанным описанием переменных;
- б) системы управляемые извне, самоуправляемые, с комбинированным управлением;
- в) системы черный ящик, непараметризованный класс, параметризованный класс, белый ящик;
- г) системы управляемые извне, самоуправляемые, белый ящик;
- д) системы с качественными переменными, самоуправляемые, белый ящик.

\$\$\$96 Концепция, которая характеризует сложность через меру различности распределений вероятностей, называется:

- а) алгоритмическая концепция;
- б) вычислительная концепция;
- в) статистическая концепция;
- г) теоретико-информационная концепция;

д) теоретико-множественная концепция.

\$\$\$ 97 Концепция, которая связывает сложность системы с ее энтропией называется:

- а) алгоритмическая концепция;
- б) вычислительная концепция;
- в) статистическая концепция;
- г) теоретико-информационная концепция;
- д) теоретико-множественная концепция.

\$\$\$ 98 Концепция, которая определяет сложность, как длину алгоритма воссоздания системы называется:

- а) алгоритмическая концепция;
- б) вычислительная концепция;
- в) статистическая концепция;
- г) теоретико-информационная концепция;
- д) теоретико-множественная концепция.

\$\$\$ 99 Концепция, которая отождествляет сложность системы с числом ее элементов:

- а) алгоритмическая концепция;
- б) вычислительная концепция;
- в) статистическая концепция;
- г) теоретико-информационная концепция;
- д) теоретико-множественная концепция.

\$\$\$ 100 Концепция, которая “привязывает” алгоритмическую сложность с средством вычислений:

- а) алгоритмическая концепция;
- б) вычислительная концепция;
- в) статистическая концепция;
- г) теоретико-информационная концепция;
- д) теоретико-множественная концепция.

\$\$\$ 101 Что такое модель? Неверное исключить.

- а) некое вспомогательное средство, объект, который в определенной ситуации заменял другой объект;
- б) модель – есть способ существования знаний;
- в) модель – есть специальная система;
- г) это результат отображения одной абстрактной математической структуры на другую, также абстрактные;
- д) это способность ориентироваться в незнакомых условиях и находить решения слабо формализованных задач.

\$\$\$ 102 Модели делятся на:

- а) познавательные и практические;

- б) практические;
- в) прагматические и познавательные;
- г) познавательные и теоретические;
- д) прагматические и практические.

\$\$\$ 103 Модель есть отображение чего?

- а) целевое;
- б) не целевое;
- в) системное;
- г) под системное;
- д) деятельностьное.

\$\$\$ 104 В зависимости от применяемых типов материалов (материальные и средства сознания) все модели подразделяются:

- а) материальные и абстрактные;
- б) статические и динамические;
- в) прагматические и познавательные;
- г) статические и материальные;
- д) динамические и абстрактные.

\$\$\$ 105 Познавательная модель это - ...

- а) средство управления, организаций практических действий;
- б) модель, построенная из реальных объектов;
- в) модель, в которой отсутствует временной параметр;
- г) форма организаций и представления знаний;
- д) модель, построенная средствами мышления.

\$\$\$ 106 Прагматическая модель это - ...

- а) модель, построенная средством мышления;
- б) средство управления, организаций практических действий;
- в) модель, в которой отсутствует временной параметр;
- г) модель, построенная из реальных объектов;
- д) форма организаций и представления знаний.

\$\$\$ 107 Модель есть отображение, какими средствами?

- а) средствами измерения;
- б) средствами самого сознания и окружающего материального мира;
- в) материальными средствами;
- г) средствами самообразования;
- д) средствами окружающего мира.

\$\$\$ 108 Отметить правильное. Познавательные модели являются...

- а) средством управления;
- б) средством организаций практических действий;
- в) способом представления образцово правильных действий или их результата;

- г) рабочим представлением целей;
- д) формой организации и представлением знаний, средством соединения новых знаний с имеющимися.

\$\$\$ 109 Неверное исключить. Прагматические модели являются...

- а) способом представления образцово правильных действий или их результата;
- б) рабочим представлением целей;
- в) средством управления;
- г) формой организации и представления знаний, средством соединения новых знаний с имеющимися;
- д) средством организации практических действий.

\$\$\$ 110 Причина упрощенности модели?

- а) конечность модели и ограниченность средств оперирования с моделью;
- б) конечность модели и неограниченность средств оперирования с моделью;
- в) бесконечность модели;
- г) ресурсы моделирования бесконечны;
- д) неограниченность средств оперирования с моделью.

\$\$\$ 111 Исключить не верное. Модель есть отображение...

- а) целевое;
- б) ингерентное;
- в) абстрактное или реальное;
- г) конечное, упрощенное, приближенное;
- д) бесконечное.

\$\$\$ 112 Каково главное отличие между познавательной и прагматической моделями?

- а) познавательные отражают существующее, а прагматические-не существующее, но желаемое и осуществимое;
- б) познавательные отражают не существующее, а прагматические-существующее;
- в) познавательные отражают существующее, а прагматические-существующее, но не осуществимое;
- г) познавательные отражают существующее, а прагматические-несуществующее, но не осуществимое и не желаемое;
- д) познавательные отражают несуществующее, но осуществимое, а прагматические-существующее, но неосуществимое.

\$\$\$ 113 Модель абстрактная – это...

- а) модель, согласована с окружающей культурной средой;
- б) модель, описывающая, из каких подсистем и элементов состоит система;
- в) модель, поостренная средствами мышления, сознания;

- г) модель, в которой отсутствует временной параметр;
- д) форма организаций и представления знаний.

\$\$\$ 114 Модель динамическая – это...

- а) модель, построенная средствами мышления, сознания;
- б) реальная модель, имеющая абстрактное содержание;
- в) модель, условно подобная оригиналу и предназначенная для непосредственного использования человеком;
- г) форма организации и представления знаний;
- д) модель, отображающая процессы, происходящая в системе со временем.

\$\$\$ 115 Какие существуют виды подобия?

- а) прямые, косвенные, физические;
- б) прямые, условные, физические;
- в) прямые, косвенные, условные;
- г) прямые, косвенные, механические;
- д) косвенные, условные, механические.

\$\$\$ 116 Что обозначает слово «семиотика»?

- а) предмет;
- б) метод;
- в) знак;
- г) сигнал;
- д) программа.

\$\$\$ 117 Какие группы отношения входят в «семиотику»?

- а) синтаксис, семантика, прагматика;
- б) морфология, семантика, прагматика;
- в) синтаксис, семантика, морфология;
- г) синтаксис, синектика, семантика;
- д) синектика, синтаксис, прагматика.

\$\$\$ 118 Главные различия между моделью и действительностью-

- а) конечность, упрощенность, приближенность;
- б) конечность, истинность, упрощенность;
- в) приближенность, конечность, истинность;
- г) упрощенность, истинность, приближенность;
- д) конечность, истинность, адекватность.

\$\$\$ 119 Главное сходство между моделью и действительностью-

- а) конечность;
- б) упрощенность;
- в) приближенность;
- г) истинность;
- д) адекватность.

\$\$\$ 120 Что такое «ингерентность»?

- а) когда модель должна быть не согласована со средой;
- б) когда модель должна быть в достаточной степени согласована со средой;
- в) модель, с помощью которой достигается поставленная цель;
- г) когда бесконечность мира преодолевается в конечном познаний;
- д) когда модель оказывается многоместным отношением.

\$\$\$ 121 Роль синтеза в системном исследовании (указать неверный)

- а) сборка частей деталей, полученных при анализе
- б) части агрегируются в структуру +
- в) открывает функцию
- г) каждая отдельная часть рассматривается как часть большого целого
- д) все ответы неверны

\$\$\$ 122 Что является конечным этапом анализа?

- а) расчленение сложного целого
- б) установление причинно-следственной закономерности
- в) агрегирование частей в целое +
- г) разбивание неоднородных областей на однородные
- д) нет правильного ответа

\$\$\$ 123 Операция декомпозиции:

- а) сопоставление объекта анализа с некоторой моделью +
- б) поиск подцели
- в) поиск элементов модели
- г) анализ «жизненного цикла»
- д) разбиение на этапы

\$\$\$ 124 Эмерджентность – это:

- а) явление возникновения нового качества (целостной системы)
- б) объединение нескольких элементов в единое целое
- в) разложение сложного целого на простые части
- г) агрегирование частей в структуру
- д) явление взаимосвязи частей системы

\$\$\$ 125 Полнота декомпозиции обеспечивается:

- а) методами декомпозиции
- б) полнотой модели основания
- в) наличием всех элементов
- г) описанием всех этапов
- д) нет правильного ответа

\$\$\$ 126 Что является важной формой агрегирования?

- а) образование структур
- б) объединение части в целое

- в) сопоставление объекта с моделью
- г) разделение целого на части
- д) образование элементов

\$\$\$ 127 Какая совокупность языков описания называется конфигуратором?

- а) совокупность языков описания системы
- б) совокупность качественно максимальных языков
- в) совокупность языков описания структуры
- г) совокупность языков частей системы
- д) совокупность языков описания моделей

\$\$\$ 128 Релевантные компоненты:

- а) несущественные по содержанию
- б) существенные по содержанию
- в) существенные по отношению к цели анализа
- г) противоречащие цели
- д) полностью отражающие содержание

\$\$\$ 129 От чего зависит полнота моделей ?

- а) от существенных по отношению к цели анализа компонентов
- б) от наличия всех элементов
- в) от полноты модели основания
- г) от модели системы
- д) все ответы правильны

\$\$\$ 130 Что служит ориентиром для построения содержательной модели (т.е. основания декомпозиции)?

- а) элементы содержательной системы
- б) модель состава системы
- в) формальные модели различных видов
- г) модель структуры системы
- д) динамические модели системы

\$\$\$ 131 Что определяет алгоритм декомпозиции?

- а) поиск элементов модели
- б) последовательность действий над объектом анализа
- в) описание элементов модели
- г) образование и сопоставление объекта модели
- д) нет правильного ответа

\$\$\$ 132 Как в общем виде можно определить агрегирование?

- а) как установление отношений на заданном множестве элементов
- б) как совокупность свойств частей целого
- в) как образование элементов системы
- г) как объединение элементов с моделью

д) как проявление внутренней целостности системы

\$\$\$ 133 Что представляет собой модель структуры?

- а) разложение нескольких элементов
- б) взаимодействующие элементы
- в) образование элементов
- г) разделение целого на элементы
- д) нет правильного ответа

\$\$\$ 134 Что является недостатком создания агрегата – оператора?

- а) потеря полезной информации
- б) проблемы адекватности с выбором определенной модели системы
- в) внутренняя противоречивость, сопряженная с отрицательными последствиями
- г) необратимые математические преобразования
- д) все ответы верны

\$\$\$ 135 Что является конечной целью аналитического метода?

- а) установление причинно – следственных отношений между рассматриваемыми явлениями
- б) расчленение сложного целого
- в) объединение частей в целое
- г) разбивание неоднородных областей на однородные
- д) нет правильного ответа

\$\$\$ 136 Какую задачу выполняет агрегат – оператор?

- а) классификацию
- б) упорядочение
- в) числовые функции
- г) поиск закономерностей
- д) все ответы верны

\$\$\$ 137 Компромиссы между полнотой и простотой при анализе достигаются за счет:

- а) существенности, итеративности
- б) существенности, элементарности, постоянной детализации моделей, итеративности
- в) синтеза, анализа, интеративности и эмерджентности
- г) существенности, элементарности, постоянной детализации моделей, эмерджентности
- д) содержательности, существенности, итеративности и эмерджентности

\$\$\$ 138 Наиболее важными являются следующие виды агрегатов:

- а) конфигуратор, оператор, самоорганизация
- б) оператор, алгоритм, конфигуратор
- в) конфигуратор, оператор, структура

- г) алгоритм, самоорганизация, оператор
- д) декомпозиция, конфигуратор, оператор

\$\$\$ 139 В чем различие между «рыхлой» и «жесткой» проблемами?

- а) жесткая – хорошо структурированная, а рыхлая – слабо структурированная
- б) нет различия
- в) жесткая – неформализуемая проблема, рыхлая – хорошо формализованная
- г) жесткая проблема поддается декомпозиции, а рыхлая – нет
- д) жесткие проблемы допускают итеративность, рыхлые не допускают

\$\$\$ 140 Что является исходным пунктом для системного анализа?

- а) полученное множество проблем (проблематика)
- б) определение конфигулятора
- в) формирование критериев
- г) выявление целей
- д) агрегирование

\$\$\$ 141 Что такое «измерение» с точки зрения системного анализа?

- а) алгоритмическая операция, которая данному наблюдаемому состоянию объекта, процесса, явления ставит в соответствие определенное обозначение;
- б) количественная оценка физической величины;
- в) качественная оценка физической величины

\$\$\$ 142 Выберите из приведенных ниже аксиом «аксиомы аддитивности»:

- а) либо $A=B$, либо $A \neq B$; если $A=B$, то $B=A$; если $A=B$ и $B=C$, то $A=C$;
- б) если $A=P$ и $B>0$, то $A+B>P$; $A+B=B+A$; если $A=P$ и $B=Q$, то $A+B=P+Q$; $(A+B)+C=A+(B+C)$;
- в) либо $A \leq B$, либо $A \geq B$; если $A \geq B$ и $B \geq C$, то $A \geq C$;
- г) либо $A=B$, либо $A \neq B$, если $A>B$ и $B>C$, то $A>C$, если $A=P$ и $B=Q$, то $A+B=P+Q$;
- д) если $A>B$, то $B<A$; если $A>B$ и $B>C$, то $A>C$

\$\$\$ 143 Величина $\mu_A(X)$, рассматриваемая как функция аргумента X , называется:

- а) функцией принадлежности;
- б) лингвистической переменной;
- в) расплывчатым множеством;
- г) рангом;
- д) символом Кронекера

\$\$\$ 144 Свойство явлений, при котором не выполняется отношение эквивалентности: явление одновременно может принадлежать данному классу и не принадлежать ему:

- а) расплывчатость;
- б) системность;
- в) алгоритмичность;
- г) случайность;
- д) неопределенность

\$\$\$ 145 Какой из шкал характерно эквивалентное преобразование «растяжение $Y=ax$, $a > 0$ »:

- а) номинальная;
- б) порядковая;
- в) интервальная;
- г) циклическая;
- д) шкала отношений

\$\$\$ 146 Какая из шкал обладает следующей особенностью: отношение двух наблюдаемых значений измеряемой величины не зависит от того, в какой из этих шкал произведены измерения $x_1/x_2=y_1/y_2$:

- а) шкала отношений;
- б) номинальная;
- в) интервальная;
- г) порядковая;
- д) циклическая

\$\$\$ 147 Модифицированные порядковые шкалы. Неверное исключить:

- а) шкала твердости по Моосу;
- б) шкала силы ветра по Бофорта;
- в) шкала магнитуд землетрясений по Рихтеру;
- г) балльные шкалы оценки знаний учащихся;
- д) шкала регистрационных номеров автомобилей (!)

\$\$\$ 148 Вид неопределенности, подчиняющийся строгой закономерности, которая выражается распределением вероятности:

- а) случайность;
- б) вероятность;
- в) расплывчатость;
- г) алгоритмичность;
- д) системность

\$\$\$ 149 Расплывчатое множество A в X определяется как:

- а) $A = \{x, \mu_A(X)\}, x \in X$;
- б) $[x \in S(A) \subseteq X] \Leftrightarrow [\mu_A(X) > 0]$;
- в) $(A=B) \Leftrightarrow (\mu_A(X) = \mu_B(X)) \forall \tilde{\alpha} \in \tilde{O}$;
- г) $A \cup B \Leftrightarrow \mu_{A \cup B}(X) = \max[\mu_A(X), \mu_B(X)], x \in X$;
- д) $\mu_{AB}(X) = \mu_A(X) * \mu_B(X), x \in X$

\$\$\$ 150 К какой шкале можно отнести шкалу Цельсия и Фаренгейта:

- а) шкала интервалов;
- б) шкала отношений;
- в) порядковая шкала;
- г) номинальная шкала;
- д) циклическая шкала

\$\$\$ 151 Дайте первое определение системы

- а) система есть потребность
- б) система есть средство достижения цели
- в) система есть результат
- г) система есть совокупность взаимосвязанных элементов, обособленных от среды и взаимодействующая с ней как целое
- д) нет правильного ответа

\$\$\$ 152 Дайте второе определение системы

- а) система есть потребность
- б) система есть средство достижения цели
- в) система есть результат
- г) система есть совокупность взаимосвязанных элементов, обособленных от среды и взаимодействующая с ней как целое
- д) нет правильного ответа

\$\$\$ 153 Какая из нижеперечисленных моделей определяет 2 важнейших свойства системы: целостность и обособленность от среды?

- а) “черного ящика”
- б) “прозрачного ящика”
- в) состава системы
- г) структуры системы
- д) модель не определяет свойства системы

\$\$\$ 154 Связи в виде “входов” и “выходов” соответствуют модели

- а) “черного ящика”
- б) “прозрачного ящика”
- в) состава системы
- г) структуры системы
- д) ни одной из вышеперечисленных

\$\$\$ 155 От чего зависит количество “входов” и “выходов” модели “черного ящика” для данной системы?

- а) от целевого назначения модели
- б) от целевого назначения системы
- в) от структуры системы
- г) от состава системы
- д) не зависит вообще

\$\$\$ 156 “Входами” системы “легковой автомобиль” могут являться (неверное исключить)

- а) руль
- б) педали сцепления
- в) двери салона
- г) развиваемая автомобилем скорость
- д) рычаг переключения коробки передач

\$\$\$ 157 “Выходами” системы “наручные часы ” могут являться (неверное исключить)

- а) показание времени в произвольный момент
- б) удобство ношения часов
- в) удовлетворение требований санитарии
- г) циферблат
- д) пылевлагонепроницаемость

\$\$\$ 158 Понятие подсистем соответствует модели:

- а) “черного ящика”
- б) “прозрачного ящика”
- в) состава системы
- г) структуры системы
- д) на одной из выше перечисленных

\$\$\$ 159 Дайте определение термину “подсистема” :

- а) часть системы, которая рассматривается как неделимое
- б) часть системы, состоящая более чем из двух элементов
- в) часть системы, состоящая более чем из одного элемента
- г) часть системы, состоящая из подподсистемы
- д) нет правильного ответа

\$\$\$ 160 Какими признаками должна обладать часть системы, чтобы ее можно было считать элементом:

- а) целостностью
- б) неделимостью
- в) наличием подсистем
- г) наличием подподсистем
- д) нет правильного ответа

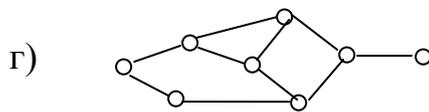
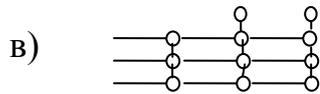
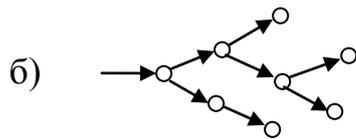
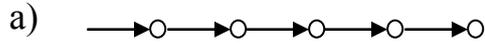
\$\$\$ 161 Укажите два типа динамики системы:

- а) цель и результат
- б) цель и функционирование
- в) функционирование и развитие
- г) функционирование и результат
- д) ни одного из перечисленных

\$\$\$ 162 Дайте определение “развития”:

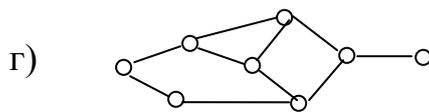
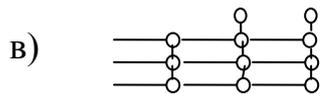
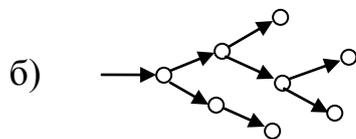
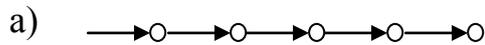
- а) процессы, происходящие в системе
- б) то, что происходит с системой при изменении ее целей
- в) подробное описание происходящего или планируемого процесса
- г) существующая структура переставшая соответствовать новой цели
- д) типы динамических моделей

\$\$\$ 163 Укажите граф, соответствующий линейной структуре:



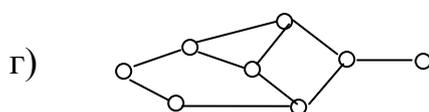
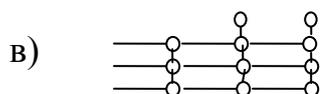
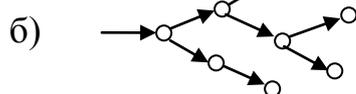
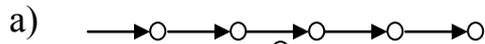
д) нет правильного ответа

\$\$\$ 164 Укажите граф, соответствующий древовидной структуре:



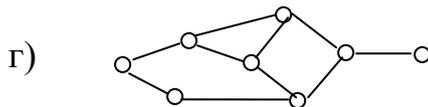
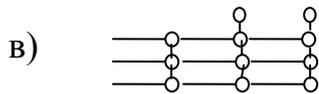
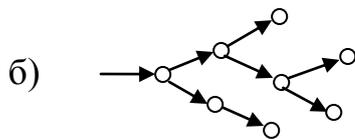
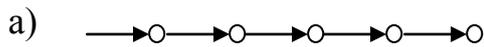
д) нет правильного ответа

\$\$\$ 165 Укажите граф, соответствующий матричной структуре:



д) нет правильного ответа

\$\$\$ 166 Укажите граф, соответствующий сетевой структуре:



д) нет правильного ответа

\$\$\$ 167 Тип моделей, описывающий системы, в которых происходят какие бы ни было изменения:

- а) статистический
- б) динамический
- в) полная модель
- г) формальная модель
- д) содержательная модель

\$\$\$ 168 Что называется “отображением выхода”:

- а) явная зависимость, введенная для учета возможности изменения зависимости выхода от состояния с течением времени
- б) задание множеств входов состояний и выходов и связей между ними
- в) параметрическое семейство отображений
- г) характеристика системы
- д) свойства, которые со временем не изменяются

\$\$\$ 169 Укажите связь между понятиями “отношение” и “свойство”:

- а) в свойстве участвует не менее двух объектов, а отношение – некий атрибут одного объекта
- б) в отношении, участвует не менее двух объектов, а свойство – некий атрибут одного объекта
- в) в отношении участвует не менее одного объекта, а отношение – некий атрибут одного объекта
- г) в свойстве участвует не менее одного объекта, а отношение – некий атрибут одного объекта
- д) нет правильного ответа

\$\$\$ 170 Что такое “граф”:

- а) модель системы
- б) подсистема
- в) система

г) схема, в которой обозначается только наличие элементов и связей между ними

д) элемент системы

\$\$\$ 171 Что такое системный анализ?

а) искусство

б) наука

в) технологическое ремесло

г) мышление, направленное на управление системой

д) методология решения сложных проблем

\$\$\$ 172 Что такое агрегирование?

а) операция образования агрегата

б) преобразование многомерной модели в модель меньшей размерности

в) реконструкция модели

г) детализация объекта

д) параллельная операция декомпозиции

\$\$\$ 173 Что такое формирование проблемы?

а) постановка формальной задачи

б) определение основной цели

в) структурирование системы

г) сопоставление существующих задач

д) установление основной задачи в существующей системе

\$\$\$ 174 Что такое алгоритмизация?

а) совершенствование деятельности

б) установленное описание технологии

в) «язык» процесса

г) последовательность

д) искусство постановки осуществления определенных действий

\$\$\$ 175 Что такое синектика?

а) генерирование альтернатив

б) метод коллективного системного анализа

в) наука, исследующая знаки и знаковые системы

г) мысленное или реальное соединение частей в единое целое

д) мера неопределенности случайного объекта

\$\$\$ 176 Исключите одно определение, которое не подходит к определению понятия «критерий»?

а) средство для вынесения суждения

б) стандарт для сравнения

в) правило для оценки

г) мера степени близости к цели

д) набор различных языков описания изучаемой системы

\$\$\$ 177 Определите основной этап системного исследования реальной проблемы ...

- а) выявление и формирование целей
- б) определение критериев
- в) определение интересов
- г) определение проблематики
- д) определение ресурсов

\$\$\$ 178 Что такое деловая игра?

- а) имитационное моделирование реальных ситуаций
- б) имитационное моделирование не реальных ситуаций
- в) образное составление перечня возможных вариантов решения проблем
- г) все сотрудники организации меняются ролями (должностями) для максимальной результативности решения проблем
- д) коллективная оценка существующих задач

\$\$\$ 179 Какие системы считаются наиболее сложными при исследовании системным анализом?

- а) социальные
- б) природные
- в) технические
- г) технологические

\$\$\$ 180 Назовите способ упрощения сложного?

- а) декомпозиция
- б) агрегирование
- в) системный подход
- г) детализация
- д) дефрагментация

Тесты

\$\$\$ 181 К системам с комбинированным управлением относятся:

- а) автоматические;
- б) параметрическая адаптация;
- в) самоорганизованные;
- г) управление по параметру;
- д) управление по структуре.

\$\$\$ 182 “Достижение цели для другой системы” – называется управление:

- а) по параметру;
- б) без обратной связи;
- в) по структуре;
- г) регулирование;
- д) нет правильного ответа.

\$\$\$ 183 Система без обратной связи, регулирование, управление по параметру, управление по структуре относятся к подсистемам:

- а) самоуправляемые;

- б) с комбинированным управлением;
- в) черный ящик;
- г) управление извне;
- д) нет правильного ответа.

\$\$\$ 184 Классификация систем по типу операторов подразделяются:

- а) с качественными, количественными, со смешанными переменными;
- б) черный ящик, непараметризованный класс, параметризованный класс, белый ящик;
- в) искусственные, смешанные, естественные;
- г) управляемые извне, самоуправляемые, с комбинированным управлением;
- д) нет правильного ответа.

\$\$\$185 Классификация систем по способам управления включает в себя:

- а) системы с качественными переменными, с количественными переменными, со смешанным описанием переменных;
- б) системы управляемые извне, самоуправляемые, с комбинированным управлением;
- в) системы черный ящик, непараметризованный класс, параметризованный класс, белый ящик;
- г) системы управляемые извне, самоуправляемые, белый ящик;
- д) системы с качественными переменными, самоуправляемые, белый ящик.

\$\$\$ 186 Концепция, которая характеризует сложность через меру различимости распределений вероятностей, называется:

- а) алгоритмическая концепция;
- б) вычислительная концепция;
- в) статистическая концепция;
- г) теоретико-информационная концепция;
- д) теоретико-множественная концепция.

\$\$\$187 Концепция, которая связывает сложность системы с ее энтропией называется:

- а) алгоритмическая концепция;
- б) вычислительная концепция;
- в) статистическая концепция;
- г) теоретико-информационная концепция;
- д) теоретико-множественная концепция.

\$\$\$ 188 Концепция, которая определяет сложность, как длину алгоритма воссоздания системы называется:

- а) алгоритмическая концепция;
- б) вычислительная концепция;
- в) статистическая концепция;

- г) теоретико-информационная концепция;
- д) теоретико-множественная концепция.

\$\$\$ 189 Концепция, которая отождествляет сложность системы с числом ее элементов:

- а) алгоритмическая концепция;
- б) вычислительная концепция;
- в) статистическая концепция;
- г) теоретико-информационная концепция;
- д) теоретико-множественная концепция.

\$\$\$ 190 Концепция, которая “привязывает” алгоритмическую сложность с средством вычислений:

- а) алгоритмическая концепция;
- б) вычислительная концепция;
- в) статистическая концепция;
- г) теоретико-информационная концепция;
- д) теоретико-множественная концепция.

\$\$\$ 191 Что такое модель? Неверное исключить.

- а) некое вспомогательное средство, объект, который в определенной ситуации заменял другой объект;
- б) модель – есть способ существования знаний;
- в) модель – есть специальная система;
- г) это результат отображения одной абстрактной математической структуры на другую, также абстрактные;
- д) это способность ориентироваться в незнакомых условиях и находить решения слабо формализованных задач.

\$\$\$ 192 Модели делятся на:

- а) познавательные и практические;
- б) практические;
- в) прагматические и познавательные;
- г) познавательные и теоретические;
- д) прагматические и практические.

\$\$\$ 193 Модель есть отображение чего?

- а) целевое;
- б) не целевое;
- в) системное;
- г) под системное;
- д) деятельностьное.

\$\$\$ 194 В зависимости от применяемых типов материалов (материальные и средства сознания) все модели подразделяются:

- а) материальные и абстрактные;

- б) статические и динамические;
- в) прагматические и познавательные;
- г) статические и материальные;
- д) динамические и абстрактные.

\$\$\$ 195 Познавательная модель это - ...

- а) средство управления, организаций практических действий;
- б) модель, построенная из реальных объектов;
- в) модель, в которой отсутствует временной параметр;
- г) форма организаций и представления знаний;
- д) модель, построенная средствами мышления.

\$\$\$ 196 Прагматическая модель это - ...

- а) модель, построенная средством мышления;
- б) средство управления, организаций практических действий;
- в) модель, в которой отсутствует временной параметр;
- г) модель, построенная из реальных объектов;
- д) форма организаций и представления знаний.

\$\$\$ 197 Модель есть отображение, какими средствами?

- а) средствами измерения;
- б) средствами самого сознания и окружающего материального мира;
- в) материальными средствами;
- г) средствами самообразования;
- д) средствами окружающего мира.

\$\$\$ 198 Отметить правильное. Познавательные модели являются...

- а) средством управления;
- б) средством организаций практических действий;
- в) способом представления образцово правильных действий или их результата;
- г) рабочим представлением целей;
- д) формой организации и представлением знаний, средством соединения новых знаний с имеющимися.

\$\$\$ 199 Неверное исключить. Прагматические модели являются...

- а) способом представления образцово правильных действий или их результата;
- б) рабочим представлением целей;
- в) средством управления;
- г) формой организации и представления знаний, средством соединения новых знаний с имеющимися;
- д) средством организации практических действий.

\$\$\$ 200 Причина упрощенности модели?

- а) конечность модели и ограниченность средств оперирования с моделью;

- б) конечность модели и неограниченность средств оперирования с моделью;
- в) бесконечность модели;
- г) ресурсы моделирования бесконечны;
- д) неограниченность средств оперирования с моделью.

№ 1 Критерии оптимальности, связанные с ошибкой в оценке самой модели относятся к:

- а) 2 группе
- б) 1 группе
- с) 3 группе
- д) 4 группе
- е) 5 группе

№ 2 Какого порядка (итерации) приведен ранг «могущества» и какую вершину графа показывает величина F_{32}

- а) 3и2
- б) (3+2) и 2
- с) 2 и (3 + 2)
- д) 2 и 3
- е) 2 и (3 - 2)

№ 3 Гипотеза о независимости и случайности измерений и приборов принимается, если определим:

- а) τ_H
- б) C_2, τ_H
- с) S_2, C_2
- д) $\tau_H < \tau_k$
- е) $\tau_H > \tau_k$

№ 4 Величина y_0 является:

- а) Координатой середины нулевого интервала
- б) Координатой середины последнего интервала
- с) Координатой середины первого интервала
- д) Координатой середины начала отсчета
- е) Координатой середины среднего интервала

№ 5 Зависимость $S_0^2 = \frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m (\bar{Y}_{ij} - \mu)^2$ определяет величины:

- а) ξ_{ij}
- б) γ_i и ξ_{ij}
- с) μ и ξ_{ij}
- д) μ, γ_i и ξ_{ij}
- е) μ и γ_i

№ 6 Величину P называют доверительной вероятностью, равную:

- a) 0
- b) 1
- c) $(1+\alpha)$
- d) $(1-\alpha)$
- e) -1

№ 7 Для одностороннего ограничения параметра оптимизации справедливо выражение

- a) $d_j = \exp[\exp(-y_j')]$
- b) $d_j = \exp[-\exp(y_j')]$
- c) $d_j = -\exp[\exp(-y_j')]$
- d) $d_j = \exp[-\exp(-y_j')]$
- e) $d_j = [\exp(-y_j')]$

№ 8 Обобщенный показатель функции желательности при одностороннем ограничении параметров оптимизации:

- a) $d_0 = d_j [(y_j - y_{j0}) / y_{j0}]^2$
- b) $d_0 = \sum_{j=1}^q d_j [(y_j + y_{j0}) y_{j0}]^2$
- * c) $d_0 = \sum_{j=1}^q d_j [(y_j - y_{j0}) y_{j0}]^2$
- d) $d_0 = \sum_{j=1}^q [(y_j - y_{j0}) y_{j0}]^2$
- e) $d_0 = [(y_j - y_{j0}) y_{j0}]^2$

№ 9 Если минимизируется максимальное значение дисперсии оценок коэффициентов регрессии, то называют оптимальным план (критерий):

- a) G
- b) Q
- c) E
- d) A
- e) D

№ 10 Критерии оптимальности, связанные с трудоемкостью обработки результатов эксперимента, относятся к:

- a) 2 группе
- b) 1 группе
- c) 3 группе
- d) 4 группе
- e) 5 группе

№ 11 Величина χ^2 является критерием:

- a) Кохрена
- b) Пирсона
- c) Стьюдента
- d) Величины V
- e) Фишера

№ 12 Зависимость $S^2(X) = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n m_B (\bar{Y}_i - \mu)^2$ определяет величины:

- a) μ
- b) γ_i и μ
- c) γ_i
- d) μ и ξ_{ij}
- e) γ_i и ξ_{ij}

№ 13 Если суммы дисперсий оценок коэффициентов регрессии минимальна, то называют оптимальным план (критерий):

- a) G
- b) Q
- c) E
- d) A
- e) D

№ 14 Первое измерение y_i принимают за истинное Y_i при погрешности измерения:

- a) $< (0,01 \div 0,02) y_1$
- b) $= (0,01 \div 0,02) y_1$
- c) $> (0,01 \div 0,02) y_1$
- d) $\gg (0,01 + 0,02) y_1$
- e) $\geq (0,01 + 0,02) y_1$

№ 15 Критерий ортогональности относится к:

- a) 2 группе
- b) 1 группе
- c) 3 группе
- d) 4 группе
- e) 5 группе

№ 16 Отклик является случайной величиной, а размах ошибки измерения мал по сравнению с полем рассеяния значений отклика, то определяют при $m < 15$:

- a) Интервальную оценку отклика
- b) Точечную оценку дисперсии
- c) Оценку стационарного отклонения по размаху

- d) Интервальную оценку отклика и стандартного отклонения по размаху
- e) Интервальную оценку отклика и точечную оценку дисперсии

№ 17 Показатель n определяют из:

- a) $n = [\ln(1/d_n)] / \ln |y_n'|$
- b) $n = [\ln(1/d_n)] / \ln y_n'$
- c) $n = [\ln(1/d_n)] / \ln |y_n|$
- d) $n = [\ln \ln(1/d_n)] / \ln |y_n|$
- e) $n = [\ln \ln(1/d_n)] / \ln |y_n'|$

№ 18 Для выявления значимости связи между значениями различных случайных величин предназначен:

- a) Дисперсионный анализ
- b) Регрессионный и корреляционный анализы
- c) Регрессионный анализ
- d) Корреляционный анализ
- e) Дисперсионный и корреляционный анализы

№ 19 Вершина графа считается наиболее влиятельной:

- a) В которую входит наименьшее число ребер
- b) Из которой выходит наименьшее число ребер
- c) В которую входит равное число ребер
- d) Из которой выходит наибольшее число ребер
- e) В которую входит и из которой выходит равное число ребер

№ 20 При определении интегральной оценки для стандартного отклонения σ при $m > 15$ применяют:

- a) Критерий d_m
- b) Критерий q
- c) Критерий q и χ^2
- d) Критерий χ^2
- e) Критерий dm и χ^2

№ 21 При нормализации факторов постоянный шаг изменения натурального ряда j - фактор обозначается:

- a) x_{ij}
- b) χ_{ij}
- c) $\Delta\chi_{ij}$
- d) $\bar{\chi}_j$
- e) r

№ 22 Оценка определения Y с помощью корреляционных уравнений осуществляется:

- a) По дисперсии воспроизводимости S_B^2
- b) По остаточной дисперсии S_0
- c) По S_B^2 и S_0^2
- d) По оценке математического ожидания \bar{Y}
- e) По оценке математического ожидания \bar{X} и \bar{Y}

№ 23 Критерий G определяется по формуле:

- a) $G_H = S_{i \max} / \sum_{i=1}^n S_i$
- b) $G_H = S_{i \max}^2 / \sum_{i=1}^n S_i$
- c) $G_H = S_{i \max} / \sum_{i=1}^n S_i^2$
- d) $G_H = S_{i \max}^2 / \sum_{i=1}^n S_i^2$
- e) $G_H = \sum_{i=1}^n S_i^2 / S_{i \max}^2$

№ 24 Насыщенные планы для двух уровневых факторов строят методом:

- a) Линка и Уоллеса
- b) Плакета
- c) Кендела
- d) Бермана
- e) Плакета и Бермана

№ 25 Основным числовыми характеристиками непрерывной случайной величины являются:

- a) $M[\chi]$, M_0
- b) $M[\chi]$, M_e
- c) $M[\chi]$, M_0 , M_e
- d) $M[\chi]$, M_0 , M_e , $D[\chi]$, σ_i
- e) $M[\chi]$, M_0 , M_e , $D[\chi]$

№ 26 Полный факторный план для двухуровневых факторов определяется при числе факторов, равным 5, величиной:

- a) 32
- b) 23
- c) (2+3)
- d) (2 · 3)

е) (3+3)

№ 27 Для выявления степени влияния контролируемых X и Y предназначен:

- a) Регрессионный анализ
- b) Корреляционный анализ
- c) Дисперсионный анализ
- d) Дисперсионный и регрессионный анализы
- e) Регрессионный и корреляционный анализы

№ 28 Принцип рандомизации предполагает:

- a) Упорядоченную реализацию опытов
- b) Упорядоченный выбор анализируемых элементов
- c) Любой порядок реализации опытов
- d) Случайный порядок реализации опытов
- e) Случайный выбор анализируемых элементов и порядок реализации

№ 29 Исправленная выборочная дисперсия, равная

$S^2 = \frac{1}{m-1} \sum_{i=1}^m (X_i - \bar{X})^2$ является:

- a) Несмещенной
- b) Несмещенной, состоятельной, но не эффективной
- c) Несмещенной, несостоятельной и неэффективной;
- d) Несостоятельной и неэффективной
- e) Смещенной

№ 30 Гипотеза о равенстве $\bar{M}(y)$ заданному значению принимается, если определим:

- a) \bar{Y}
- b) S^2, \bar{Y}
- c) t_H, S^2, \bar{Y}
- d) y, S^2, t_H, t_K
- e) $t_H < t_K$

№ 31 Критерии оптимальности, связанные с точностью оценок коэффициентов регрессии, относятся к:

- a) 2 группе
- b) 3 группе
- c) 4 группе
- d) 1 группе
- e) 5 группе

№ 32 При дисперсионном анализе величину F_H определяют по формуле

- a) $F_H = S^2(X) \cdot S_B^2$

- b) $F_H = S_B^2(X)/S^2$
- c) $F_H = S^2(X)+S_B^2$
- d) $F_H = S^2(X)/S_B^2$
- e) $F_H = S^2(X)-S_B^2$

№ 33 Проверка значимости коэффициентов регрессии осуществляется:

- a) Критерием Кохрена и Стьюдента
- b) Критерием Фишера и Кохрена
- c) Критерием Стьюдента и Фишера
- d) Критерием Стьюдента
- e) Критерием Фишера

№ 34 При дисперсионном анализе, если $F_H > F_x$ то влияние X на Y

- a) Существенно
- b) Нет влияния
- c) Несущественно
- d) Равномерное
- e) Отсутствует связь

№ 35 Сопоставление S_B^2 и S_o^2 при регрессионном анализе осуществляется по:

- a) Критерию Фишера
- b) Критерию Стьюдента
- c) Критерию Кохрена
- d) Критерию Фишера и Кохрена
- e) Критерию Стьюдента и Кохрена

№ 36 Для установления вида и параметров зависимости $M(Y)$ от уровня одного или нескольких X предназначен:

- a) Дисперсионный анализ
- b) Регрессионный анализ
- c) Корреляционный анализ
- d) Регрессионный и корреляционный анализы
- e) Дисперсионный и корреляционный анализы

№ 37 Определение оценки отклика, осуществляют при $m > 30$

- a) Значение отклика при группировании по интервалам одинаковой длины
- b) Наблюдаемую дисперсию при группировании интервалов одинаковой длины
- c) Стандартное значение по размаху
- d) Значение отклика и наблюдаемую дисперсию при группировании интервалов одинаковой длины
- e) Истинное значение по размаху

№ 38 Дисперсия изменчивости $S^2(x_2)$ под влиянием

- a) x_2
- b) x_1 на x_2
- c) x_1
- d) x_2 и x_1
- e) Нет связи

№ 39 Одним из методов уменьшения числа параметров оптимизации является:

- a) Дисперсионный анализ
- b) Регрессионный анализ
- c) Корреляционный анализ
- d) Дисперсионный и регрессионный анализы
- e) Корреляционный и регрессионный анализы

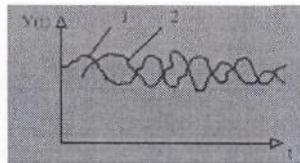
№ 40 Дисперсия изменчивости $S^2(X_1X_2)$ под влиянием:

- a) x_1
- b) x_2
- c) x_1 и x_2
- d) $x_2 \gg x_1$
- e) Нет связи

№ 41 Величина $t(P, m)$ является критерием:

- a) Фишера
- b) Пирсона
- c) Кохрена
- d) Стьюдента
- e) Величины V

№ 42 На рисунке показан:



- a) Временной ряд
- b) Стационарная случайная функция
- c) Стационарная неслучайная функция
- d) Нестационарная случайная функция
- e) Нестационарная неслучайная функция

№ 43 Оценкой коэффициента корреляции ρ является:

- a) Само значение величины ρ
- b) Значения η^2_T и γ
- c) Значения ρ и γ
- d) Значение γ
- e) Значения η^2_T и ρ

№ 44 Критерии G и Q относятся к:

- a) 2 группе
- b) 7 группе
- c) 3 группе
- d) 4 группе
- e) 5 группе

№45 Отклик является неслучайной величиной и погрешностью измерение нельзя пренебречь, то определяют:

- a) Точечную оценку истинного значения отклика
- b) Точечную и интервальную оценку отклика
- c) Точечную и интервальную оценку значения отклика и точечную оценку стандартного отклонения
- d) Точечную оценку значения отклика и стандартного отклонения
- e) Точечную оценку стандартного отклонения

№ 46 Для стационарных временных рядов оценкой $D[Y(t)]$ будет

- a) \bar{Y}
- b) $K(\tau)$
- c) S^2
- d) $\bar{Y}, K(\tau)$
- e) $K(\tau), S^2$

№ 47 При линейной зависимости между x и y имеем:

- a) $(\eta_{\tau}^2 - \rho^2)$
- b) $(\rho^2 - \eta_{\tau}^2)$
- c) $\eta_{\tau}^2 \geq \rho^2$
- d) $\eta_{\tau}^2 = \rho^2$
- e) $\eta_{\tau}^2 \leq \rho^2$

№ 48 Если определитель информационной матрицы минимальный (при этом минимизируется обобщенная оценка коэффициентов регрессии), то называют оптимальным план (критерий):

- a) G
- b) Q
- c) E
- d) A
- e) D

№ 49 Коэффициент ранговой корреляции r_s меняется:

- a) От 0 до (+1)
- b) От 0 до (-1)
- c) От (-1) до (+1)
- d) 0
- e) +1

№ 50 Графы применяются при выявлении связи между параметрами оптимизации

- a) Нелинейной
- b) В любом случае
- c) Линейной
- d) Линейной и переменной
- e) При полиноме 2-го порядка

№ 51 Сила линейной статистической связи между X и Y оценивается:

- a) Корреляционным отношением η^2_T
- b) Коэффициентом корреляции ρ
- c) Значением коэффициента r
- d) Значениями η^2_T и ρ
- e) Значениями ρ и r

№ 52 Проверка наличия согласованности при ранжировании факторов осуществляется с помощью коэффициента:

- a) Кохрена — G
- b) Фишера — F
- c) Стьюдента — t
- d) Кендела — W
- e) Спирмена — r_s

№ 53 При выборе отклика должно учитываться:

- a) Однозначность в статистическом смысле
- b) Эффективность в статистическом смысле
- c) Возможность оценки через оценки-ранги
- d) Однозначность, эффективность и оценка через ранги
- e) Однозначность, оценки-ранги

№ 54 Для стационарных случайных процессов и временных рядов справедливо:

- a) $M[Y(t)] = \text{const}$
- b) $M[Y(t)] \neq \text{const}, D[Y(t)] = \text{const}$
- c) $M[Y(t)] = \text{const}, D[Y(t)] \neq \text{const}$,
- d) $M[Y(t)] = \text{const}, D[Y(t)] = \text{const}$
- e) $D[Y(t)] = \text{const}$

№ 55 Проверка значимости выборочного коэффициента корреляции r производится:

- a) Коэффициентом Фишера
- b) Коэффициентом Пирсона
- c) Коэффициентом Кохрена
- d) Коэффициентом Стьюдента
- e) Коэффициентами Стьюдента и Фишера

№ 56 Если число значимых эффектов (факторов) совсем мало и ошибкой опыта можно пренебречь, то используют.

- a) Метод случайного баланса
- b) Метод последовательного отсеивания
- c) Метод насыщенных планов
- d) Метод априорного ранжирования факторов
- e) Критериальные математические модели

№ 57 Точечной оценкой $M(X)$ случайной величины является:

- a) \bar{X}
- b) σ
- c) $D(X)$
- d) $D(X), \bar{X}$
- e) \bar{X}, σ

№ 58 При проверке статистической гипотезы о равенстве математического ожидания генеральной совокупности значению μ_0 , то H_0 имеет выражение

- a) $H_0: M(Y) \neq \mu_0$
- b) $H_0: M(Y) = \mu_0$
- c) $H_0 + M(Y) = \mu_0$
- d) $H_0: M(Y) = \mu_0$
- e) $H_0 \pm M(Y) = \mu_0$

№ 59 Какого признака зафиксировано значение при определении частного коэффициента корреляции $\rho_{2,3,1}$

- a) Признака X_2
- b) Признака X_3
- c) Признаков X_2 и X_3
- d) Признаков X_1, X_2, X_3
- e) Признака X_1

№ 60 Свойство плана, позволяющее разделить эксперимент на несколько этапов с переходом от простых моделей к более сложным называют:

- a) Рентабельностью
- b) Оптимальным
- c) Принципом рандомизации
- d) Свойством композиционности
- e) Критерием равномерности

№ 61 Проверке адекватности первоначальной и переформированной таблиц, результатов при априорном ранжировании факторов осуществляется по коэффициенту:

- a) Кендела -W

- b) Стьюдента - t
- c) Спирмена - r_s
- d) Фишера - F
- e) Кохрена - G

№ 62 Для выявления наиболее могущественной вершины графа составляют:

- a) Дисперсионную таблицу
- b) Регрессионную таблицу и граф
- c) Дисперсионную и регрессионную таблицы
- d) Дисперсионную и корреляционную таблицы
- e) Корреляционную таблицу

№ 63 При дисперсионном анализе, если $F_H < F_K$ то влияние X на Y :

- a) Существенно
- b) Нет влияния
- c) Несущественное
- d) Равномерное
- e) Отсутствует связь

№ 64 План эксперимента - совокупность данных, определяющих:

- a) Условие реализации опытов
- b) Условие, порядок и число реализации опытов
- c) Число и условие реализации опытов
- d) Число реализации опытов
- e) Число и порядок реализации опытов

№ 65 Ранжировки факторов полностью противоположны, если:

- a) $t = \pm l$
- b) $F = +1$
- c) $G = 1$
- d) $r_s = + 1$
- e) $r_s = - 1$

№ 66 Для двух стороннего ограничения параметра оптимизаций справедливо выражение:

- a) $d_i = \exp[(y_i')^n]$
- b) $d_i = \exp[(-y_i')^n]$
- c) $d_j = \exp[(|y_j|)^n]$
- d) $d_i = \exp[(|y_i|)]$
- e) $d_i = \exp[-(|y_i'|)^n]$

№ 67 При двухфакторном анализе результаты измерения представляют модель:

- a) $Y_{ijv} = \mu + \gamma_{iv} + \xi_{ijv}$
- b) $Y_{ijv} = \mu + \gamma_{iv} + v_{ijv}$

- c) $Y_{ijv} = \mu + \gamma_{iv} + g_{ijv} + \xi_{ijv}$
 d) $Y_{ijv} = \mu + \gamma_{iv} + g_{ijv} + \xi_{ijv} + v_{ijv}$
 e) $Y_{ijv} = \mu + \xi_{ijv} + v_{ijv}$

№ 68 В группу контролируемых факторов входит:

- a) Группа постоянных или случайно изменяющихся в ходе исследования факторов, значение которых известны
 b) Группа управляемых факторов
 c) Группа постоянных или случайно изменяющихся и управляемых факторов
 d) Группа управляемых и неконтролируемых факторов
 e) Группа постоянных и неконтролируемых факторов

№ 69 Критерии оптимальности плана эксперимента можно разбить на:

- a) 2 группы
 b) 3 группы
 c) 5 групп
 d) 4 группы
 e) не надо разбивать

№ 70 Обобщенный показатель функции желательности при двухстороннем ограничении параметров оптимизации:

a) $d_c = \sum_{j=1}^q a_j \left(\frac{2y_j - y_{j\max} - y_{j\min}}{y_{j\max} - y_{j\min}} \right)$
 b) $d_c = \frac{1}{q} a_j \left(\frac{2y_j - y_{j\max} - y_{j\min}}{y_{j\max} - y_{j\min}} \right)$
 c) $d_c = a_j \frac{1}{q_j} \left(\frac{2y_j - y_{j\max} - y_{j\min}}{y_{j\max} - y_{j\min}} \right)$
 d) $d_c = \frac{1}{q} \sum_{j=1}^q a_j \left(\frac{2y_j - y_{j\max} - y_{j\min}}{y_{j\max} - y_{j\min}} \right)$
 e) $d_c = \frac{1}{q} \sum_{j=1}^q a_j \left(\frac{y_j - y_{j\max} - y_{j\min}}{y_{j\max} - y_{j\min}} \right)$

№ 71 Проверка линейности связи между X и Y в корреляционном уравнении осуществляется при помощи:

- a) Выборочного коэффициента корреляции r
 b) Корреляционного отношения η_T
 c) Критерия линейности и критерия Фишера
 d) Критерия Стьюдента и критерия линейности

е) Критерия линейности

№ 72 При несимметричной нормализации факторов имеем значения при $k=7$:

- a) -3,-2,-1, 0, 1,2,3
- b) 3, 2, 1, 0, -1, -2, -3
- c) 1, 2,3,4...7
- d) 7,6,5...1
- e) -3, 3, -2, 2, -1, 1, 0

№ 73 Метод насыщенных планов применяют, если имеет место только:

- a) Полином 2-го порядка и линейные зависимости
- b) Полином 3-го порядка
- c) Полином n -го порядка
- d) Линейные зависимости (эффекты)
- e) Полином 5-го порядка.

№ 74 Обобщенной характеристикой измерительных приборов является:

- a) Статистическая погрешность
- b) Класс точности прибора
- c) Динамическая погрешность
- d) Мультипликативная погрешность
- e) Аддитивная погрешность

№ 75 Если число значимо влияющих факторов и их парных взаимодействий значительно меньше, чем число коэффициентов регрессий, то используется:

- a) Метод априорного ранжирования факторов
- b) Критериальные математические модели
- c) Метод случайного баланса
- d) Метод насыщенных планов
- e) Метод последовательного отсеивания

№ 76 Выборочная оценка должна обладать свойствами:

- a) Несмещенности
- b) Эффективности
- c) Состоятельности
- d) Несмещенности, состоятельности
- e) Эффективности, состоятельности, несмещенности

№ 77 От какого фактора возможны причины эффекта, указанные в таблице анализа

Y	Выделяющий блок Y_2
Y_2	$X_1X_3X_5$

Y_6	$X_8X_5X_4$
Y_9	$X_6X_5X_7$
Y_{12}	$X_2X_5X_9$

- a) X_1
- b) X_6
- c) X_3 и X_5
- d) X_5
- e) X_5 и X_6

№ 78 Обобщенная функция желательности d_0 определяется:

- a) $d_0 = d_1 \cdot d_2 \cdot \dots \cdot d_q$
- b) $d_0 = \sqrt[q]{d_1 \cdot d_2 \cdot \dots \cdot d_q}$
- c) $d_0 = \sqrt{d_1 / d_2 / \dots / d_q}$
- d) $d_0 = d_1 \cdot d_q$
- e) $d_0 = \sqrt{d_1 \cdot d_2 \cdot \dots \cdot d_q}$

№ 79 При определении интервальной, оценки стандартного отклонения σ при

$m < 15$ применяют:

- a) Критерий d_m
- b) Критерий q
- c) Критерий χ^2
- d) Критерий d_m и q
- e) Критерий d_m и χ^2

№ 80 Зависимость $S_B^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n S_{Bi}^2$ определяет влияние величины:

- a) γ_i и ξ_{ij}
- b) μ и γ_i
- c) μ и ξ_{ij}
- d) ξ_{ij}
- e) μ

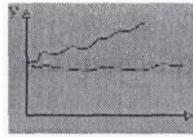
№ 81 Что дают статистические методы планирования эксперимента?

- a) Оптимальный способ организовать эксперимент
- b) Способ обработки экспериментальных данных
- c) Оптимальный способ организовать эксперимент и способ обработки данных эксперимента
- d) Общую картину и планирование эксперимента
- e) Не дают информации

№ 82 Характеристикой нелинейной корреляционной связи является:

- a) Значение коэффициента r
- b) Коэффициент корреляции ρ
- c) Корреляционное отношение η_T^2
- d) Значения r и η_T^2

№ 83 На рисунке показана



- a) Стационарная случайная функция
- b) Стационарная неслучайная функция
- c) Нестационарная неслучайная функция
- d) Нестационарная закономерно изменяющаяся функция
- e) Нестационарная случайная функция

№ 84 Ранжировка факторов полностью совпадает, если коэффициент ранговой корреляции:

- a) $t=1$
- b) $F=1$
- c) $W=1$
- d) $r_s = l$
- e) $r_s > 1$

№ 85 Эксперимент проводится:

- a) Только на физической модели
- b) На лабораторной установке
- c) На физической модели, лабораторной установке и промышленном оборудовании
- d) На промышленном оборудовании
- e) На физической модели и лабораторной установке

№ 86 Корреляционное отношение η_T^2 связано с коэффициентом корреляции соотношением:

- a) $0 < \rho^2 < 1$
- b) $0 < \rho^2 > 1$
- c) $0 > \rho^2 < \eta_T^2 < 1$
- d) $0 < \rho^2 < \eta_T^2 < 1$
- e) $0 > \rho^2 > \eta_T^2 > 1$

№ 87 Для стационарных временных рядов оценкой $K(\tau)$ будет

- a) \bar{Y}
- b) \bar{Y}, K_τ
- c) S^2, \bar{Y}
- d) K_τ

е) K_t, S^2

№ 88 Проверка правильности разбиения факторов на группы проводят по критерию:

- а) Пирсона
- б) Кендэла - W
- в) Спирмена - r_s
- г) Ланка и Уоллеса - K
- е) Кендела, Ланка и Уоллеса

№ 89 Матрица условий эксперимента задается при числе факторов и множестве уровней:

- а) 3
- б) Больше 3
- в) Меньше 3
- г) При множестве уровней и факторов больше 3
- е) При числе уровней и факторов равном 3

№ 90 Значимость коэффициента множественной корреляции R определяется:

- а) Коэффициентом Пирсона и Стьюдента
- б) Коэффициентом Стьюдента
- в) Коэффициентом Кохрена
- г) Коэффициентом Фишера
- е) Коэффициентами Фишера и Кохрена

№ 91 Гипотеза о равенстве средних значений принимается, если определим:

- а) \bar{Y}_1 и \bar{Y}_2
- б) S_1^2 и S_2^2
- в) S^2
- г) $t_n < t_k$
- е) t_n, t_k

№ 92 Критерием оценки качества исследования являются:

- а) Затраты
- б) Важность описываемых результатов
- в) Затраты, важность описываемых результатов
- г) Затраты, важность результатов, последствия недостаточность точности решений
- е) Важность результатов, затраты, последствия недостаточности и ошибочности решений

№ 93 Статистическую значимость, коэффициента r_s при ранжирований факторов проверяют по критерию:

- a) Фишера - F
- b) Спирмена - r_s
- c) Кендела - W
- d) Кохрена – G
- e) Стьюдента - t

№ 94 При регрессионном анализе, сопоставляются S_v^2 и S_0^2 путем, проверки:

- a) Гипотезы о равенстве математического ожидания $M(y)$ заданному значению
- b) Гипотезы о равенстве средних значений
- c) Гипотезы о равенстве дисперсий
- d) Случайности и независимости результатов измерений
- e) Не требует проверки гипотез

№ 95 Проведение дисперсионного анализа возможно, если результаты измерения:

- a) С одинаковыми дисперсиями
- b) Случайные величины
- c) С одинаковыми дисперсиями, с нормальными распределениями
- d) Случайные величины, с одинаковыми дисперсиями и нормальным законом распределения
- e) Случайные величины с нормальным распределением

№ 96 Переменные величины, воздействующие на объект исследования, называют:

- a) Откликом
- b) Выходными величинами или откликом
- c) Входными величинами
- d) Факторами или входными величинами
- e) Входными или выходными величинами

№ 97 Статистическая значимость коэффициентов W при ранжировании факторов оценивается при помощи критерия:

- a) Стьюдента
- b) Фишера
- c) Пирсона
- d) Кохрена
- e) Кендела

№ 98 Из скольких этапов состоит предпланирование измерительного эксперимента?

- a) из 5 этапов
- b) из 3 этапов
- c) из 7 этапов
- d) из 4 этапов

е) из 10 этапов

№ 99 При дисперсионном анализе результат измерения представляют моделью:

- a) $Y_{ijv} = \mu$
- b) $Y_{ijv} = \mu + \xi_{ij}$
- c) $Y_{ijv} = \mu + \gamma_i + \xi_{ij}$
- d) $Y_{ijv} = \mu + \gamma_i$
- e) $Y_{ijv} = \mu + \gamma_i + \xi_{ijv}$

№ 100 К контролируемым факторам активного эксперимента предъявляются требования:

- a) Управляемость фактора
- b) Достаточно высокая точность поддержания и измерения, уровня фактора
- c) Независимость фактора
- d) Совместимость и управляемость факторов
- e) Управляемость, независимость, нормализация, достаточно высокая точность и совместимость факторов

№ 101 При приведении исходной модели к критериальной форме выбирают основные величины:

- a) Массу – М
- b) Длину- L и массу М
- c) Длину L температуру θ
- d) L, M, θ и время T
- e) M, L и T.

№ 102 Гипотеза о равенстве дисперсий принимается, если, определим:

- a) S_1^2, F_H
- b) S_2^2, F_k
- c) $S_1^2 S_2^2$
- d) $F_k < F_H$
- e) $F_H < F_k$.

№ 103 Величина ν является критерием при определении:

- a) Доверительного интервала для $M(X)$
- b) Доверительного интервала для $D(X)$
- c) Для обнаружения грубых погрешностей
- d) Доверительного интервала для $M(X)$ и $D(X)$
- e) Доверительного интервала для $M(X)$, $D(X)$ и для обнаружения грубых погрешностей

№ 104 Укажите допустимый и дисперсионный уровень качества:

- a) $d = 0,6 \div 0,8$
- b) $d = 0 \div 0,37$

- c) $d = 0,8 \div 1,0$.
- d) $d = 0,37 \div 0,6$
- e) $d = 0,3 \div 1,0$

№ 105 При двухфакторном дисперсионном анализе X_1 и X_2 изменяются:

- a) В зависимости влияния X_1 на X_2
- b) В зависимости влияния X_2 на X_1
- c) Равномерное влияние друг на друга
- d) Независимо друг от друга
- e) Безразлично

№ 106 Критерии A, D и E относятся к:

- a) 2 группе
- b) 1 группе
- c) 3 группе
- d) 4 группе
- e) 5 группе

№ 107 Какие коэффициенты корреляции более тесно связаны между коэффициентами регрессии при значениях $r_{01} = 0,976$, $r_{02} = 0,93$, $r_{12} = 0,995$.

- a) b_0 и b_1
- b) b_1 и b_2 .
- c) b_0 и b_2 .
- d) b_0 , b_1 , b_2
- e) Отсутствует связь между b_1 и b_2 .

№ 108 Оценка отклика, равная $\bar{X} = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m X_i$, является:

- a) Несмещенной, состоятельной и эффективной
- b) Несмещенной и эффективной
- c) Несмещенной и состоятельной
- d) Несмещенной
- e) Состоятельной

№ 109 Дисперсия изменчивости $S^2(X_2)$ под влиянием:

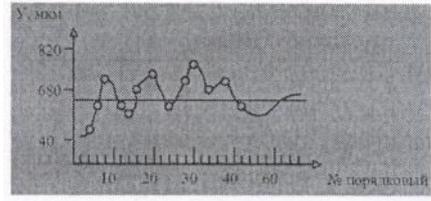
- a) X_2
- b) X_1 на X_2
- c) X_1
- d) X_2 и X_1
- e) Нет связи

№ 110 Если минимизируется максимальная дисперсия предсказанной χ моделью значений отклика, то называют оптимальным план (критерий):

- a) G

- b) Q
- c) E
- d) A
- e) D

№ 111 На рисунке показан



- a) Случайный процесс
- b) Неслучайная последовательность
- c) Случайная последовательность или временной ряд
- d) Нестационарная случайная функция
- e) Отсутствие связи

№ 112 При выборе основных факторов в качестве, новых основных величин должно соблюдаться условие:

- a) Определитель $\Delta = 0$;
- b) $\Delta = 1$
- c) $\Delta = (-1)$
- d) $\Delta \neq 0$
- e) $\Delta = \pm 1$

№ 113 Различают погрешности по своей сущности:

- a) Систематические погрешности
- b) Случайные погрешности
- c) Систематические закономерно изменяющиеся погрешности
- d) Систематические, закономерно изменяющиеся и постоянные, случайные погрешности
- e) Постоянные систематические погрешности

№ 114 Для вычисления выборочного коэффициента корреляции r используют:

- a) Поле корреляции
- b) Корреляционную таблицу
- c) Поле корреляции, затем корреляционную таблицу
- d) Корреляционную таблицу, затем поле корреляции
- e) Ничего не используют

№ 115 Для стационарных временных рядов оценкой $M[Y(t)]$ будет

- a) S^2
- b) S^2, \bar{Y}
- c) $D[Y(t)]$
- d) K_τ

e) \bar{Y}

№ 116 Между ранжировками нет никакого соответствия, если:

- a) $G=0$
- b) $F<0$
- c) $t>l$
- d) $r_s = 0$
- e) $r_s \neq 0$

№ 117 Переменные величины, характеризующие состояние объекта исследования называют:

- a) Входными величинами (факторами)
- b) Выходными величинами (откликом)
- c) Факторами или откликом
- d) Факторами и откликом
- e) Входными и выходными величинами

№ 118 Показателем нелинейной связи между переменными служит:

- a) $(\eta_T^2 - \rho^2)$
- b) $(\rho^2 - \eta_T^2)$
- c) $\eta_T^2 = \rho^2$
- d) $\rho^2 \leq \eta_T^2$
- e) $\rho^2 \geq \eta_T^2$

№ 119 При проверке статистической гипотезы о равенстве математического ожидания генеральной совокупности значению μ_0 , что H_1 имеет выражение:

- a) $H_1 = M(y) \neq \mu_0$
- b) $H_1 + M(y) \neq \mu_0$
- c) $H_1 \pm M(y) = \mu_0$
- d) $H_1 \pm M(y) \neq \mu_0$
- e) $H_1 - M(y) = \mu_0$

№ 120 Коэффициент Кендэла меняется:

- a) От 0 до (-1)
- b) От 0 до (+1)
- c) От (-1) до (+1)
- d) От 0 до (+2)
- e) От 0 до (-2)

№ 121 Статистическая гипотеза – это:

- a) предположение относительно статистических параметров генеральной совокупности или закона распределения случайных величин, проверяемое на основе выборочных данных;
- b) совокупность данных, определяющих объем выборки;
- c) возможность измерения отклика в любой генеральной совокупности;

- d) предположение об однозначности проверяемых факторов;
- e) предположение об эффективности выбранных порядка и условий эксперимента.

№ 122 Критерий статистической гипотезы – это:

- a) степень влияния контролируемых факторов на отклике;
- b) правило, позволяющее принять или отвергнуть гипотезу на основании выборки из генеральной совокупности;
- c) правило, позволяющее проводить измерения отклика в любой генеральной совокупности;
- d) предположение об однозначности проверяемых факторов;
- e) предположение об эффективности выбранных порядка и условий эксперимента.

№ 123 При проверке случайности и независимости результатов измерений в выборке наиболее мощным критерием будет:

- a) критерий Стьюдента;
- b) критерий однородности дисперсий;
- c) критерий последовательных разностей;
- d) критерий Кохрена;
- e) критерий несмещенности.

№ 124 При проверке равенства дисперсий двух независимых выборок применяется критерий:

- a) критерий Стьюдента;
- b) критерий Фишера;
- c) критерий Аббе;
- d) критерий последовательных разностей;
- e) критерий несмещенности.

№ 125 Критерий последовательных разностей определяется как отношение:

- a) $\tau_n = \frac{c^2}{S^2}$;
- b) $\tau_n = \frac{S_1^2}{S_2^2}$;
- c) $F_n = \frac{S_1^2}{S_2^2}$;
- d) $r(\tau) = \frac{K(\tau)}{S^2}$;
- e) $\tau_n = \frac{R_m}{d_m}$.

№ 126 Принимая или отвергая гипотезу можно допустить:

- a) ошибки первого и третьего рода;
- b) ошибки первого и второго рода;

- с) ошибки второго и третьего рода;
- d) ошибки первого;
- e) ошибки второго рода.

№ 127 Вероятность ошибки первого рода обозначается:

- a) α ;
- b) β ;
- c) $1-\alpha$;
- d) $1-\beta$;
- e) σ .

№ 128 Ошибка первого рода состоит в том, что:

- a) гипотеза H_0 отвергается, в то время как в действительности она верна;
- b) гипотеза H_0 принимается, в то время как верна гипотеза H_1 ;
- c) гипотеза H_1 отвергается, в то время как в действительности она верна;
- d) гипотезы H_0 и H_1 отвергается одновременно;
- e) гипотезы H_0 и H_1 принимаются условно.

№ 129 Ошибка второго рода состоит в том, что:

- a) гипотеза H_0 отвергается, в то время как в действительности она верна;
- b) гипотеза H_0 принимается, в то время как верна гипотеза H_1 ;
- c) гипотеза H_1 отвергается, в то время как в действительности она верна;
- d) гипотезы H_0 и H_1 отвергается одновременно;
- e) гипотезы H_0 и H_1 принимаются условно.

№ 130 Гипотезы о значениях параметров распределения называются:

- a) непараметрическими гипотезами;
- b) параметрическими гипотезами;
- c) гипотезами первого рода;
- d) гипотезами второго рода;
- e) конкурирующими гипотезами.

№ 131 Гипотезы о виде распределения называются:

- a) непараметрическими гипотезами;
- b) параметрическими гипотезами;
- c) гипотезами первого рода;
- d) гипотезами второго рода;
- e) конкурирующими гипотезами.

№ 132 При проверке случайности и независимости результатов измерений выборке альтернативной гипотезой может быть предположение:

- a) о наличии монотонного или циклического смещения отклика, вызванного неконтролируемым фактором;
- b) о случайности отклика;
- c) о наличии монотонного смещения отклика, вызванного контролируемым фактором;

- d) о независимости факторов;
- e) о критическом значении отклика.

№ 133 Дрейфом отклика называется:

- a) монотонное или циклическое смещение значения отклика, вызванного неконтролируемым фактором;
- b) монотонное или циклическое смещение значения отклика, вызванного контролируемым фактором;
- c) ранжирование отклика по полученным значениям;
- d) стохастическое смещение значения отклика;
- e) ковариационное смещение отклика.

№ 134 При проверке гипотезы о равенстве МО заданному значению оценкой МО по выборке будет:

- a) среднее арифметическое результатов параллельных измерений;
- b) объединенная оценка дисперсии генеральных совокупностей;
- c) сумма последовательных разностей;
- d) наблюдаемое значение критерия Фишера;
- e) критическое значение критерия Кохрена.

№ 135 При проверке гипотезы о равенстве средних значений необходимо проверить гипотезу H_0 о равенстве:

- a) $M(Y_1)=M(Y_2)$;
- b) $D(Y_1)=D(Y_2)$;
- c) $M(Y_1)\neq M(Y_2)$;
- d) $S_1= S_2$;
- e) $D(Y_1) \neq D(Y_2)$.

№ 136 Гипотеза о равенстве дисперсий это условие того, что:

- a) $M(x)=M(y)$;
- b) $D(x)=D(y)$;
- c) $M(Y_1)\neq M(Y_2)$;
- d) $S_1= S_2$;
- e) $D(x) > D(y)$.

№ 137 Дисперсионный анализ – это:

- a) статистический метод, позволяющий анализировать влияние различных факторов на исследуемую переменную;
- b) совокупность данных, определяющих объем выборки;
- c) возможность измерения отклика в любой генеральной совокупности;
- d) предположение об однозначности проверяемых факторов;
- e) предположение об эффективности выбранных порядка и условий эксперимента.

№ 138 Целью дисперсионного анализа является:

- a) монотонное или циклическое смещение значения отклика;

- b) проверка значимости различия между средними с помощью сравнения дисперсий;
- c) возможность измерения отклика в любой генеральной совокупности;
- d) предположение об однозначности проверяемых факторов;
- e) предположение об эффективности выбранных порядка и условий эксперимента.

№ 139 Дисперсионный анализ подразделяют на:

- a) одновариантный и двухвариантный;
- b) нулевой и конкурирующий;
- c) однофакторный, двухфакторный и многофакторный;
- d) с одним откликом и тремя откликами;
- e) многовариантный и трехвариантный.

№ 140 Дисперсионный анализ предназначен для:

- a) проверки гипотезы о равенстве МО;
- b) проверки гипотезы о равенстве СКО;
- c) проверки гипотезы о равенстве случайных величин;
- d) выявления степени влияния контролируемых факторов на отклик;
- e) проверки независимости результатов измерений.

№ 141 проведение дисперсионного анализа возможно, если:

- a) наблюдается монотонное или циклическое смещение значения отклика;
- b) результаты измерения являются независимыми случайными величинами с нормальным законом распределения и с одинаковыми дисперсиями;
- c) возможно измерение отклика в любой генеральной совокупности;
- d) есть предположение об однозначности проверяемых факторов;
- e) есть предположение об эффективности выбранных порядка и условий эксперимента.

№ 142 При однофакторном дисперсионном анализе выявляется:

- a) возможность измерения отклика в любой генеральной совокупности;
- b) нулевой и конкурирующий фактор;
- c) степень влияния одного фактора на математическое ожидание отклика;
- d) один отклик;
- e) качество отклика.

№ 143 При дисперсионном анализе для каждой серии дублирующих опытов вычисляют:

- a) циклическое смещение значения отклика;
- b) оценки математического ожидания отклика и дисперсии воспроизводимости;
- c) возможность измерения отклика;
- d) оценки проверяемых факторов;
- e) эффективность выбранных порядка и условий эксперимента.

№ 144 При дисперсионном анализе общая средняя имеет обозначение:

- a) ω ;
- b) Ψ ;
- c) μ ;
- d) β ;
- e) δ .

№ 145 При двухфакторном дисперсионном анализе действуют:

- a) 2 фактора в разное время;
- b) 2 СКО;
- c) 1 фактор и 1 отклик;
- d) одновременно 2 фактора;
- e) одновременно 2 отклика.

№ 146 При дисперсионном анализе обозначение фактора:

- a) Y;
- b) Ψ ;
- c) X;
- d) C;
- e) M.

№ 147 При двухфакторном дисперсионном анализе:

- a) изменятся только один фактор;
- b) факторы не изменяются;
- c) монотонно изменяется один фактор;
- d) оба факторы изменяются одновременно;
- e) каждый фактор изменяется независимо друг от друга.

№ 148 Задача однофакторного дисперсионного анализа состоит:

- a) в оценке эффективности отклика;
- b) в оценке возможности измерения отклика;
- c) в оценке существенности влияния измерения уровня фактора;
- d) в предположении о смещении отклика;
- e) в оценке однозначности проверяемых откликов.

№ 149 При дисперсионном анализе результаты всех измерений представляют в виде:

- a) расчетов;
- b) уравнения;
- c) таблицы наблюдаемых факторов;
- d) матрицы условий;
- e) матрицы наблюдений.

№ 150 Перекрестная классификация при дисперсионный анализе – это:

- a) распределение совокупности откликов;
- b) однородность дисперсий;

- с) представление результатов измерений;
- д) одна из основных схем организации исходных данных с двумя и более факторами;
- е) схема организации данных при однофакторном анализе.

№ 151 Корреляционный анализ – это:

- а) метод установления связи и измерения ее тесноты между наблюдениями;
- б) проверка гипотезы о равенстве МО;
- с) таблицы наблюдаемых факторов;
- д) проверка гипотезы о равенстве СКО;
- е) проверка независимости наблюдений.

№ 152 Задачей корреляционного анализа является:

- а) оценка эффективности отклика;
- б) оценка возможности измерения отклика;
- с) выявление значимости связи между значениями различных случайных величин;
- д) предположение о смещении отклика;
- е) оценка однозначности проверяемых откликов.

№ 153 Основная особенность корреляционного анализа в том, что он устанавливает:

- а) факт наличия связи и степень ее тесноты, не вскрывая ее причин;
- б) гипотезу о равенстве МО;
- с) степень влияния одного фактора на математическое ожидание отклика;
- д) утверждение о равенстве СКО;
- е) независимость наблюдений.

№ 154 Зависимость между величинами, при которых каждому значению одной величины (аргумента), отвечает одно значение другой величины называют:

- а) однозначной функциональной зависимостью;
- б) двухзначной функциональной зависимостью;
- с) многозначной функциональной зависимостью;
- д) средним квадратическим отклонением;
- е) МО.

№ 155 Зависимость между величинами, при которых каждому значению одной величины (аргумента), отвечает несколько определенных значений другой величины называют:

- а) однозначной функциональной зависимостью;
- б) двухзначной функциональной зависимостью;
- с) многозначной функциональной зависимостью;
- д) средним квадратическим отклонением;
- е) МО.

№ 156 Зависимость между величинами, при которой каждому значению одной величины отвечает с соответствующей вероятностью множество возможных значений другой, называют:

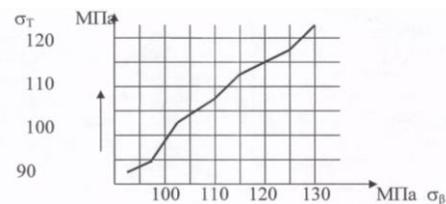
- a) вероятностной
- b) статистической;
- c) многозначной;
- d) однозначной;
- e) МО.

№ 157 Коэффициент корреляции обозначают символом:

- a) μ ;
- b) Ψ ;
- c) ρ ;
- d) β ;
- e) α .

№ 158 Рисунок изображает:

- a) Случайный процесс;
- b) Случайную последовательность;
- c) Нестационарную случайную функцию;
- d) Временной ряд;
- e) Поле корреляции.



функцию;

№ 159 Коэффициент корреляции независимых величин равен:

- a) 2;
- b) 1;
- c) 0;
- d) 5;
- e) 4.

№ 160 На практике при небольших значениях измерений m для вычисления выборочного коэффициента корреляции используют:

- a) Поле корреляции;
- b) Случайную последовательность;
- c) Нестационарную случайную функцию;
- d) Временной ряд;
- e) Случайный процесс.

№ 161 Значения коэффициента корреляции изменяются в интервале:

- a) (-2, +1);
- b) (1-2);
- c) (-1,+1);
- d) (1-3);
- e) (-2, +2).

№ 162 Статистическая связь, при которой различным значениям одной переменной соответствуют разные средние значения другой называется:

- a) Временным рядом;
- b) Последовательной;
- c) Нестационарной;
- d) Корреляционной;
- e) Случайной.

Ключи правильных ответов

Номер вопроса	Правильный ответ / уровень сложности	Номер вопроса	Правильный ответ / уровень сложности	Номер вопроса	Правильный ответ / уровень сложности
1.	а/1	40.	в/1	79.	б/1
2.	в/3	41.	б/2	80.	г/1
3.	г/2	42.	а/2	81.	д/3
4.	б/3	43.	б/3	82.	а/1
5.	б/3	44.	д/1	83.	а/2
6.	в/3	45.	а/2	84.	д/3
7.	г/1	46.	д/3	85.	а/2
8.	а/2	47.	б/1	86.	д/1
9.	д/3	48.	в/2	87.	а/2
10.	в/3	49.	а/3	88.	а/1
11.	а/2	50.	а/1	89.	а/2
12.	а/1	51.	а/2	90.	а/3
13.	а/2	52.	б/3	91.	а/2
14.	а/1	53.	а/1	92.	в/1
15.	д/3	54.	а/2	93.	г/2
16.	б/3	55.	д/2	94.	б/3
17.	б/1	56.	а/1	95.	б/1
18.	д/2	57.	д/3	96.	в/2
19.	г/2	58.	а/2	97.	г/1
20.	а/3	59.	а/1	98.	а/3
21.	д/1	60.	а/1	99.	д/2
22.	а/2	61.	б/2	100.	в/1
23.	в/3	62.	г/3	101.	а/3
24.	д/1	63.	а/1	102.	а/2
25.	в/2	64.	а/2	103.	а/1
26.	в/1	65.	а/3	104.	а/3
27.	а/1	66.	г/1	105.	д/2
28.	а/3	67.	г/1	106.	б/1
29.	д/3	68.	в/2	107.	б/3
30.	б/1	69.	в/3	108.	д/1
31.	в/3	70.	б/1	109.	г/2
32.	а/2	71.	в/1	110.	а/1
33.	а/1	72.	б/3	111.	д/2
34.	б/2	73.	а/2	112.	а/3
35.	а/3	74.	б/1	113.	в/2
36.	а/1	75.	в/2	114.	д/1
37.	в/2	76.	г/3	115.	в/2
38.	а/3	77.	б/1	116.	в/3
39.	а/1	78.	а/2	117.	а/1

Номер вопроса	Правильный ответ/уровень сложности	Номер вопроса	Правильный ответ/уровень сложности	Номер вопроса	Правильный ответ/уровень сложности
118	а/2	157	г/2	195	д/2
119	д/1	158	в/2	196	б/3
120	б/3	159	в/3	197	г/1
121	в/2	160	б/1	198	а/1
122	а/1	161	в/2	199	д/2
123	а/3	162	б/3	200	в/3
124	б/2	163	а/2		
125	а/1	164	б/1		
126	а/1	165	в/2		
127	в/3	166	г/3		
128	а/2	167	а/1		
129	а/1	168	а/2		
130	в/3	169	б/1		
131	б/1	170	г/2		
132	д/2	171	д/3		
133	б/2	172	а/3		
134	д/3	173	а/2		
135	а/1	174	д/2		
136	д/3	175	а/1		
137	б/2	176	а/3		
138	в/1	177	а/2		
139	а/2	178	а/1		
140	а/2	179	а/3		
141	а/1	179	а/1		
142	б/3	180	а/2		
143	а/2	181	а/3		
144	а/1	182	в/1		
145	д/1	183	г/2		
146	а/2	184	б/3		
147	д/3	185	б/1		
148	а/2	186	в/2		
149	а/1	187	г/3		
150	а/2	188	а/2		
151	б/3	189	д/3		
152	г/3	190	в/1		
153	а/1	191	а/2		
154	а/2	192	а/1		
155	а/1	193	а/2		
156	г/3	194	а/3		

№ вопроса	Правильный ответ						
1	A	51	B	101	D	151	A
2	D	52	D	102	E	152	C
3	E	53	D	103	C	153	A
4	E	54	D	104	D	154	A
5	B	55	D	105	D	155	C
6	D	56	B	106	B	156	A
7	D	57	A	107	B	157	C
8	C	58	D	108	A	158	E
9	C	59	E	109	A	159	C
10	C	60	D	110	A	160	A
11	B	61	C	111	C	161	C
12	C	62	E	112	D	162	D
13	D	63	C	113	D	163	C
14	A	64	D	114	C	164	B
15	C	65	E	115	E	165	C
16	D	66	E	116	D	166	A
17	E	67	D	117	B	167	B
18	D	68	C	118	A	168	A
19	D	69	B	119	A	169	B
20	C	70	D	120	B	170	A
21	C	71	E	121	A	171	E
22	B	72	C	122	B	172	B
23	D	73	D	123	C	173	C
24	E	74	B	124	B	174	B
25	D	75	C	125	A	175	B
26	B	76	E	126	B	176	C

27	C	77	D	127	A	17 7	D
28	E	78	E	128	A	17 8	C
29	C	79	A	129	B	17 9	E
30	E	80	D	130	B	18 0	B
31	D	81	C	131	A	18 1	A
32	D	82	C	132	A	18 2	D
33	D	83	E	133	A	18 3	D
34	A	84	D	134	A	18 4	E
35	A	85	C	135	A	18 5	E
36	B	86	D	136	B	18 6	D
37	D	87	D	137	A	18 7	D
38	C	88	D	138	B	18 8	C
39	C	89	D	139	C	18 9	B
40	C	90	D	140	D	19 0	C
41	D	91	D	141	B	19 1	C
42	B	92	E	142	C	19 2	C
43	D	93	E	143	B	19 3	B
44	A	94	C	144	C	19 4	D
45	C	95	D	145	D	19 5	B
46	C	96	D	146	C	19	A

						6	
47	D	97	C	147	E	19 7	A
48	E	98	C	148	C	19 8	A
49	C	99	E	149	E	19 9	A
50	C	100	E	150	D	20 0	A

6.4 Экзаменационные билеты

Министерство образования и науки Республики Казахстан
 Карагандинский государственный технический университет

Экзаменационный билет № 1

Кафедра «Технология машиностроения»
 Дисциплина «Системный анализ и диагностирование технических объектов»

Специальность 5В073200 «Стандартизация, сертификация и метрология»

1. Основные понятия системного анализа.
2. Измерительные шкалы. Модифицированные порядковые шкалы.
3. Основные понятия технической диагностики.

Зав. кафедрой _____ Экзаменатор _____

Министерство образования и науки Республики Казахстан
 Карагандинский государственный технический университет

Экзаменационный билет № 2

Кафедра «Технология машиностроения»
 Дисциплина «Системный анализ и диагностирование технических объектов»

Специальность 5В073200 «Стандартизация, сертификация и метрология»

1. История развития системного анализа.
2. Измерительные шкалы. Шкалы отношений. Шкала разностей. Абсолютная шкала.
3. Средства диагностики.

Зав. кафедрой _____ Экзаменатор _____

Министерство образования и науки Республики Казахстан
 Карагандинский государственный технический университет

Экзаменационный билет № 3

Кафедра «Технология машиностроения»
 Дисциплина «Системный анализ и диагностирование технических объектов»

Специальность 5В073200 «Стандартизация, сертификация и метрология»

1. Понятие модели. Развитие понятия модели.
2. Расплывчатое описание ситуаций.
3. Задачи организации технического обеспечения (диагностирования).

Зав. кафедрой _____ Экзаменатор _____

Министерство образования и науки Республики Казахстан
 Карагандинский государственный технический университет

Экзаменационный билет № 4

Кафедра «Технология машиностроения»
 Дисциплина «Системный анализ и диагностирование технических объектов»

Специальность 5В073200 «Стандартизация, сертификация и метрология»

1. Моделирование - неотъемлемый этап всякой целенаправленной деятельности.
2. Вероятностное описание ситуаций. Статистические измерения.
3. Функциональное диагностирование.

Зав. кафедрой _____ Экзаменатор _____

Министерство образования и науки Республики Казахстан
Карагандинский государственный технический университет

Экзаменационный билет № 5

Кафедра «Технология машиностроения»

Дисциплина «Системный анализ и диагностирование технических объектов»

Специальность 5В073200 «Стандартизация, сертификация и метрология»

1. Способы воплощения моделей.
2. Регистрация экспериментальных данных и ее связь с последующей их обработкой.
3. Тестовое диагностирование.

Зав. кафедрой _____ Экзаменатор _____

Министерство образования и науки Республики Казахстан
Карагандинский государственный технический университет

Экзаменационный билет № 6

Кафедра «Технология машиностроения»

Дисциплина «Системный анализ и диагностирование технических объектов»

Специальность 5В073200 «Стандартизация, сертификация и метрология»

1. Условия реализации свойств моделей.
2. Выбор как реализация целей. Множественность задач выбора.
3. Организация диагностирования сложных объектов.

Зав. кафедрой _____ Экзаменатор _____

Министерство образования и науки Республики Казахстан
Карагандинский государственный технический университет

Экзаменационный билет № 7

Кафедра «Технология машиностроения»

Дисциплина «Системный анализ и диагностирование технических объектов»

Специальность 5В073200 «Стандартизация, сертификация и метрология»

1. Соответствие между моделью и действительностью: различия.
2. Критериальный язык выбора.
3. Диагностирование – системная задача этапов проектирования, производства и эксплуатации.

Зав. кафедрой _____ Экзаменатор _____

Министерство образования и науки Республики Казахстан
Карагандинский государственный технический университет

Экзаменационный билет № 8

Кафедра «Технология машиностроения»

Дисциплина «Системный анализ и диагностирование технических объектов»

Специальность 5В073200 «Стандартизация, сертификация и метрология»

1. Соответствие между моделью и действительностью: сходство.
2. Сведения многокритериальной задачи к однокритериальной.
3. Общая методика решения задач диагностирования.

Зав. кафедрой _____ Экзаменатор _____

Министерство образования и науки Республики Казахстан
Карагандинский государственный технический университет

Экзаменационный билет № 9

Кафедра «Технология машиностроения»
Дисциплина «Системный анализ и диагностирование технических объектов»
Специальность 5В073200 «Стандартизация, сертификация и метрология»

1. О динамике моделей.
2. Нахождение паретовского множества.
3. Показатели и критерии эффективности диагностирования.

Зав. кафедрой _____ Экзаменатор _____

Министерство образования и науки Республики Казахстан
Карагандинский государственный технический университет

Экзаменационный билет № 10

Кафедра «Технология машиностроения»
Дисциплина «Системный анализ и диагностирование технических объектов»
Специальность 5В073200 «Стандартизация, сертификация и метрология»

1. Множественность моделей систем. Первое определение системы.
2. Описание выбора на языке бинарных отношений.
3. Алгоритм диагностирования.

Зав. кафедрой _____ Экзаменатор _____

Министерство образования и науки Республики Казахстан
Карагандинский государственный технический университет

Экзаменационный билет № 11

Кафедра «Технология машиностроения»

Дисциплина «Системный анализ и диагностирование технических объектов»

Специальность 5В073200 «Стандартизация, сертификация и метрология»

1. Модель «черного ящика».
2. Язык функций выбора.
3. Принципы построения алгоритма поиска дефектов.

Зав. кафедрой _____ Экзаменатор _____

Министерство образования и науки Республики Казахстан
Карагандинский государственный технический университет

Экзаменационный билет № 12

Кафедра «Технология машиностроения»

Дисциплина «Системный анализ и диагностирование технических объектов»

Специальность 5В073200 «Стандартизация, сертификация и метрология»

1. Модель состава системы.
2. Групповой выбор.
3. Алгоритмы поиска дефектов, основанные на анализе показателей надежности.

Зав. кафедрой _____ Экзаменатор _____

Министерство образования и науки Республики Казахстан
Карагандинский государственный технический университет

Экзаменационный билет № 13

Кафедра «Технология машиностроения»

Дисциплина «Системный анализ и диагностирование технических объектов»

Специальность 5В073200 «Стандартизация, сертификация и метрология»

1. Модель структуры системы.
2. Экспертные методы выбора.
3. Необходимость прогнозирования состояния объектов.

Зав. кафедрой _____ Экзаменатор _____

Министерство образования и науки Республики Казахстан
Карагандинский государственный технический университет

Экзаменационный билет № 14

Кафедра «Технология машиностроения»

Дисциплина «Системный анализ и диагностирование технических объектов»

Специальность 5В073200 «Стандартизация, сертификация и метрология»

1. Второе определение системы. Структурная схема системы.
2. Выбор и отбор. Повторный выбор.
3. Задача прогнозирования состояния работоспособности.

Зав. кафедрой _____ Экзаменатор _____

Министерство образования и науки Республики Казахстан
Карагандинский государственный технический университет

Экзаменационный билет № 15

Кафедра «Технология машиностроения»
Дисциплина «Системный анализ и диагностирование технических объектов»

Специальность 5В073200 «Стандартизация, сертификация и метрология»

1. Динамические модели систем.
2. Анализ и синтез в системных исследованиях. Особенности синтетических методов.
3. Структура системы диагностирования.

Зав. кафедрой _____ Экзаменатор _____

Министерство образования и науки Республики Казахстан
Карагандинский государственный технический университет

Экзаменационный билет № 16

Кафедра «Технология машиностроения»
Дисциплина «Системный анализ и диагностирование технических объектов»

Специальность 5В073200 «Стандартизация, сертификация и метрология»

1. Искусственные и естественные объекты.
2. Модели систем как основные декомпозиции.
3. Организация взаимодействия элементов в системе диагностирования.

Зав. кафедрой _____ Экзаменатор _____

Министерство образования и науки Республики Казахстан
Карагандинский государственный технический университет

Экзаменационный билет № 17

Кафедра «Технология машиностроения»

Дисциплина «Системный анализ и диагностирование технических объектов»

Специальность 5В073200 «Стандартизация, сертификация и метрология»

1. Обобщенные понятия системы. Искусственные и естественные объекты.
2. Алгоритмизация процесса декомпозиции.
3. Функциональное диагностирование.

Зав. кафедрой _____ Экзаменатор _____

Министерство образования и науки Республики Казахстан
Карагандинский государственный технический университет

Экзаменационный билет № 18

Кафедра «Технология машиностроения»

Дисциплина «Системный анализ и диагностирование технических объектов»

Специальность 5В073200 «Стандартизация, сертификация и метрология»

1. различные классификации систем. Классификация систем по их происхождению.
2. Виды агрегирования. Конфигуратор.
3. Тестовое диагностирование.

Зав. кафедрой _____ Экзаменатор _____

Министерство образования и науки Республики Казахстан
Карагандинский государственный технический университет

Экзаменационный билет № 19

Кафедра «Технология машиностроения»

Дисциплина «Системный анализ и диагностирование технических объектов»

Специальность 5В073200 «Стандартизация, сертификация и метрология»

1. Классификация систем по описанию переменных.
2. Виды агрегирования. Агрегаты- операторы.
3. Организация диагностирования сложных объектов.

Зав. кафедрой _____ Экзаменатор _____

Министерство образования и науки Республики Казахстан
Карагандинский государственный технический университет

Экзаменационный билет № 20

Кафедра «Технология машиностроения»

Дисциплина «Системный анализ и диагностирование технических объектов»

Специальность 5В073200 «Стандартизация, сертификация и метрология»

1. Классификация систем по типу операторов.

2. Виды агрегирования. Агрегаты – структуры.
3. Диагностирование – системная задача этапов проектирования, производства и эксплуатации.

Зав. кафедрой _____ Экзаменатор _____

Министерство образования и науки Республики Казахстан
Карагандинский государственный технический университет

Экзаменационный билет № 21

Кафедра «Технология машиностроения»
Дисциплина «Системный анализ и диагностирование технических объектов»

Специальность 5В073200 «Стандартизация, сертификация и метрология»

1. Классификация систем по способу управления.
2. Формулирование проблемы.
3. Общая методика решения задач диагностирования.

Зав. кафедрой _____ Экзаменатор _____

Министерство образования и науки Республики Казахстан
Карагандинский государственный технический университет

Экзаменационный билет № 22

Кафедра «Технология машиностроения»
Дисциплина «Системный анализ и диагностирование технических объектов»

Специальность 5В073200 «Стандартизация, сертификация и метрология»

1. Большие и сложные системы.
2. Выявление целей.
3. Показатели и критерии эффективности диагностирования.

Зав. кафедрой _____ Экзаменатор _____

Министерство образования и науки Республики Казахстан
Карагандинский государственный технический университет

Экзаменационный билет № 23

Кафедра «Технология машиностроения»
Дисциплина «Системный анализ и диагностирование технических объектов»

Специальность 5В073200 «Стандартизация, сертификация и метрология»

1. Эксперимент и модель. Современное понятие эксперимента.
2. Генерирование альтернатив. Мозговой штурм. Синектика. Разработка сценариев.
3. Алгоритм диагностирования.

Зав. кафедрой _____ Экзаменатор _____

Министерство образования и науки Республики Казахстан
Карагандинский государственный технический университет

Экзаменационный билет № 24

Кафедра «Технология машиностроения»
Дисциплина «Системный анализ и диагностирование технических объектов»

Специальность 5В073200 «Стандартизация, сертификация и метрология»

1. Измерительные шкалы. Шкала наименований.
2. Генерирование альтернатив. Морфологический анализ.
3. Принципы построения алгоритмов поиска дефектов.

Зав. кафедрой _____ Экзаменатор _____

Министерство образования и науки Республики Казахстан
 Карагандинский государственный технический университет

Экзаменационный билет № 25

Кафедра «Технология машиностроения»
 Дисциплина «Системный анализ и диагностирование технических объектов»

Специальность 5В073200 «Стандартизация, сертификация и метрология»

1. Измерительные шкалы. Порядковые шкалы.
2. Генерирование альтернатив. Деловые игры.
3. Алгоритмы поиска дефектов, основанные на анализе показателей надежности.

Зав. кафедрой _____ Экзаменатор _____

Приложение

Таблица П.1 - Критические значения критерия Стьюдента $t(P, m)$

m	Доверительная вероятность P			
	0,90	0,95	0,975	0,99
3	2,920	4,303	6,205	9,925
4	2,353	3,183	4,177	5,841
5	2,132	2,776	3,495	4,604
6	2,015	2,571	3,163	4,032
7	1,943	2,447	2,969	3,707
8	1,895	2,365	2,841	3,500

9	1,859	2,306	2,752	3,355
10	1,833	2,262	2,685	3,250
11	1,813	2,228	2,634	3,169
12	1,796	2,201	2,593	3,106
13	1,782	2,179	2,560	3,055
14	1,771	2,160	2,533	3,012
15	1,761	2,145	2,510	2,977
16	1,753	2,132	2,490	2,947
18	1,739	2,110	2,458	2,898
20	1,729	2,093	2,433	2,861
22	1,721	2,080	2,414	2,831
24	1,714	2,069	2,398	2,807
25	1,711	2,064	2,391	2,797
30	1,699	2,045	2,364	2,756
40	1,684	2,021	2,329	2,705
60	1,671	2,000	2,299	2,660
120	1,658	1,980	2,270	2,617
∞	1,645	1,960	2,241	2,570

Таблица П.2 - Критические значения критерия Пирсона χ^2 (P, f)

f	Доверительная вероятность P			
	0,9	0,95	0,975	0,99
1	2	3	4	5
1	2,706	3,841	5,024	6,635
2	4,605	5,991	7,378	9,210
3	6,251	7,815	9,348	11,345
4	7,779	9,488	11,143	13,277
5	9,236	11,070	12,833	15,086
6	10,645	12,594	14,449	16,812
7	12,017	14,067	16,013	18,475
8	13,362	15,507	17,535	20,090
9	14,684	16,919	19,023	21,666
10	15,987	18,307	20,483	23,209
11	17,275	19,675	21,920	24,725
12	18,549	21,026	23,337	26,217
13	19,812	22,362	24,736	27,688
14	21,064	23,685	26,119	29,141
15	22,307	24,996	27,488	30,578
16	23,542	26,296	28,845	32,000
17	24,769	27,587	30,191	33,409
18	25,989	28,869	31,526	34,805
19	27,204	30,144	32,852	36,191
20	28,412	31,410	34,170	37,566
22	30,813	33,924	36,781	40,289
24	33,196	36,415	39,364	42,980
26	35,563	38,885	41,923	45,642
28	37,916	41,337	44,461	48,278
30	40,256	43,773	46,979	50,892

Таблица П.3 - Критические значения критерия v (P, m)

m	Доверительная вероятность P			
	0,9	0,95	0,975	0,99
1	2	3	4	5
3	1,406	1,412	1,414	1,414
4	1,645	1,689	1,710	1,723
5	1,791	1,869	1,917	1,955
6	1,894	1,996	2,067	2,130

7	1,947	2,093	2,182	2,265
8	2,041	2,172	2,273	2,374
9	2,097	2,238	2,349	2,464
10	2,146	2,294	2,414	2,540
11	2,190	2,343	2,470	2,606
12	2,229	2,387	2,519	2,663
13	2,264	2,426	2,563	2,713
14	2,297	2,461	2,602	2,759
16	2,354	2,523	2,670	2,837
18	2,404	2,577	2,728	2,903
20	2,447	2,623	2,779	2,959
22	2,486	2,664	2,823	3,008
24	2,521	2,701	2,862	3,051
26	2,553	2,734	2,897	3,089
28	2,582	2,764	2,929	3,124
30	2,609	2,792	2,958	3,156
35	2,668	2,853	3,022	3,224
40	2,718	2,904	3,075	3,281
45	2,762	2,948	3,120	3,329
50	2,800	2,987	3,160	3,370

Таблица П.4 - Значения $\chi^2/(m-1)$ для интервальной оценки дисперсии

m	Доверительная вероятность P							
	0,9		0,95		0,93		0,99	
	$\chi_1^2/(m-1)$	$\chi_2^2/(m-1)$	$\chi_1^2/(m-1)$	$\chi_2^2/(m-1)$	$\chi_1^2/(m-1)$	$\chi_2^2/(m-1)$	$\chi_1^2/(m-1)$	$\chi_2^2/(m-1)$
3	2,996	0,052	3,689	0,025	4,605	0,010	5,299	0,005
4	2,605	0,117	3,116	0,072	3,782	0,038	4,279	0,024
5	2,372	0,178	2,786	0,121	3,319	0,074	3,715	0,052
6	2,214	0,229	2,556	0,166	3,017	0,111	3,350	0,082
7	2,099	0,273	2,408	0,206	2,802	0,145	3,091	0,113
8	2,010	0,310	2,288	0,241	2,639	0,177	2,897	0,141
9	1,938	0,341	2,192	0,273	2,511	0,206	2,744	0,168
10	1,880	0,309	2,114	0,300	2,407	0,232	2,621	0,193
12	1,790	0,416	1,993	0,347	2,248	0,278	2,433	0,237
14	1,720	0,453	1,883	0,385	2,130	0,316	2,294	0,274
16	1,666	0,484	1,776	0,418	2,039	0,349	2,187	0,307
18	1,623	0,510	1,729	0,445	1,965	0,377	2,101	0,335
20	1,587	0,532	1,690	0,469	1,905	0,402	2,031	0,360
22	1,556	0,552	1,656	0,490	1,854	0,424	1,972	0,383
24	1,529	0,569	1,626	0,508	1,810	0,443	1,921	0,403
26	1,506	0,584	1,600	0,525	1,773	0,461	1,877	0,421
28	1,486	0,598	1,577	0,540	1,739	0,477	1,839	0,437
30	1,408	0,610	1,523	0,553	1,710	0,492	1,805	0,452
35	1,430	0,637	1,490	0,583	1,649	0,523	1,734	0,485
40	1,399	0,659	1,459	0,606	1,601	0,549	1,679	0,513
45	1,375	0,677	1,433	0,627	1,562	0,572	1,634	0,536
50	1,354	0,692	1,411	0,644	1,529	0,591	1,597	0,556
55	1,336	0,706		0,659	1,501	0,607	1,565	0,574

Таблица П.5 - Таблица значений d_m для оценки σ по размаху

m	d_m	Доверительная вероятность P		
		0,90	0,95	0,98

		d_{m1}	d_{m2}	d_{m1}	d_{m2}	d_{m1}	d_{m2}
2		2,77	0,09	3,17	0,04	3,64	0,02
3		3,31	0,43	3,68	0,30	4,12	0,19
4		3,63	0,76	3,98	0,59	4,40	0,43
5	1,128 1.643	3,86	1,03	4,20	0,85	4,60	0,66
6	2,059 2.326	4,03	1,25	4,36	1,06	4,76	0,87
7	2,534 2.704	4,17	1,44	4,49	1,25	4,88	1,05
8	2,847 2.970	4,29	1,60	4,61	1,41	4,99	1,70
9	3,078	4,39	1,74	4,70	1,55	5,08	1,34
10	3,173 3.258	4,47	1,86	4,79	1,67	5,16	1,47
11	3,336 3.407	4,55	1,97	4,86	1,78	5,23	1,58
12	3,472	4,02	2,07	4,92	1,88	5,29	1,68
13		4,68	2,16	4,99	1,97	5,35	1,77
14		4,74	2,24	5,04	2,06	5,40	1,86
15		4,80	2,32	5,09	2,14	5,45	1,93
16	3,532	4,85	2,39	5,14	2,21	5,49	2,01
17	3,588	4,89	2,45	5,18	2,27	5,54	2,07
18	3,640	4,93	2,51	5,22	2,34	5,57	2,14
19	3,689	4,97	2,57	5,26	2,39	5,61	2,20
20	3,735	5,01	2,62	5,30	2,45	5,65	2,25

Таблица П.6 - Коэффициент q для оценки σ

m	p		m	p	
	0,95	0,99		0,95	0,99
11	0,59	0,98	40	0,24	0,35
12	0,55	0,90	45	0,22	0,32
13	0,52	0,83	50	0,21	0,30
14	0,48	0,78	60	0,188	0,26
15	0,46	0,73	70	0,174	0,24
16	0,44	0,70	80	0,161	0,22
17	0,42	0,66	90	0,151	0,21
18	0,40	0,63	100	0,143	0,198
19	0,39	0,60	150	0,115	0,160
20	0,37	0,58	200	0,099	0,136
25	0,32	0,49	250	0,089	0,126
30	0,28	0,43	300	0,081	0,109
35	0,26	0,38	350	0,075	0,101

Таблица П.7 - Критические значения критерия Фишера F

P	m_2	m_1								
		4	6	8	10	15	20	30	40	60
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
0,90	4	5,39	5,31	5,27	5,24	5,20	5,18	5,17	5,16	5,15
0,95		9,28	9,10	8,89	8,81	8,70	8,66	8,62	8,59	8,57
0,99		29,5	28,2	27,7	27,3	26,9	26,7	26,5	26,4	26,3
0,90	6	3,62	3,45	3,37	3,32	3,24	3,21	3,17	3,16	3,14
0,95		5,41	5,05	4,88	4,77	4,62	4,56	4,50	4,46	4,43
0,99		12,1	11,0	10,5	10,2	9,72	9,55	9,38	9,29	9,20
0,90	8	3,07	2,83	2,78	2,70	2,63	2,59	2,56	2,54	2,52
0,95		4,35	3,87	3,79	3,64	3,51	3,44	3,38	3,34	3,32
0,99		8,45	7,19	6,99	6,62	6,31	6,16	5,99	5,91	5,86
0,90	10	2,81	2,61	2,51	2,44	2,34	2,30	2,25	2,23	2,21

0,95	15	3,86	6,99	3,48	6,06	3,29	5,61	3,18	5,35	3,01	4,96	2,94	4,81	2,86	4,65	2,83	4,57	2,79	4,48
0,99		2,52	2,24	2,19	2,12	2,01	1,96	1,91	1,89	1,86									
0,90	20	3,34	2,85	2,76	2,65	2,46	2,39	2,31	2,27	2,22									
0,95		5,56	4,46	4,28	4,03	3,66	3,51	3,35	3,27	3,13									
0,99	30	2,40	2,18	2,06	1,98	1,86	1,81	1,76	1,73	1,70									
0,90		3,13	2,74	2,54	2,42	2,23	2,16	2,07	2,03	1,98									
0,95	40	5,01	4,17	3,77	3,52	3,15	3,00	2,84	2,76	2,67									
0,99		2,28	2,05	1,93	1,85	1,72	1,67	1,61	1,57	1,54									
0,90	60	2,92	2,53	2,33	2,21	2,01	1,93	1,84	1,79	1,74									
0,95		4,51	3,70	3,30	3,07	2,70	2,55	2,39	2,30	2,21									
0,99	120	2,23	2,00	1,87	1,79	1,66	1,61	1,54	1,51	1,47									
0,90		2,84	2,45	2,25	2,12	1,92	1,84	1,74	1,69	1,64									
0,95		4,31	3,51	3,12	2,82	2,52	2,37	2,20	2,11	2,02									
0,99		2,18	1,95	1,82	1,74	1,60	1,54	1,48	1,44	1,40									
0,90		2,76	2,37	2,17	2,04	1,84	1,75	1,65	1,59	1,53									
0,95		4,13	3,34	2,95	2,72	2,35	2,20	2,03	1,94	1,84									
0,99		2,13	1,90	1,77	1,68	1,55	1,48	1,41	1,37	1,32									
0,90		2,68	2,29	2,09	1,96	1,75	1,66	1,55	1,50	1,43									
0,95		3,95	3,17	2,79	2,56	2,19	2,03	1,86	1,76	1,66									

Таблица П.8 - Критические значения критерия Кохрена G

n	m							
	4	5	6	7	8	9	10	17
P=0,95								
3	0,798	0,746	0,707	0,677	0,653	0,633	0,617	0,547
4	0,684	0,629	0,589	0,560	0,537	0,518	0,502	0,437
5	0,589	0,544	0,507	0,478	0,456	0,439	0,424	0,365
6	0,532	0,480	0,445	0,418	0,398	0,382	0,368	0,314
7	0,480	0,431	0,397	0,373	0,354	0,338	0,326	0,276
8	0,438	0,391	0,359	0,336	0,319	0,304	0,293	0,246
10	0,373	0,331	0,303	0,282	0,267	0,254	0,244	0,203
12	0,326	0,288	0,262	0,244	0,230	0,219	0,210	0,174
15	0,276	0,242	0,219	0,203	0,191	0,182	0,144	0,143
20	0,220	0,192	0,174	0,160	0,150	0,142	5,136	0,111
P=0,99								
3	0,883	0,834	0,793	0,761	0,734	0,711	0,691	0,606
4	0,781	0,721	0,676	0,641	0,613	0,590	0,570	0,488
5	0,696	0,633	0,588	0,553	0,526	0,504	0,485	0,409
6	0,626	0,564	0,520	0,487	0,461	0,440	0,423	0,353
7	0,569	0,508	0,466	0,435	0,411	0,391	0,375	0,310
8	0,521	0,463	0,423	0,393	0,370	0,352	0,337	0,278
10	0,447	0,393	0,357	0,331	0,311	0,295	0,281	0,230
12	0,392	0,343	0,310	0,286	0,268	0,254	0,242	0,196
15	0,332	0,288	0,259	0,239	0,223	0,210	0,200	0,161
20	0,265	0,229	0,205	0,188	0,175	0,165	0,157	0,125

Таблица П.9 - Значения критерия τ_k

m	P		m	P	
	0,95	0,99		0,95	0,99

1	2	3	4	5	6
4	0,390	0,256	19	0,642	0,510
5	0,410	0,269	20	0,650	0,520
6	0,445	0,281	25	0,676	0,542
7	0,468	0,307	30	0,704	0,5081
8	0,491	0,331	35	0,725	0,611
9	0,514	0,354	40	0,742	0,636
10	0,531	0,376	45	0,757	0,658
11	0,548	0,397	50	0,769	0,674
12	0,564	0,414	60	0,789	0,702
13	0,578	0,431	70	0,804	0,724
14	0,591	0,447	80	0,817	0,741
15	0,603	0,461	90	0,827	0,756
16	0,614	0,475	100	0,836	0,767
17	0,624	0,487	110	0,843	0,778
18	0,633	0,499	120	0,850	0,788

Таблица П.10 - Критические значения критерия Линка-Уоллеса
 K_{κ} , при $P=0,95$

m	v									
	2	3	4	1	5	6	7	9	12	15
3	1,90	1,44	1,14							
4	1,62	1,25	1,01							
6	1,50	1,17	0,95	0,80	0,69					
8	1,49	1,18	0,96	0,81	0,70	0,62				
10	1,52	1,20	0,98	0,83	0,72	0,63	0,52			
12	1,56	1,23	1,01	0,85	0,74	0,65	0,53	0,42		
14	1,60	1,26	1,03	0,87	0,76	0,67	0,55	0,43		
16	1,64	1,30	1,06	0,90	0,78	0,69	0,56	0,44	0,37	
18	1,68	1,33	1,09	0,92	0,80	0,71	0,58	0,46	0,38	
20	1,72	1,36	1,12	0,95	0,82	0,73	0,59	0,47	0,39	
30	1,92	1,52	1,24	1,05	0,91	0,81	0,66	0,52	0,43	
40	2,08	1,66	1,35	1,14	0,99	0,88	0,72	0,57	0,47	
50	2,23	1,77	1,45	1,22	1,06	0,94	0,77	0,61	0,50	

Таблица П.11 - Квантили $U(P)$ нормированного нормального распределения

P	U(P)	P	U(P)	P	U(P)
0,55	0,12566	0,87	1,12639	0,95	1,64485
0,60	0,25335	0,88	1,17499	0,96	1,75069
0,65	0,3853	0,89	1,22653	0,970	1,88079
0,70	0,52440	0,90	1,28155	0,975	1,95996
0,75	0,67449	0,91	1,34076	0,980	2,05375
0,80	0,84162	0,92	1,40507	0,985	2,17009
0,85	1,03643	0,93	1,47579	0,990	2,32635
0,86	1,08032	0,94	1,55477	0,995	2,57583

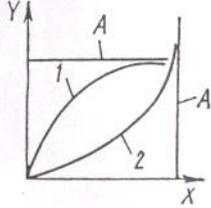
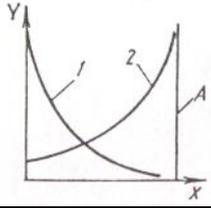
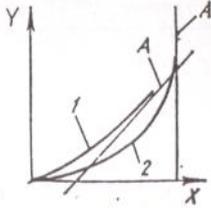
Таблица П.12 - Значения ортогональных полиномов Чебышева

Количество точек	X	P_0	P_1^*	P_2^*	P_3^*	P_4^*	P_5^*	$P_j(X)$
1	2	3	4	5	6	7	8	9

7	0	1	0	-4	0	6	0	$P_1 = x; P_2 = x^2 - 4;$ $P_3 = x^3 - 7x;$ $P_4 = x^4 - \frac{67}{7}x^2 + \frac{72}{7}$
	1		1	-3	-1	1	5	
	2		2	0	-1	7	-4	
	3		3	5	1	3	1	
	γ_j	7	28	84	36	264	240	
9	0	1	0	-20	0	18	0	$P_1 = x; P_2 = x^2 - \frac{20}{3};$ $P_3 = x^3 - \frac{59}{5}x;$ $P_4 = x^4 - \frac{115}{7}x^2 + \frac{216}{7}$
	1		1	-17	-9	9	9	
	2		2	-8	-13	-11	4	
	3		3	7	-7	-21	-11	
	4		4	28	14	14	4	
	γ_j	9	60	924	1188	3432	3120	
11	0	1	0	-10	0	6	0	$P_1 = x; P_2 = x^2 - 10;$ $P_3 = x^3 - 17,8x;$ $P_4 = x^4 - 25x^2 + 72$
	1		1	-9	-14	4	4	
	2		2	-6	-23	-1	4	
	3		3	-1	-22	-6	-1	
	4		4	6	-6	-6	-6	
	5		5	15	30	6	3	
	γ_j	11	110	858	5148	3432	6240	
13	0	1	0	-14	0	84	0	$P_1 = x; P_2 = x^2 - 14;$ $P_3 = x^3 - 25x;$ $P_4 = x^4 - 35\frac{2}{7}x^2 + 114$ $\gamma_4 = 116688$ $\gamma_5 = 106080$
	1		1	-13	-1	64	20	
	2		2	-10	-7	11	26	
	3		3	-5	-8	-54	11	
	4		4	2	-6	-96	-18	
	5		5	11	0	-66	-33	
	6		6	22	11	99	22	
	γ_j	13	182	2002	3432	γ_4	γ_5	
15	0	1	0	-56	0	756	0	$P_1 = x; P_2 = x^2 - \frac{56}{3};$ $P_3 = x^3 - 33,4x;$ $P_4 = x^4 - 47\frac{2}{7}x^2 + 259,2$ $\gamma_4 = 22170772$ $\gamma_5 = 100776000$
	1		1	-53	-27	621	657	
	2		2	-44	-49	251	1000	
	3		3	-29	-61	-249	751	
	4		4	-6	-58	-704	-44	
	5		5	19	-35	-868	-979	
	6		6	52	13	-429	-1144	
	7		7	91	91	1101	1001	
	γ_j	15	280	12376	47736	γ_4	γ_5	
17	0	1	0	-24	0	36	0	$P_1 = x; P_2 = x^2 - 24;$ $P_3 = x^3 - 43x;$ $P_4 = x^4 - 61x^2 + 432$ $\gamma_4 = 201555$ $\gamma_5 = 2015520$
	1		1	-23	-7	31	55	
	2		2	-20	-13	17	88	
	3		3	-15	-17	-3	83	
	4		4	-8	-18	-24	36	
	5		5	1	-15	-39	-39	
	6		6	12	7	-39	-104	
	7		7	25	7	-13	-91	
	8		8	40	28	52	104	
	γ_j	17	408	7752	23256	γ_4	γ_5	

19		1						$P_1 = x; P_2 = -x^2 - 30;$ $P_3 = x^3 - 53,8x;$ $P_4 = x^4 - 76\frac{3}{7}x^2 + 678\frac{6}{7}$
	0		0	-30	0	396	0	
	1		1	-29	-44	352	44	
	2		2	-26	-83	227	74	
	3		3	-21	-112	42	74	
	4		4	-14	-126	-168	54	
	5		5	-5	-120	-354	3	
	6		6	6	-84	-453	-58	
	7		7	19	-28	-388	-98	
	8		8	34	68	-68	-68	
9		9	51	204	612	102	$\gamma_4 = 3922512$ $\gamma_5 = 3565920$	
	γ_j	19	570	13566	255816	γ_4	γ_5	

Таблица П.13 - Дробнорациональные модели с двумя параметрами

Номер модели	График модели	Вид модели спрямляющая подстановка
1	2	3
1		$Y = \frac{X}{b_0 + b_1 X};$ $Z = X/Y; U = X;$ $1 - b_0 > 0, b_1 > 0;$ $2 - b_0 > 0, b_1 < 0$
2		$Y = \frac{1}{b_0 + b_1 X};$ $Z = 1/Y; U = X;$ $1 - b_0 > 0, b_1 > 0;$ $2 - b_0 > 0, b_1 < 0$
3		$Y = \frac{X^2}{b_0 + b_1 X};$ $Z = X^2/Y; U = X;$ $1 - b_0 > 0, b_1 > 0;$ $2 - b_0 > 0, b_1 < 0$

4		$Y = \frac{1}{b_0 + b_1 X^2};$ $Z = 1/Y; U = X^2;$ <p>1 - $b_0 > 0, b_1 > 0$; 2 - $b_0 > 0, b_1 < 0$</p>
5		$Y = \frac{X}{b_0 + b_1 X^2};$ $Z = X/Y; U = X^2;$ <p>1 - $b_0 > 0, b_1 > 0$; 2 - $b_0 > 0, b_1 < 0$</p>
6		$Y = \frac{X^2}{b_0 + b_1 X^2};$ $Z = X^2/Y; U = X^2;$ <p>1 - $b_0 > 0, b_1 > 0$; 2 - $b_0 > 0, b_1 < 0$</p>
7		$Y = \frac{X^2}{b_0 + b_1 X^3};$ $Z = X^2/Y; U = X^3;$ <p>1 - $b_0 > 0, b_1 > 0$; 2 - $b_0 > 0, b_1 < 0$</p>
8		$Y = \frac{X}{b_0 + b_1 X^3};$ $Z = X/Y; U = X^3;$ <p>1 - $b_0 > 0, b_1 > 0$; 2 - $b_0 > 0, b_1 < 0$</p>
9		$Y = \frac{1}{b_0 + b_1 X^3};$ $Z = 1/Y; U = X^3;$ <p>1 - $b_0 > 0, b_1 > 0$; 2 - $b_0 > 0, b_1 < 0$</p>

Таблица П.14 – Иррациональные модели с двумя параметрами

Номер модели	График модели	Вид модели спрямляющая подстановка
10		$Y = \sqrt{b_0 + b_1 X};$ $Z = Y^2; U = X;$ <p>1 - $b_0 > 0, b_1 > 0$; 2 - $b_0 > 0, b_1 < 0$</p>
11		

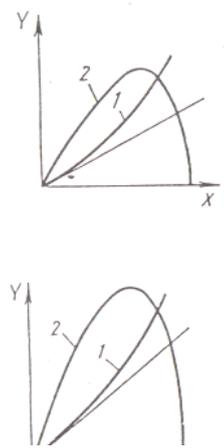
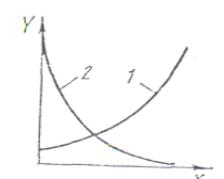
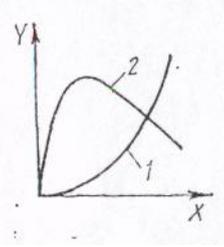
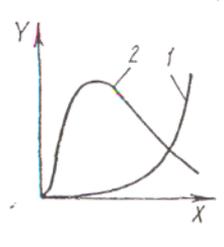
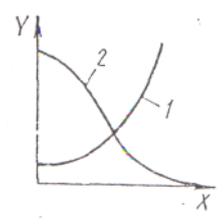
<p>12</p>		$Y = X \sqrt{b_0 + b_1 X^2};$ $Z = (Y/X)^2; U = X^2;$ $1 - b_0 > 0, b_1 > 0;$ $2 - b_0 > 0, b_1 < 0$ $Y = X \sqrt{b_0 + b_1 X};$ $Z = (Y/X)^2; U = X;$ $1 - b_0 > 0, b_1 > 0;$ $2 - b_0 > 0, b_1 < 0$
-----------	---	--

Таблица П.15 – Показательные модели с двумя параметрами

Номер модели	График модели	Вид модели спрямляющая подстановка
15		$Y = b_0 e^{b_1 X};$ $Z = \ln Y; U = X;$ $b_0 > 0;$ $1 - b_1 > 0;$ $2 - b_1 < 0$
16		$Y = b_0 X e^{b_1 X};$ $Z = \ln(Y/X); U = X;$ $b_0 > 0;$ $1 - b_1 > 0;$ $2 - b_2 < 0$
17		$Y = b_0 X^2 e^{b_1 X^2};$ $Z = \ln(Y/X^2); U = X^2;$ $b_0 > 0;$ $1 - b_1 > 0;$ $2 - b_1 < 0$
18		$Y = b_0 e^{b_1 X^2};$ $Z = \ln Y; U = X^2;$ $b_0 > 0;$ $1 - b_1 > 0;$ $2 - b_1 < 0$

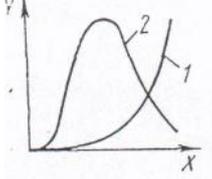
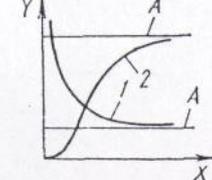
19		$Y = b_0 X e^{b_1 X^2};$ $Z = \ln(Y/X); U = X^2;$ $b_0 > 0;$ $1 - b_1 > 0;$ $2 - b_1 < 0$
20		$Y = b_0 X^2 e^{b_1 X^2};$ $Z = \ln(Y/X^2); U = X^2;$ $b_0 > 0;$ $1 - b_1 > 0;$ $2 - b_1 < 0$
21		$Y = b_0 e^{b_1/X};$ $Z = \ln Y; U = 1/X;$ $b_0 > 0;$ $1 - b_1 > 0;$ $2 - b_1 < 0$

Таблица П.16 – Логарифмические модели с двумя параметрами

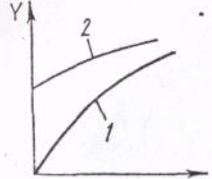
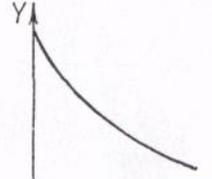
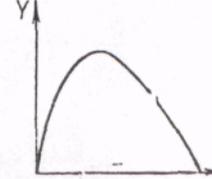
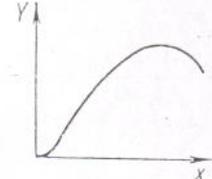
Номер модели	График модели	Вид модели спрямляющая подстановка
22		$Y = b_0 \ln [b_1 (1 + X)];$ $Z = Y; U = \ln(1 + X);$ $b_0 > 0;$ $1 - b_1 = 1;$ $2 - b_1 > 1$
23		$Y = b_0 \ln [b_1 / (1 + X)];$ $Z = Y; U = \ln(1 + X);$ $b_0 > 0; b_1 > 1$
24		$Y = b_0 X \ln (b_1/X);$ $Z = Y/X; U = \ln X;$ $b_0 < 0; b_1 > 0$
25		$Y = b_0 X^2 \ln (b_1/X);$ $Z = Y/X^2; U = \ln X;$ $b_0 < 0; b_1 > 0$

Таблица П.17 – Тригонометрические модели с двумя параметрами

Номер модели	График модели	Вид модели спрямляющая подстановка
--------------	---------------	------------------------------------

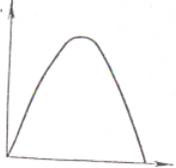
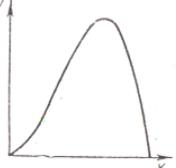
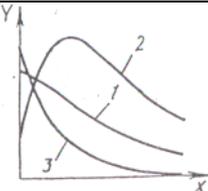
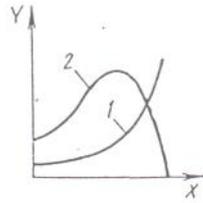
26		$Y = b_0 \sin(b_1 X);$ $Z_i = \arccos [Y_{2i} / (2Y_i)];$ $U_i = X_i; \quad X_{i+1} - X_i = \text{const};$ $b_0 > 0; \quad b_1 > 0$
27		$Y = b_0 X \sin(b_1 X);$ $Z_i = \arccos [Y_{2i} / (4Y_i)];$ $U_i = X_i;$ $b_0 > 0; \quad b_1 > 0$
28		$Y = \frac{b_0}{X} \sin(b_1 X);$ $Z_i = \arccos (Y_{2i} / Y_i);$ $U_i = X_i;$ $b_0 > 0; \quad b_1 > 0$

Таблица П.18 – Комбинированные модели с двумя параметрами

Номер модели	График модели	Вид модели спрямляющая подстановка
29		$Y = (b_0 + b_1 X) e^{-X};$ $Z = Y e^X; \quad U = X; \quad b_0 > 0;$ $1 - b_0 > b_1 > 0;$ $2 - b_0 < b_1 > 0;$ $3 - b_1 < 0$

30



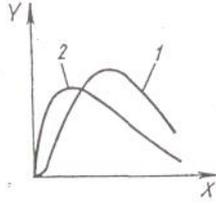
$$Y = (b_0 + b_1 X) e^{-X};$$

$$Z = Y e^{-X}; U = X; b_0 > 0;$$

$$1 - b_1 > 0;$$

$$2 - b_1 < 0$$

31



$$Y = b_0 X^{b_1} e^{-X};$$

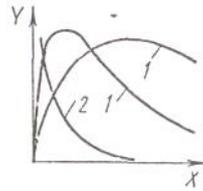
$$Z = X + \ln Y; U = \ln X;$$

$$b_0 > 0;$$

$$1 - b_1 > 1;$$

$$2 - 0 < b_1 < 1$$

32



$$Y = b_0 X^{1-b_1} e^{-b_1 X};$$

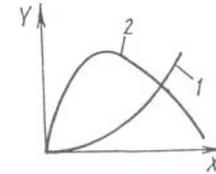
$$Z = \ln(Y/X); U = \ln X - X;$$

$$b_0 > 0;$$

$$1 - 0 < b_1 < 1;$$

$$2 - b_1 > 1$$

33



$$Y = (b_0 + b_1 X) \ln(1 + X);$$

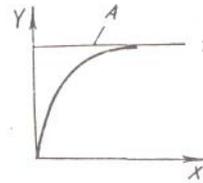
$$Z = Y / \ln(1 + X); U = X;$$

$$b_0 > 0;$$

$$1 - b_1 > 0;$$

$$2 - b_1 < 0$$

34

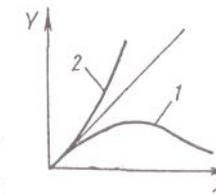


$$Y = b_0 (1 - e^{-b_1 X});$$

$$Z_i = \ln(Y_{2i}/Y_i - 1); U_i = X_i;$$

$$b_0 > 0; b_1 > 0$$

35



$$Y = \frac{X}{1 + b_0 X^{b_1}};$$

$$Z = \ln(X/Y - 1); U = \ln X;$$

$$1 - b_0 > 0, b_1 > 1;$$

$$2 - b_0 < 0, b_1 > 0$$

Таблица П.19 – Модели с тремя параметрами

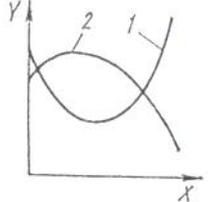
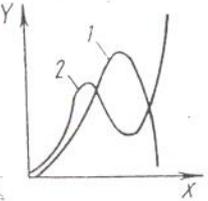
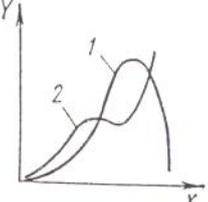
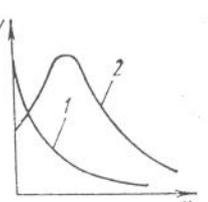
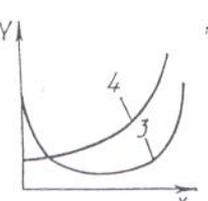
Номер модели	График модели	Вид модели спрямляющая подстановка
36		$Y = b_0 + b_1X + b_2X^2;$ $Z = (Y - Y_0)/(X - X_0); U = X;$ $1 - b_0 > 0, b_1 < 0, b_2 > 0;$ $2 - b_0 > 0, b_1 > 0, b_2 < 0$
37		$Y = X(b_0 + b_1X^2 + b_2X^4);$ $Z = \frac{Y/X - Y_0/X_0}{X^2 - X_0^2}; U = X^2;$ $1 - b_0 > 0, b_1 > 0, b_2 < 0;$ $2 - b_0 > 0, b_1 < 0, b_2 > 0$
38		$Y = X^3(b_0 + b_1X + b_2X^2);$ $Z = \frac{Y/X^3 - Y_0/X_0^3}{X - X_0}; U = X;$ $1 - b_0 > 0, b_1 > 0, b_2 < 0;$ $2 - b_0 > 0, b_1 < 0, b_2 > 0$
39		$Y = \frac{1}{b_0 + b_1X + b_2X^2};$ $Z = \frac{1/Y - 1/Y_0}{X - X_0}; U = X;$ $1 - b_0 > 0, b_1 > 0, b_2 > 0;$ $2 - b_0 > 0, b_1 < 0, b_2 > 0;$ $3 - b_0 > 0, b_1 > 0, b_2 < 0;$ $4 - b_0 > 0, b_1 < 0, b_2 < 0$
		

Таблица П.20 – Планы главных эффектов

Номер плана	План	Способ построения	
		Вспомогательная матрица	Номера столбцов вспомогательной матрицы
1	$2^7//8$	D_8	1...7
2	$2^{11}//12$	D_{12}	1...11
3	$2^{15}//16$	D_{16}	1...15
4	$3^4//9$	D_4	1...4
5	$4^5//16$	D_{16}	16... 20
6	$2^4 \cdot 4//8$	D_8	1, 2, 3, 7, 8
7	$2^2 \cdot 6//12$	D_{12}	12, 13, 14
8	$2^8 \cdot 8//16$	D_{16}	4, 7, 9, 10

Таблица П.21 – Таблица случайных чисел

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
15	10	45	10	05	93	55	19	23	09	14	35
34	30	14	86	19	65	74	14	58	73	71	16
61	66	87	28	56	01	03	79	07	40	11	14
28	06	44	68	55	06	30	77	51	71	82	76
60	45	37	72	25	79	92	20	95	42	14	51
47	33	29	03	43	28	14	18	62	47	61	44
08	42	88	62	26	48	46	50	57	60	87	49
06	58	58	71	34	67	57	78	96	01	45	85
99	52	35	93	63	09	52	22	68	16	06	16
15	24	22	95	07	56	11	13	61	15	13	65
28	68	71	58	82	42	78	61	16	26	32	38
82	72	06	96	21	24	66	15	83	77	09	05
92	86	89	50	39	06	91	42	90	53	25	24
13	38	93	05	74	99	12	72	79	75	69	39
84	99	52	63	83	94	53	67	78	59	66	63
10	58	91	41	58	04	38	74	71	97	87	07
99	02	82	20	99	93	25	37	49	02	19	79
74	65	74	12	64	62	33	50	19	60	94	86
34	89	71	51	67	95	64	09	08	21	71	30
02	87	58	28	82	92	88	67	07	18	61	12
		12	84	03	91	23	01	13	32	08	29
81 88	55 52	23	07	72	09	91	35	74	17	54	76
38 25	93 83	98	71	18	69	55	84	35	73	17	46
98	99	36	86	56	28	33	04	56	11	39	28
		23	30	17	20	09	87	68	06	84	09
		62	41	90	60	02	62	90	46	77	73
01 56	03 65	70	35	92	35	31	98	43	03	97	02
03	30	20	29	41	12	88	99	62	21	27	54
07	86	87	40	32	02	64	03	98	06	41	05
14	79	88	59	73	91	81	01	42	04	46	88
46	57	12	50	29	13	51	82	39	24	03	70
17	65	51	70	50	36	70	60	16	34	87	13
67	71	37	89	73	26	28	14	45	14	29	78
	98	57	53	69	00	44	62	73	97	41	21
89 05	25	56	45	64	06	33	77	25	83	65	98
38	85	52	87	23	87	05	23	65	75	47	61
40	07	62	24	92	27	51	71	18	27	16	59
76	32	79	47	42	83	71	45	73	35	33	46
62	16	49	06	75	51	22	32	85	75	03	21