

Автономная некоммерческая образовательная организация дополнительного профессионального образования «Учебный Центр Люксофт»
(АНО ДПО «Учебный центр Люксофт»)

Направление: Бизнес анализ и управление бизнесом



УЧЕБНАЯ ПРОГРАММА

Дисциплина «Бизнес анализ и управление бизнесом»

ДЛЯ ОБУЧЕНИЯ В РАМКАХ ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ (ПОВЫШЕНИЕ
КВАЛИФИКАЦИИ)

Москва 2019 г.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ, ЕЕ МЕСТО В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ

1.1 Цель преподавания дисциплины является

Сформировать у слушателей набор знаний и навыков необходимых для постоянного и правильного общения с заказчиком в ходе выполнения проектов разработки ИС.

1.2 Задачи изучения дисциплины

- Знакомство и получение практических навыков по дисциплине «Бизнес-моделирование»
- Изучение дисциплины «Управление требованиями» и получение практических навыков по ней
- Оптимизация бизнес-процессов – повышение производительности, снижение издержек, уменьшение времени исполнения процессов, повышение качества результатов процессов.
- Повышение прозрачности, контролируемости и управляемости бизнеса через регламентацию и типизацию существующих бизнес-процессов.
- Уменьшение времени проектирования новых бизнес-процессов для вывода на рынок новых услуг.
- Определение требований к информационным системам для дальнейшей автоматизации процессов.
- Высвобождение времени руководителя и снижение зависимости от персонала.

1.3 Связь дисциплины с другими учебными дисциплинами

Изучение дисциплины предполагает наличие опыта участия в проектах по описанию, анализу и оптимизации бизнес-процессов.

2. СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ

Категория слушателей программы: системные и бизнес аналитики, руководители проектов, архитекторы и разработчики.

К освоению учебной программы допускаются: лица, имеющие среднее профессиональное и (или) высшее образование.

Базовые компетенции, которыми должен владеть слушатель программы:

СИСТЕМНЫЙ АНАЛИТИК

Должен знать: использовать терминологию, понятийный аппарат, базовые идеи, методы и процессы предметной области заказчика, работать с различными видами исходных данных о предметной области, разрабатывать документы в соответствии с требованиями государственных, отраслевых и корпоративных стандартов, работать с различными видами исходных данных о состоянии рынка информационных систем, владеть инструментарием обработки данных на персональном компьютере, анализировать требования заказчика по использованию информационных систем, применять формализованные языки и нотации для построения моделей процессов, данных, объектов, читать модели, описанные с помощью специализированных формализованных языков и нотаций, оформлять технические задания в соответствии с требованиями государственных, отраслевых и корпоративных стандартов.

Требования к квалификации. Высшее профессиональное (техническое или инженерно-экономическое) образование и стаж работы по специальности не менее 3 лет.

БИЗНЕС АНАЛИТИК

Должен знать: методы разработки бизнес-планов и технических заданий на оснащение отделов, лабораторий, офисов компьютерным и сетевым оборудованием, методики использования программных средств для решения практических задач, методы обоснования принимаемых проектных решений, осуществлять постановку и выполнять эксперименты по проверке их корректности и эффективности, при решении профессиональных задач анализировать социально-экономические проблемы и процессы с применением методов системного анализа и математического моделирования, технологические и функциональные стандарты, современные модели и методы оценки качества и надежности при проектировании, конструировании и отладке программных средств, систему проведения обследования организаций, выявлять информационные потребности пользователей, требования к информационной системе, участвовать в реинжиниринге прикладных и информационных процессов, моделирование и проектирование структуры данных и знаний, прикладные и информационные процессы, применять к решению прикладных задач базовые алгоритмы обработки информации, выполнять оценку сложности алгоритмов, программировать и тестировать программы, предметную область программного проекта и разработать спецификации для компонентов программного продукта, начальную оценку степени трудности, рисков, затрат и сформировать рабочий график.

Требования к квалификации. Высшее профессиональное (техническое или инженерно-экономическое) образование и стаж работы по специальности не менее 3 лет.

РУКОВОДИТЕЛЬ ПРОЕКТОВ

Должен знать: принципы обосновывания принимаемых проектных решений, осуществлять постановку и выполнять эксперименты по проверке их корректности и эффективности, готовить презентации, научно-технические отчеты по результатам выполненной работы, оформлять результаты исследований в виде статей и докладов на научно-технических конференциях, ставить и решать прикладные задачи с использованием современных информационно-коммуникационных технологий, способен принимать участие в создании и управлении ИС на всех этапах жизненного цикла, способен применять системный подход и математические методы в формализации решения прикладных задач, понимание классических концепций и моделей менеджмента в управлении проектами, методы управления процессами разработки требований, оценки рисков, приобретения, проектирования, конструирования, тестирования, эволюции и сопровождения, основы групповой динамики, психологии и профессионального поведения, специфичных для программной инженерии, методы контроля проекта и умение осуществлять контроль версий.

Требования к квалификации. Высшее профессиональное (техническое или инженерно-экономическое) образование и стаж работы по специальности не менее 3 лет.

АРХИТЕКТОР

Должен знать: Архитектурные стили, схемы развертывания, методы разработки, анализа и проектирования программного обеспечения, технологические и технико-эксплуатационные характеристики архитектур развертывания компонентов, алгоритмы обработки информации, шаблоны (стили) проектирования слоев компонентов, выполнять оценку сложности алгоритмов, программировать и тестировать программы, проектные решения по видам обеспечения информационных систем, информационные потребности пользователей, формировать требования к информационной системе, участвовать в реинжиниринге прикладных и информационных процессов.

Требования к квалификации. Высшее профессиональное (техническое или инженерно-экономическое) образование и стаж работы по специальности не менее 3 лет.

РАЗРАБОТЧИК

Должен знать: навыки моделирования, анализа и использования формальных методов конструирования программного обеспечения, методы создания программных интерфейсов, различные технологии разработки программного обеспечения, применять основные методы и инструменты разработки программного обеспечения, концепций и атрибутов качества программного обеспечения (надежности, безопасности, удобства использования), в том числе роли людей, процессов, методов, инструментов и технологий обеспечения качества.

Требования к квалификации. Высшее профессиональное (техническое или инженерно-экономическое) образование и стаж работы по специальности не менее 3 лет.

Форма обучения: Очная и очно-заочная. Занятия проводятся в группах.

Срок обучения: дифференцированный от 16 академических часов до 354 академических часов, в зависимости от количества выбранных модулей. Учебная программа состоит из 27 модулей.

3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

В ходе изучения программы слушатель должен приобрести знания и навыки, необходимые для моделирования бизнес-процессов.

После обучения по данной программе Слушатели будут:

- знать лучшие практики и принципы моделирования на UML бизнес-процессов с точки зрения RUP (IBM Rational Unified Process);
- понимать, когда имеет смысл применять моделирование деятельности организации;
- уметь описывать бизнес-процессы с использованием UML;
- строить модели бизнес-процессов в графической нотации стандарта BPMN 2.x

4. МОДУЛЬНЫЙ ПЛАН ПРОГРАММЫ

№	Наименование модулей	Объем в академ. часах		
		лекции	семинары	Всего часов
1	2	3	4	5
1	REQ-004 Моделирование бизнес-процессов на UML	6	10	16
2	REQ-005 Введение в методологию функционального моделирования IDEF0	3	5	8
3	REQ-006 Моделирование предметной области на UML (ER-модель)	3	5	8
4	REQ-010 UML-моделирование с использованием Sparx Enterprise Architect	3	5	8
5	REQ-021 ВАВОК: Подготовка к проведению этапа бизнес-анализа IT-проекта	6	10	16
6	REQ-026 Анализ данных – поиск закономерностей и построение моделей прогноза	6	10	16
7	REQ-027 Процессный подход в современном менеджменте	8	12	20
8	REQ-031 Деловая игра по сбору и анализу требований	4	6	10
9	REQ-032 UML как средство общения внутри команды	2	2	4
10	REQ-037 Проектирование, аудит и тестирование пользовательских интерфейсов	6	10	16
11	REQ-038 Моделирование бизнес-процессов с использованием BPMN 2.x	6	10	16
12	REQ-040 ВАВОК: Выявление требований	6	10	16
13	REQ-045 Управление бизнес-процессами	6	10	16
14	REQ-046 Введение в бизнес-моделирование	6	10	16
15	REQ-050 ВАВОК Guide 3.0: Введение в бизнес-анализ	3	5	8
16	REQ-051 ВАВОК Guide 3.0: Планирование и мониторинг бизнес-анализа	3	5	8
17	REQ-052 ВАВОК Guide 3.0: Выяснение и взаимодействие	6	10	16
18	REQ-053 ВАВОК Guide 3.0: Управление жизненным циклом требований	3	5	8
19	REQ-054 ВАВОК Guide 3.0 Анализ стратегии	6	10	16
20	REQ-055 ВАВОК Guide 3.0: Анализ требований и выработка решения	6	10	16
21	REQ-056 ВАВОК Guide 3.0: Оценка решения	3	5	8
22	REQ-057 Анализ бизнес-архитектуры компании с использованием техник, описанных в ВАВОК 3.0	3	5	8
23	REQ-058 Технологии цифровой трансформации	6	10	16
24	REQ-059 Корпоративная архитектура	6	10	16
25	REQ-060 Моделирование в ArchiMate	6	10	16
26	REQ-061 Моделирование в ARIS	6	10	16
27	REQ-062 Библиотека лучшего опыта BPM СВОК	6	10	16
ИТОГО		134	220	354

5. УЧЕБНО-ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН МОДУЛЕЙ ПРОГРАММЫ

Модуль 1. REQ-004 Моделирование бизнес-процессов на UML

№	Тема	Количество часов	Форма контроля
1	Понятие бизнес-процесса	1	-
2	Процессный подход к управлению, цикл Деминга	1	Проверка конспектов лекций слушателей
3	Моделирование бизнес-системы	1	Проверка конспектов лекций слушателей

4	Последовательность построения модели бизнес-процессов	2	Выборочный опрос слушателей на лекционном и семинарском занятиях
5	UML: бизнес-варианты (сценарии) использования	2	Проверка конспектов лекций слушателей
6	UML: моделирование поведения бизнес-системы	2	Проверка конспектов лекций слушателей
7	UML: моделирование бизнес-сущностей	2	Проверка конспектов лекций слушателей
8	Определение требований к автоматизации бизнес-процессов	1	Выборочный опрос слушателей на лекционном и семинарском занятиях
9	Управление изменениями бизнес-модели	2	Выборочный опрос слушателей на лекционном и семинарском занятиях
10	Итоговая аттестация по модулю	2	Тестирование
	Итого	16	

Модуль 2. REQ-005 Введение в методологию функционального моделирования IDEF0

№	Тема	Количество часов	Форма контроля
1	Моделирование бизнес-процессов	1	-
2	Элементы IDEF0-модели, их бизнес-смысл и правила изображения	1	Проверка конспектов лекций слушателей
3	Структура IDEF0-модели, принципы функциональной декомпозиции	1	Проверка конспектов лекций слушателей
4	Оформление диаграмм, структура стандартного бланка диаграммы	1	Выборочный опрос слушателей на лекционном и семинарском занятиях
5	Процесс разработки IDEF0-модели	3	Проверка конспектов лекций слушателей
6	Итоговая аттестация по модулю	1	Тестирование
	Итого	8	

Модуль 3. REQ-006 Моделирование предметной области на UML (ER-модель)

№	Тема	Количество часов	Форма контроля
1	Моделирование предметной области	1	-
2	UML: диаграммы классов	1	Проверка конспектов лекций слушателей
3	Основы реляционных баз данных	1	Проверка конспектов лекций слушателей
4	Сущности и их выявление	1	Выборочный опрос слушателей на лекционном и семинарском занятиях
5	Паттерны при создании ER-модели	2	Проверка конспектов лекций слушателей
6	Шаги построения ER-модели	1	Проверка конспектов лекций слушателей
7	Итоговая аттестация по модулю	1	Тестирование
	Итого	8	

Модуль 4. REQ-010 UML-моделирование с использованием Sparx Enterprise Architect

№	Тема	Количество часов	Форма контроля
1	Визуальное моделирование и UML	0.5	-
2	Обзор продукта Sparx Enterprise Architect	1	Проверка конспектов лекций слушателей
3	Использование Enterprise Architect в команде проекта	1	Проверка конспектов лекций слушателей
4	Модель сценариев использования (Use-Case Model)	1	Выборочный опрос слушателей на лекционном и семинарском занятиях
5	Структура реализации модели сценариев использования	1	Проверка конспектов лекций слушателей
6	Диаграммы объектного взаимодействия - UML (Interaction Diagrams)	1	Проверка конспектов лекций слушателей
7	Диаграммы классов – UML Class Diagrams	1	Проверка конспектов лекций слушателей
8	Введение в прямое и обратное проектирование.	1	Проверка конспектов лекций слушателей
9	Итоговая аттестация по модулю	0.5	Тестирование
	Итого	8	

Модуль 5. REQ-021 ВАВОК: Подготовка к проведению этапа бизнес-анализа IT-проекта

№	Тема	Количество часов	Форма контроля
1	Введение в дисциплину «Бизнес-анализ» и знакомство с ВАВОК®	1	-
2	Выбор подхода к бизнес-анализу	2	Проверка конспектов лекций слушателей
3	Проведение анализа заинтересованных лиц	2	Проверка конспектов лекций слушателей
4	Планирование действий в рамках бизнес-анализа	2	Выборочный опрос слушателей на лекционном и семинарском занятиях
5	Планирование взаимодействия с заинтересованными лицами	2	Проверка конспектов лекций слушателей
6	Планирование процесса работы с требованиями	2	Проверка конспектов лекций слушателей
7	Управление качеством бизнес-анализа	3	Проверка конспектов лекций слушателей
8	Итоговая аттестация по модулю	2	Устный опрос слушателей
	Итого	16	

Модуль 6. REQ-026 Анализ данных – поиск закономерностей и построение моделей прогноза

№	Тема	Количество часов	Форма контроля
1	Введение в анализ данных и распознавание образов	1	-
2	Первичное преобразование данных, поиск выбросов	2	Проверка конспектов лекций слушателей
3	Регрессионный анализ. Скользящий контроль	1	Проверка конспектов лекций слушателей
4	Деревья решений. Простая и обобщенная формы	2	Проверка конспектов лекций слушателей
5	Кластеры и их поиск	1	-
6	Метод главных компонент. Факторы и их поиск	2	-
7	Продвинутые методы анализа	2	Проверка конспектов лекций слушателей
8	Итоговая аттестация по модулю	5	Лабораторная работа
	Итого	16	

Модуль 7. REQ-027 Процессный подход в современном менеджменте

№	Тема	Количество часов	Форма контроля
1	Основные понятия и определения	1	-
2	Направления современного менеджмента	2	Проверка конспектов лекций слушателей
3	Процессный подход	2	Проверка конспектов лекций слушателей
4	Принципы обеспечения качества	2	Проверка конспектов лекций слушателей
5	Принципы Деминга	2	Проверка конспектов лекций слушателей
6	Цикл Деминга	3	Проверка конспектов лекций слушателей
7	СММ (модель зрелости процессов)	3	Проверка конспектов лекций слушателей
8	Системы менеджмента качества в IT индустрии	3	Выборочный опрос слушателей на лекционном и семинарском занятиях
9	Итоговая аттестация по модулю	2	Устный опрос слушателей
	Итого	20	

Модуль 8. REQ-031 Деловая игра по сбору и анализу требований

№	Тема	Количество часов	Форма контроля
1	Выявление заинтересованных лиц	1	-

2	Определение их реальных потребностей	2	Проверка конспектов лекций слушателей
3	Контроль соответствия потребностей рамкам и цели проекта	3	Проверка конспектов лекций слушателей
4	Разработка и структурирование требований к системе, удовлетворяющей потребности заинтересованных лиц	3	Выборочный опрос слушателей на лекционном и семинарском занятиях
5	Итоговая аттестация по модулю	1	Игра (оценка участия слушателей в игре)
Итого		10	

Модуль 9. REQ-032 UML как средство общения внутри команды

№	Тема	Количество часов	Форма контроля
1	Работа с требованиями	0,5	-
2	Моделирование предметной области	1	Проверка конспектов лекций слушателей
3	Повышение производительности работы команды	2	Выборочный опрос слушателей на лекционном и семинарском занятиях
4	Итоговая аттестация по модулю	0,5	Устный опрос слушателей
Итого		4	

Модуль 10. REQ-037 Проектирование, аудит и тестирование пользовательских интерфейсов

№	Тема	Количество часов	Форма контроля
1	Дизайн Пользовательского Интерфейса (ПИ). Что такое Usability и его место в проектировании интерфейсов?	1	-
2	Принципы проектирования интерфейсов	2	Выборочный опрос слушателей на лекционном и семинарском занятиях
3	Проектирование дизайна интерфейсов	6	Выборочный опрос слушателей на лекционном и семинарском занятиях
4	Разработка требований к графическому интерфейсу	2	Проверка конспектов лекций слушателей
5	Оценка и аудит интерфейсов	2	Проверка конспектов лекций слушателей
6	Тестирование интерфейсов	2	Выборочный опрос слушателей на лекционном и семинарском занятиях
7	Итоговая аттестация по модулю	1	Письменные задания
Итого		16	

Модуль 11. REQ-038 Моделирование бизнес-процессов с использованием BPMN 2.x

№	Тема	Количество часов	Форма контроля
1	Введение в стандарт BPMN 2, его отличия от предыдущей версии	1	Выборочный опрос слушателей на лекционном и семинарском занятиях
2	Задачи, их виды. Подпроцессы, транзакции, циклические задачи	2	Выборочный опрос слушателей на лекционном и семинарском занятиях
3	Организация ветвления процесса (использование шлюзов)	3	Выборочный опрос слушателей на лекционном и семинарском занятиях
4	События, их виды и способы их обработки	2	Выборочный опрос слушателей на лекционном и семинарском занятиях
5	Пулы и дорожки	2	Проверка конспектов лекций слушателей
6	Оркестровка, межпроцессное взаимодействие, хореография	3	Выборочный опрос слушателей на лекционном и семинарском занятиях
7	Различия между аналитическими и исполняемыми моделями бизнес-процессов	2	Выборочный опрос слушателей на лекционном и семинарском занятиях
8	Итоговая аттестация по модулю	1	Устный опрос слушателей
Итого		16	

Модуль 12. REQ-040 ВАВОК: Выявление требований

№	Тема	Количество часов	Форма контроля
---	------	------------------	----------------

1	Введение в бизнес-анализ	2	-
2	Основы выявления требований	3	Выборочный опрос слушателей на лекционном и семинарском занятиях
3	Техники выявления требований	4	Выборочный опрос слушателей на лекционном и семинарском занятиях
4	Фреймворк выявления требований согласно BABOK® Guide	5	Выборочный опрос слушателей на лекционном и семинарском занятиях
5	Итоговая аттестация по модулю	2	Устный опрос слушателей
	Итого	16	

Модуль 13. REQ-045 Управление бизнес-процессами

№	Тема	Количество часов	Форма контроля
1	Процесс и его компоненты	1	Выборочный опрос слушателей на лекционном и семинарском занятиях
2	Моделирование бизнеса. Инструментарий Business Process Analyze	1	Выборочный опрос слушателей на лекционном и семинарском занятиях
3	Практический кейс «Разработка модели процессов верхнего уровня»	2	Демонстрация кейса
4	Практический кейс «Разработка модели процесса в нотации EPC»	2	Демонстрация кейса
5	Средства автоматизации процессов. BPMs	2	Выборочный опрос слушателей на лекционном и семинарском занятиях
6	Контроллинг процессов — Process Intelligence	2	Проверка конспектов лекций слушателей
7	Практический кейс «Разработка показателей по процессу»	2	Демонстрация кейса
8	Совершенствование процессов	1	Выборочный опрос слушателей на лекционном и семинарском занятиях
9	Процессный офис	1	Выборочный опрос слушателей на лекционном и семинарском занятиях
10	Итоговая аттестация по модулю	2	Устный опрос слушателей
	Итого	16	

Модуль 14. REQ-046 Введение в бизнес-моделирование

№	Тема	Количество часов	Форма контроля
1	Бизнес-модель, архитектура предприятия. Цели, задачи и методологии моделирования архитектуры предприятия	1	-
2	Моделирование целей и показателей	1	Выборочный опрос слушателей на лекционном и семинарском занятиях
3	Кейсы по моделированию дерева целей и сбалансированной карты показателей	1	Выборочный опрос слушателей на лекционном и семинарском занятиях
4	Моделирование организационной структуры	1	Выборочный опрос слушателей на лекционном и семинарском занятиях
5	Кейс по моделированию организационной структуры и ответственности	1	Демонстрация кейса
6	Цели и задачи моделирования процессов	1	Выборочный опрос слушателей на лекционном и семинарском занятиях
7	Варианты нотаций описания бизнес-процессов	1	Проверка конспектов лекций слушателей
8	Обзор существующих способов выделения процессов	1	Выборочный опрос слушателей на лекционном и семинарском занятиях
9	Кейсы процессов верхнего уровня из различных отраслей	1	Демонстрация кейса
10	Кейсы по детальному моделированию процессов	1	Демонстрация кейса
11	Описание данных и документов. Описание	1	Проверка конспектов лекций слушателей

	информационных систем и их модулей. Описание рисков и контрольных процедур		
12	Обзор инструментария для моделирования архитектуры предприятия	1	Выборочный опрос слушателей на лекционном и семинарском занятиях
13	Обзор инструментария для бизнес-моделирования	1	Выборочный опрос слушателей на лекционном и семинарском занятиях
14	Тренды в моделировании	1	Выборочный опрос слушателей на лекционном и семинарском занятиях
15	Итоговая аттестация по модулю	2	Устный опрос слушателей
	Итого	16	

Модуль 15. REQ-050 BABOK Guide 3.0: Введение в бизнес-анализ

№	Тема	Количество часов	Форма контроля
1	Сущность профессии «Бизнес-аналитик	1	-
2	Ключевые понятия бизнес-анализа	1	Выборочный опрос слушателей на лекционном и семинарском занятиях
3	Роли и задачи бизнес-аналитика;	1	Выборочный опрос слушателей на лекционном и семинарском занятиях
4	Техники, используемые для решения задач бизнес-анализа	1	Выборочный опрос слушателей на лекционном и семинарском занятиях
5	Базовые компетенции бизнес-аналитика	1	Демонстрация кейса
6	Ракурсы бизнес-анализа	1	Выборочный опрос слушателей на лекционном и семинарском занятиях
7	Требования к сертификации ПВА и способы подготовки к ней	1	Проверка конспектов лекций слушателей
8	Итоговая аттестация по модулю	1	Устный опрос слушателей
	Итого	8	

Модуль 15. REQ-051 BABOK Guide 3.0: Планирование и мониторинг бизнес-анализа

№	Тема	Количество часов	Форма контроля
1	Цели планирования и мониторинга бизнес-анализа; Элементы и критерии выбора подхода к бизнес-анализу; Определение целевых результатов и подлежащих решению задач; Оценка трудоемкости работ; Определение и оценка рисков	1	- Проверка конспектов лекций слушателей
2	Описание и согласование подхода к бизнес-анализу; Определение причастных лиц и планирование их вовлечения; Определение руководящих правил и зон ответственности при проведении бизнес-анализа;	1	Проверка конспектов лекций слушателей
3	Определение форматов, методов и инструментов, подлежащих использованию для управления информацией бизнес-анализа	1	Проверка конспектов лекций слушателей
4	Оценка продуктивности работы бизнес-аналитиков и определение способов ее улучшения	1	Проверка конспектов лекций слушателей
5	Особенности планирования бизнес-анализа в Agile-подходах	1	Демонстрация кейса

6	Отработка навыков планирования бизнес-анализа на основе Case Study	1	Выборочный опрос слушателей на лекционном и семинарском занятиях
7	Разбор примеров вопросов сертификационного экзамена	1	Проверка конспектов лекций слушателей
8	Итоговая аттестация по модулю	1	Устный опрос слушателей
	Итого	8	

Модуль 16. REQ-052 BABOK Guide 3.0: Выяснение и взаимодействие

№	Тема	Количество часов	Форма контроля
1	Цели выяснения и виды выясняемой информации	2	- Выборочный опрос слушателей на лекционном и семинарском занятиях
2	Связь выяснения с другими областями знания бизнес-анализа	2	Выборочный опрос слушателей на лекционном и семинарском занятиях
3	Источники и способы выяснения, техники выяснения	2	Выборочный опрос слушателей на лекционном и семинарском занятиях
4	Подготовка к выяснению	2	Выборочный опрос слушателей на лекционном и семинарском занятиях
5	Применение техник выяснения	2	Демонстрация кейса
6	Подтверждение результатов выяснения	1	Выборочный опрос слушателей на лекционном и семинарском занятиях
7	Оформление и предъявление результатов выяснения	1	Проверка конспектов лекций слушателей
8	Вовлечение причастных лиц и взаимодействие с ними	1	Выборочный опрос слушателей на лекционном и семинарском занятиях
9	Отработка навыков выяснения в ходе упражнений на основе Case Study	1	Демонстрация кейса
10	Разбор примеров вопросов сертификационного экзамена	1	Демонстрация кейса
11	Итоговая аттестация по модулю	1	Устный опрос слушателей
	Итого	16	

Модуль 17. REQ-053 BABOK Guide 3.0: Управление жизненным циклом требований

№	Тема	Количество часов	Форма контроля
1	Назначение и задачи управления жизненным циклом требований	0.5	- Проверка конспектов лекций слушателей
2	Виды отношений между требованиями, цели и способы их трассировки	0.5	Проверка конспектов лекций слушателей
3	Цели поддержания требований и способы их повторного использования	1	Проверка конспектов лекций слушателей
4	Методы приоритизации требований	1	Проверка конспектов лекций слушателей
5	Анализ и отработка влияния изменений требований	1	Демонстрация кейса
6	Разрешение конфликтов и получение одобрения требований;	1	Выборочный опрос слушателей на лекционном и семинарском занятиях
7	Особенности управления требованиями в Agile-подходах	1	Проверка конспектов лекций слушателей
8	Отработка навыков управления требованиями на примерах; Разбор примеров вопросов сертификационного экзамена.	1	
9	Итоговая аттестация по модулю	1	Устный опрос слушателей
	Итого	8	

Модуль 16. REQ-054 BABOK Guide 3.0 Анализ стратегии

№	Тема	Количество часов	Форма контроля
1	Введение в IT-стратегии	2	- Выборочный опрос слушателей на лекционном и семинарском занятиях
2	Анализ текущего состояния	2	Выборочный опрос слушателей на лекционном и семинарском занятиях
3	Разработка бизнес-кейсов	2	Выборочный опрос слушателей на лекционном и семинарском занятиях
4	Стратегии поиска ресурсов	2	Выборочный опрос слушателей на лекционном и семинарском занятиях
5	Определение будущего состояния	2	Демонстрация кейса
6	Разработка стратегии изменений	4	Выборочный опрос слушателей на лекционном и семинарском занятиях
7	Итоговая аттестация по модулю	2	Устный опрос слушателей
	Итого	16	

Модуль 17. REQ-055 BABOK Guide 3.0: Анализ требований и выработка решения

№	Тема	Количество часов	Форма контроля
1	Введение в бизнес-анализ;	2	- Выборочный опрос слушателей на лекционном и семинарском занятиях
2	Специфицирование и моделирование требований	2	Выборочный опрос слушателей на лекционном и семинарском занятиях
3	Верификация требований	2	Выборочный опрос слушателей на лекционном и семинарском занятиях
4	Валидация требований	2	Выборочный опрос слушателей на лекционном и семинарском занятиях
5	Определение структуры требований	2	Демонстрация кейса
6	Анализ потенциальной ценности вариантов решения	4	Выборочный опрос слушателей на лекционном и семинарском занятиях
7	Итоговая аттестация по модулю	2	Устный опрос слушателей
	Итого	16	

Модуль 18. REQ-056 BABOK Guide 3.0: Оценка решения

№	Тема	Количество часов	Форма контроля
1	Основные понятия	1	- Проверка конспектов лекций слушателей
2	Задачи, включая входные и выходные данные	1	Проверка конспектов лекций слушателей
3	Руководства и инструменты, используемые для решения задач	1	Проверка конспектов лекций слушателей
4	Техники бизнес-анализа, используемые для решения задач	2	Проверка конспектов лекций слушателей
5	Кейсы и практика применения техник бизнес-анализа	2	Демонстрация кейса
6	Итоговая аттестация по модулю	1	Устный опрос слушателей
	Итого	8	

Модуль 19. REQ-057 Анализ бизнес-архитектуры компании с использованием техник, описанных в BABOK 3.0

№	Тема	Количество часов	Форма контроля
1	Анализ документов (Document Analysis);	1	- Проверка конспектов лекций слушателей
2	Организационное моделирование (Organizational Modelling)	1	Проверка конспектов лекций слушателей

3	Бизнес-модель «Канвас» (Business Model Canvas)	1	Проверка конспектов лекций слушателей
4	Анализ процессов (Process Analysis);	1	Проверка конспектов лекций слушателей
5	Моделирование процессов (Process Modeling)	1	Демонстрация кейса
6	Функциональная декомпозиция (Functional Decomposition)	1	
7	Мозговой штурм (Brainstorming)	1	
8	Итоговая аттестация по модулю	1	Устный опрос слушателей
	Итого	8	

Модуль 20. REQ-058 Технологии цифровой трансформации

№	Тема	Количество часов	Форма контроля
1	Тенденции и определения. Тренды цифровой трансформации. Дополненная реальность.	2	- Выборочный опрос слушателей на лекционном и семинарском занятиях
2	Виртуальная реальность. Интернет вещей. Машинное обучение	2	Выборочный опрос слушателей на лекционном и семинарском занятиях
3	3D-печать. Роботизация. Экспоненциальные организации	2	Выборочный опрос слушателей на лекционном и семинарском занятиях
4	Цифровые экосистемы. Ключевые направления цифровой трансформации. Chief Digital Officer	2	Выборочный опрос слушателей на лекционном и семинарском занятиях
5	Планирование цифровой трансформации. Оценка зрелости цифровой трансформации. Профессии будущего.	2	Демонстрация кейса
6	Отраслевые кейсы цифровой трансформации	4	Выборочный опрос слушателей на лекционном и семинарском занятиях
7	Итоговая аттестация по модулю	2	Устный опрос слушателей
	Итого	16	

Модуль 21. REQ-059 Корпоративная архитектура

№	Тема	Количество часов	Форма контроля
1	Введение в архитектуру предприятия	2	- Выборочный опрос слушателей на лекционном и семинарском занятиях
2	Методологии управления корпоративной архитектурой	2	Выборочный опрос слушателей на лекционном и семинарском занятиях
3	Обзор TOGAF 9	2	Выборочный опрос слушателей на лекционном и семинарском занятиях
4	Обзор метода разработки архитектуры TOGAF 9	2	Выборочный опрос слушателей на лекционном и семинарском занятиях
5	Обзор инструментов по управлению архитектурой предприятия	2	Демонстрация кейса
6	Обзор стандарта ArchiMate	4	Выборочный опрос слушателей на лекционном и семинарском занятиях
7	Итоговая аттестация по модулю	2	Устный опрос слушателей
	Итого	16	

Модуль 22. REQ-060 Моделирование в ArchiMate

№	Тема	Количество часов	Форма контроля
1	Архитектура предприятия	2	- Выборочный опрос слушателей на лекционном и семинарском занятиях
2	Функционал инструментария Archi	2	Выборочный опрос слушателей на лекционном и семинарском занятиях
3	ArchiMate – Мотивация	2	Выборочный опрос слушателей на лекционном и семинарском занятиях

4	ArchiMate – Бизнес-архитектура	2	Выборочный опрос слушателей на лекционном и семинарском занятиях
5	ArchiMate – Архитектура приложений	2	Демонстрация кейса
6	ArchiMate – Технологическая архитектура	2	Выборочный опрос слушателей на лекционном и семинарском занятиях
7	ArchiMate – Внедрение и миграция	2	Выборочный опрос слушателей на лекционном и семинарском занятиях
8	Итоговая аттестация по модулю	2	Устный опрос слушателей
	Итого	16	

Модуль 23. REQ-061 Моделирование в ARIS

№	Тема	Количество часов	Форма контроля
1	Обзор инструментария ARIS	2	- Выборочный опрос слушателей на лекционном и семинарском занятиях
2	Моделирование организационной структуры	2	Выборочный опрос слушателей на лекционном и семинарском занятиях
3	Моделирование бизнес-процессов	2	Выборочный опрос слушателей на лекционном и семинарском занятиях
4	Описание информационных систем	2	Выборочный опрос слушателей на лекционном и семинарском занятиях
5	Отчеты и администрирование	2	Демонстрация кейса
6	Использование ARIS в проектах	4	Выборочный опрос слушателей на лекционном и семинарском занятиях
7	Итоговая аттестация по модулю	2	Устный опрос слушателей
	Итого	16	

Модуль 24. REQ-062 Библиотека лучшего опыта BPM СВОК

№	Тема	Количество часов	Форма контроля
1	Глава 1. Руководство по BPM СВОК. Глава 2. Управление бизнес-процессами. Глава 3. Моделирование бизнес-процессов	3	- Выборочный опрос слушателей на лекционном и семинарском занятиях
2	Глава 4. Анализ бизнес-процессов. Глава 5. Проектирование процессов. Глава 6. Управление эффективностью процессов	4	Выборочный опрос слушателей на лекционном и семинарском занятиях
3	Глава 7. Процессная трансформация. Глава 8. Процессная организация.	4	Выборочный опрос слушателей на лекционном и семинарском занятиях
4	Глава 9. Управление процессами предприятия. Глава 10. Технологии BPM.	4	Выборочный опрос слушателей на лекционном и семинарском занятиях
5	Итоговая аттестация по модулю	1	Устный опрос слушателей
	Итого	16	

6. ФОРМА КОНТРОЛЯ

Контроль усвоения учебной программы проводится в различных формах:

1. Выборочный опрос на лекциях
2. Проверка конспектов лекций слушателей
3. Опрос при проведении практических (семинарских) занятий
4. Лабораторная работа
5. Демонстрация кейса
6. Тестирование
7. Письменное задание

При успешном прохождении итогового контроля обучающемуся выдается Удостоверение о повышении квалификации установленного образца.

Вопросы для выходного тестирования

1. Бизнес-процесс это:
 - совокупность взаимосвязанных и/или взаимодействующих видов деятельности;
 - цепочка действий, преобразующая входы в выходы;
 - цепочка действий, порождающая ценность для потребителя;
 - **все вышеперечисленное.**
2. Владелец процесса – это субъект, который:
 - может распоряжаться материальными и информационными ресурсами бизнес-процесса;**
 - пользуется результатами бизнес-процесса;
 - управляет ходом бизнес-процесса;**
 - несет ответственность за результат и эффективность бизнес-процесса.**
3. Потребитель (клиент) процесса – это субъект, который:
 - может распоряжаться материальными и информационными ресурсами бизнес-процесса;
 - **пользуется результатами бизнес-процесса;**
 - управляет ходом бизнес-процесса;
 - несет ответственность за результат и эффективность бизнес-процесса.
4. Бизнес-процесс считается успешно выполненным:
 - после завершения последней операции процесса;
 - после получения денег от клиента;
 - **после получения его результата потребителем;**
 - в случае отсутствия сообщений об ошибках.
5. По целям бизнес-процессы можно разделить на:
 - основные (являются главными источниками прибыли для компании и ценности для ее клиентов);**
 - финансовые (обеспечивают ведение финансового учета);
 - вспомогательные (предназначены для обеспечения выполнения основных процессов);**
 - управленческие (обеспечивают долгосрочное развитие бизнеса).**
6. По категориям потребителей бизнес-процессы можно разделить на:
 - граничные, предназначенные для взаимодействия внешних и внутренних потребителей;
 - внешние, выходы которых предназначены для внешних потребителей, а входы имеют внешних поставщиков;**
 - внутренние процессы, имеющие поставщиков и потребителей внутри организации;**
 - фискальные, потребителями которых являются контролирующие органы.
7. По степени охвата подразделений компании бизнес-процессы делятся на:
 - локальные, в которые вовлечены сотрудники функционального подразделения;**
 - сквозные, которые охватывают несколько функциональных подразделений;**
 - глобальные, охватывающие всю компанию в целом;
 - отраслевые, в которые вовлечены все компании данной отрасли.
8. Под процессным подходом к организации и управлению деятельностью предприятия понимается:
 - концентрация внимания на процессах создания ценности для потребителя;**
 - отсутствие интереса к конечному результату деятельности;
 - ориентация менеджмента предприятия на управление каждым бизнес-процессом в отдельности;**
 - наличие регламента усовершенствования процессов.**
9. Наиболее важной составляющей частью любого бизнес-процесса является:
 - генеральный директор (президент) компании;
 - владелец основного бизнес-процесса;
 - **потребитель (клиент) процесса;**
 - служба качества.
10. Для анализа эффективности выполнения бизнес-процессов используется:
 - регулярная аттестация участников процесса;
 - **набор метрик процесса;**
 - опрос потребителей процесса;
 - короткие совещания в начале рабочего дня.
11. В ходе анализа бизнес-процесса:
 - описываются функциональные требования к системе автоматизации бизнес-процесса;
 - сразу строится модель «TO BE»;
 - собираются статистические данные о выполнении бизнес-процесса;
 - **вначале строится модель «AS IS», а затем – модель «TO BE».**

12. Если бизнес-процесс описан и организован правильно:
- каждый сотрудник является незаменимым;
 - упрощается адаптация новых сотрудников;**
 - любой сотрудник может выполнять любую операцию в процессе;
 - уменьшается влияние «человеческого фактора».**
13. Цикл Деминга это:
- процесс развития бизнеса – от основания компании до прекращения ее деятельности;
 - циклически повторяющийся процесс движения бизнеса от кризиса до кризиса;
 - **циклически повторяющийся процесс принятия решения Plan-Do-Check-Act;**
 - ежемесячный цикл формирования отчетности по итогам выполнения процессов.
14. Моделирование бизнес-системы это:
- построение набора диаграмм;
 - создание системы математических уравнений, описывающих параметры бизнес-системы;
 - выделение объектов бизнес-системы и их свойств, значимых для заинтересованных лиц;**
 - построение упрощенной модели реального бизнеса, с акцентом на описании выделенных свойств.**
15. Модель – это описание реальной или проектируемой бизнес-системы, сделанное:
- с определенной целью;**
 - с определенной точки зрения;**
 - в определенных рамках;**
 - в одном из стандартных языков моделирования.
16. Хорошо построенная модель:
- содержит на одной диаграмме полное описание всех бизнес-процессов;
 - состоит из нескольких диаграмм – по одной для каждого бизнес-процесса;
 - **состоит из иерархии диаграмм, каждая из которых содержит не более, чем 7±2 элемента;**
 - подробно описывает бизнес-процессы вплоть до мельчайших действий.
17. Декомпозиция модели это:
- разбиение полного описания бизнес-системы на отдельные диаграммы (листы);
 - разделение текстового описания и графических моделей;
 - оформление модели таким образом, чтобы текстовые описания раскрывали суть графических моделей;
 - **использование диаграмм низших уровней для раскрытия внутреннего содержания элементов верхних уровней.**
18. Углубление описания бизнес-модели производится:
- до максимальной степени детальности (до элементарных операций);
 - с равной степенью детальности для всех бизнес-областей;
 - **только в тех областях, где находится описание решаемой бизнес-проблемы;**
 - с помощью текстового описания, дополняющего графические модели.
19. Для построения полной бизнес-модели необходимы:
- описание структуры бизнес-целей и проблем, которые должны быть разрешены для достижения этих целей (Business View);
 - описание действий, создаваемых в них ценностей и необходимых для них бизнес-ресурсов (Business Process);
 - описание структуры бизнес-ресурсов (Business Structure);
 - описание поведения каждого бизнес-ресурса и бизнес-процесса в целом (Business Behavior);
 - **все вышеперечисленные описания.**
20. Графический язык UML является:
- единственно приемлемым вариантом для создания полноценных моделей бизнес-процессов;
 - **удобным способом представления информации в виде, понятном для разработчиков программного обеспечения;**
 - лучшим на сегодняшний день языком графического моделирования;
 - языком описания бизнес-процессов для систем исполнения процессов (Business Process Management Systems, BPMS).
21. Модель Business Use Case (бизнес-вариантов использования):
- **представляет всю бизнес-систему в виде «черного ящика», для которого описывает только функции, доступные внешним по отношению к бизнес-системе действующим лицам;**
 - описывает компьютерную систему, автоматизирующую бизнес-процессы;
 - описывает взаимоотношения между отдельными функциями в компании;
 - описывает технологический процесс деятельности компании.
22. Бизнес-вариант использования (Business Use Case) – это:
- цепочка работ, выполняемых бизнес-исполнителями;
 - технология взаимодействия пользователей с системой автоматизации бизнеса;

- **последовательность действий в рамках некоторого бизнес-процесса, приносящая ощутимый результат конкретному действующему лицу (Business Actor);**
 - должностные обязанности сотрудника – исполнителя бизнес-процесса.
23. Бизнес-вариант использования (Business Use Case) является:
- полным описанием бизнес-процесса;
 - описанием только поведения бизнес-процесса;
 - описанием только структуры ресурсов (сущностей), используемых при исполнении бизнес-процесса;
 - **лишь декларацией бизнес-процесса и требует уточнения модели с помощью других диаграмм (классов, последовательности, деятельности, состояний).**
24. При переходе от модели бизнес-вариантов использования (Business Use Case) к описанию функциональных требований к автоматизации бизнес-процесса:
- все бизнес-действующие лица (Business Actors) преобразуются в действующих лиц автоматизированной системы (Actors);
 - **те Business Actors, которые будут иметь непосредственный доступ к автоматизированной системе, превращаются в Actors для этой системы;**
 - создается Use Case модель, никак не связанная с моделью Business Use Case;
 - никакие дополнительные модели не создаются.
25. Бизнес-вариант использования (Business Use Case) может быть описан:
- **схематически – в графической форме и подробно – в виде текстового описания сценария использования;**
 - только в виде графической модели;
 - только в текстовом виде (сценарий использования);
 - только в виде графической модели с подробными комментариями на каждой диаграмме.
26. Диаграмма деятельности (Activity Diagram):
- графически описывает поток событий (передачу управления);**
 - показывает структуру бизнес-сущностей;
 - показывает альтернативы и параллельные потоки деятельности;**
 - показывает только ручные операции, выполняемые сотрудниками компании.
27. «Плавательные дорожки» (Swim Lanes) на диаграмме деятельности предназначены:
- для группировки операций, составляющих отдельные транзакции;
 - **для связывания конкретных исполнителей с выполняемыми ими операциями;**
 - для разделения автоматизированных и ручных операций;
 - для указания временных промежутков.
28. «Плавательные дорожки» (Swim Lanes) на диаграмме деятельности:
- могут быть расположены горизонтально;**
 - могут быть расположены вертикально;**
 - могут быть расположены в виде матрицы.**
29. Любая единица деятельности (Activity, Action) может располагаться:
- в произвольном количестве смежных «плавательных дорожек»;
 - **только в одной «плавательной дорожке»;**
 - только на границе между плавательными дорожками;
 - только вне плавательных дорожек.
30. Условное ветвление на диаграмме деятельности может содержать:
- сколько угодно входящих и исходящих связей;
 - сколько угодно входящих связей и только одну исходящую;
 - **только одну входящую связь и сколько угодно исходящих связей, для каждой из которых задано сторожевое условие (Guard Condition);**
 - только одну входящую связь, описание условия (Guard Condition) и две исходящие связи, которые соответствуют ветвям Then и Else.
31. Указание на диаграмме деятельности параллельного выполнения нескольких операций одним исполнителем:
- **означает, что последовательность выполнения этих операций определяется самим исполнителем;**
 - запрещено при описании бизнес-процессов, т.к. лишено смысла;
 - является примером неаккуратного построения модели;
 - приводит к средним и тяжелым расстройствам психики исполнителя из-за нервного перенапряжения.
32. Диаграмма последовательности (Sequence Diagram) описывает:
- **разворачивающийся во времени процесс обмена сообщениями между бизнес-объектами;**
 - интенсивность потока сообщений между бизнес-объектами;
 - временные интервалы, в течение которых выполняются те или иные операции бизнес-процесса;
 - поток передачи управления между различными участниками бизнес-процесса.

33. При посылке синхронного сообщения (Synchronous Message):
- отправитель сообщения продолжает выполнение своих операций;
 - отправитель сообщения формирует запись в системном журнале (лог-файле);
 - **отправитель сообщения ожидает прихода ответа от получателя;**
 - получатель сообщения должен выполнить полученную команду к определенному времени (времени синхронизации).
34. При посылке асинхронного сообщения (Asynchronous Message):
- **отправитель сообщения продолжает выполнение своих операций;**
 - отправитель сообщения формирует запись в системном журнале (лог-файле);
 - отправитель сообщения ожидает прихода ответного сообщения;
 - сообщение получают все бизнес-объекты, принадлежащие данному бизнес-процессу.
35. Диаграмма состояний (State Machine Diagram) описывает:
- размеры состояний (величину капитала), которыми обладают основные стейкхолдеры данной компании;
 - текущее состояние системы в определенный момент времени;
 - **логику перехода бизнес-объекта из одного состояния в другое под воздействием внешних событий (сообщений, сигналов);**
 - перечень значений всех параметров системы на определенном этапе выполнения бизнес-процесса.
36. Описание перехода между состояниями может содержать:
- имя переключающего события (триггера);**
 - имя исполнителя, выполняющего переход;
 - логическое выражение, определяющее условие срабатывания перехода (сторожевое условие);**
 - поведение, которое выполняется, если переход срабатывает.**
37. Требование к системе автоматизации бизнес-процесса это:
- **утвержденная обеими сторонами (заказчиком и разработчиком) спецификация того, что должно быть реализовано в системе;**
 - предложения заказчика относительно того, как решить проблему или достичь цели;
 - характеристики подобных систем, существующих на рынке;
 - рассказ заказчика о том, что бы ему хотелось увидеть в готовой системе.
38. Требование должно быть описано:
- в любом виде, удовлетворяющем заказчика;
 - с четким указанием того, как оно должно быть реализовано;
 - **без привязки к способу реализации;**
 - в виде UML-диаграммы.

Лабораторная работа

КОРРЕЛЯЦИОННЫЙ И РЕГРЕССИОННЫЙ АНАЛИЗ В MS EXCEL И В СТАТИСТИЧЕСКОМ КОМПЛЕКСЕ SPSS.

Оглавление.

1. Параметрический корреляционный анализ.	18
Задание 1. Проведение параметрического корреляционного анализа.	19
1.1 Расчет коэффициента корреляции Пирсона с использованием формулы (1).	19
1.2 Расчет коэффициента корреляции с использованием функции КОРРЕЛ.	20
1.3 Расчет коэффициента корреляции с использованием Пакета анализа MS Excel.	20
1.4 Проведение параметрического корреляционного анализа в ППП SPSS.	21
2. Непараметрические методы анализа.	24
Задание 2. Использование непараметрических методов анализа.	25
2.1 Расчет коэффициента корреляции Спирмена с использованием формулы (3).	25
2.2 Расчет коэффициента корреляции Кенделла с использованием формулы (4).	25
2.3 Расчет коэффициента корреляции Спирмена и Кенделла в ППП SPSS.	26
Задание для самостоятельной работы.	27
3. Регрессионный анализ.	28
3.1 Однопараметрические модели.	28
Задание 3. Построение модели линейной регрессии.	28
3.1 Расчет параметров уравнения линейной регрессии с использованием функции ЛИНЕЙН.	29
3.2 Нахождение уравнения линейной регрессии графическим методом.	30
3.3 Построение модели линейной регрессии с помощью инструмента «Регрессия».	30
3.4 Построение модели линейной регрессии с помощью ППП SPSS.	32
3.5. Построение линии регрессии.	34
Задание 4. Выбор наиболее точной модели связи.	34

1. Параметрический корреляционный анализ.

Одна из наиболее распространенных задач статистического исследования состоит в изучении **связи между выборками**. Обычно связь между выборками носит не функциональный, а вероятностный (или стохастический) характер. В этом случае нет строгой, однозначной зависимости между величинами. При изучении стохастических зависимостей различают **корреляцию и регрессию**.

Корреляционный анализ состоит в определении степени связи между двумя случайными величинами X и Y . В качестве меры такой связи используется **коэффициент корреляции**. Коэффициент корреляции оценивается по выборке объема n связанных пар наблюдений (x_i, y_i) из совместной генеральной совокупности X и Y . Существует несколько типов коэффициентов корреляции, применение которых зависит от измерения (способа шкалирования) величин X и Y .

Для оценки степени взаимосвязи величин X и Y , измеренных в количественных шкалах, используется коэффициент линейной корреляции (**коэффициент Пирсона**), предполагающий, что выборки X и Y распределены **по нормальному закону**. При таком распределении большая часть значений группировается около некоторого среднего значения, по обе стороны от которого частота наблюдений равномерно снижается.

1. Линейный коэффициент корреляции — параметр, который характеризует степень линейной взаимосвязи между двумя выборками, рассчитывается по формуле (1):

$$r_{xy} = \frac{\sum (x_i - \bar{x}) \cdot (y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum (x_i - \bar{x})^2 \cdot \sum (y_i - \bar{y})^2}} \quad (1)$$

где x_i — значения, принимаемые в выборке X ,
 y_i — значения, принимаемые в выборке Y ;
 \bar{x} — средняя по X , \bar{y} — средняя по Y .

Коэффициент корреляции изменяется от -1 до 1. Когда при расчете получается величина большая +1 или меньшая -1 — следовательно, произошла ошибка в вычислениях. При значении 0 линейной зависимости между двумя выборками нет.

Знак коэффициента корреляции очень важен для интерпретации полученной связи. Если знак коэффициента линейной корреляции — **плюс**, то связь между коррелирующими признаками такова, что большей величине одного признака (переменной) соответствует большая величина другого признака (другой переменной). Иными словами, если один показатель (переменная) увеличивается, то соответственно увеличивается и другой показатель (переменная). Такая зависимость носит название **прямо пропорциональной зависимости**.

Если же получен знак **минус**, то большей величине одного признака соответствует меньшая величина другого. Иначе говоря, при наличии знака минус, увеличению одной переменной (признака, значения) соответствует уменьшение другой переменной. Такая зависимость носит название **обратно пропорциональной зависимости**.

Теснота связи и величина коэффициента корреляции.

Коэффициент корреляции r_{xy}	Теснота связи
$\pm 0,91-1,0$	Очень сильная
$\pm 0,81-0,9$	Весьма сильная
$\pm 0,65-0,8$	Сильная
$\pm 0,45-0,64$	Умеренная
$\pm 0,25-0,44$	Слабая
До $\pm 0,25$	Очень слабая
«+» - прямая зависимость «-» - обратная зависимость	

Для того чтобы оценить наличие связи между двумя переменными, также можно использовать **t-статистику Стьюдента**, которая оценивает отношение величины линейного коэффициента корреляции к среднему квадратическому отклонению и рассчитывается по формуле (2)

$$t_{расч} = \frac{r_{xy} \sqrt{n-2}}{\sqrt{1-r_{xy}^2}} \quad (2)$$

Полученную величину $t_{расч}$ сравнивают с табличным значением t-критерия Стьюдента с $n-2$ степенями свободы. Если $t_{расч} > t_{табл}$, то практически невероятно, что найденное значение обусловлено только случайными совпадениями величин X и Y в выборке из генеральной совокупности, т.е. существует зависимость между X и Y . И наоборот, если $t_{расч} < t_{табл}$, то величины X и Y независимы.

Задание 1. Проведение параметрического корреляционного анализа.

Условие задачи: По 20 туристическим фирмам были установлены затраты на рекламную кампанию и количество туристов, воспользовавшихся после ее проведения услугами каждой фирмы. Необходимо определить коэффициент корреляции между исследуемыми признаками, используя:

1. Формулу линейного коэффициента корреляции.
2. Статистическую функцию КОРРЕЛ.
3. Пакет анализа MS Excel.
4. Методы корреляционного анализа ППП SPSS.

1.1 Расчет коэффициента корреляции Пирсона с использованием формулы (1).

Откройте новую книгу MS Excel и создайте таблицу согласно рис. 1, сохраните в своей папке под именем *Параметрический Анализ.xls*.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	
1		№ фирмы	Затраты на рекламу, у.е. (X _i)	Количество туристов (Y _i)	\bar{X}	$X_i - \bar{X}$	\bar{Y}	$Y_i - \bar{Y}$	$\sum(X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y})$	$(X_i - \bar{X})^2$	$(Y_i - \bar{Y})^2$	$\sum(X_i - \bar{X})^2$	$\sum(Y_i - \bar{Y})^2$	$\sqrt{\sum(X_i - \bar{X})^2 \cdot \sum(Y_i - \bar{Y})^2}$	R_{xy}
2		1	5	720											
3		2	5	750											
4		3	7	800											
5		4	8	820											
6		5	9	800											
7		6	10	880											
8		7	11	950											
9		8	12	820											
10		9	13	900											
11		10	14	950											
12		11	15	920											
13		12	15	980											
14		13	16	980											
15		14	17	970											
16		15	18	980											
17		16	18	1010											
18		17	19	1100											
19		18	20	1100											
20		19	20	1115											
21		20	21	1100											
22															
23		Коэффициент корреляции													
24		Т-статистика Стьюдента													

Рис.1. Данные для задачи №1.

1. В ячейке **D2** рассчитайте \bar{X} (среднее значение переменной X_i).
2. В диапазоне ячеек **E2:E21** рассчитайте $X_i - \bar{X}$ (отклонение значений переменной X_i от среднего значения \bar{X}).
3. В ячейке **F2** рассчитайте \bar{Y} (среднее значение переменной Y_i).
4. В диапазоне ячеек **G2:G21** рассчитайте $Y_i - \bar{Y}$ (отклонение значений переменной Y_i от среднего значения \bar{Y}).
5. В ячейке **H2** рассчитайте сумму произведений $\sum(X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y})$, воспользовавшись математической функцией СУММПРОИЗВ.
6. В диапазоне ячеек **I2:I21** рассчитайте $(X_i - \bar{X})^2$ (квадраты отклонений значений переменной X_i от среднего значения \bar{X}).

7. В диапазоне ячеек **J2:J21** рассчитайте $(Y_i - \bar{Y})^2$ (квадраты отклонений значений переменной Y_i от среднего значения \bar{Y}).
8. В ячейке **K2** рассчитайте $\sum (X_i - \bar{X})^2$.
9. В ячейке **L2** рассчитайте $\sum (Y_i - \bar{Y})^2$.
10. В ячейке **M2** рассчитайте $\sqrt{\sum (x_i - \bar{x})^2 \cdot \sum (y_i - \bar{y})^2}$.
11. В ячейке **N2** рассчитайте коэффициент линейной корреляции R_{xy} .
12. Сделайте вывод о тесноте связи между затратами на рекламу и количеством привлеченных туристов и направлении этой связи.

1.2 Расчет коэффициента корреляции с использованием функции КОРРЕЛ.

1. В ячейке **D23** рассчитайте коэффициент корреляции, используя функцию **КОРРЕЛ** из категории **Статистические**.

Синтаксис функции **КОРРЕЛ**:

КОРРЕЛ (массив 1; массив 2):
 где *массив 1* – ссылка на диапазон ячеек первой выборки (X);
массив 2 – ссылка на диапазон ячеек второй выборки (Y).

23	Коэффициент корреляции	0,952
-----------	-------------------------------	--------------

2. Оцените значимость коэффициента корреляции. С этой целью рассматриваются две гипотезы. **Основная H_0 :** $\rho_{xy}=0$ и **альтернативная H_1 :** $\rho_{xy} \neq 0$. Для проверки гипотезы H_0 рассчитайте **t-статистику Стьюдента** по формуле (2) в ячейке **D24**. В нашем случае число степеней свободы $\nu = n - 2 = 20 - 2 = 18$ (количество наблюдений минус два).
3. Сравните полученное значение с критическим значением $t_{\nu, \alpha}$ распределения Стьюдента. (При $\nu = 18$ и вероятности $\alpha = 0,05$, $t_{\nu, \alpha, \text{табл}} = 1,734$). Сделайте вывод о значимости коэффициента корреляции.

24	T-статистика Стьюдента	13,24
-----------	-------------------------------	--------------

1.3 Расчет коэффициента корреляции с использованием Пакета анализа MS Excel.

1. Сначала убедитесь, что был активизирован **Пакет анализа**, т.е. в меню **Сервис** есть команда **Анализ данных**. Если нет, то выполните команду **Сервис/Настройка**. В диалоговом окне **Настройки** установите флажок **Пакет анализа** и щелкните по кнопке **ОК**.
2. Далее выполните команду **Сервис/Анализ данных**. Выберите инструмент анализа **Корреляции**.
3. В диалоговом окне **Корреляция** установите параметры согласно рис.2.

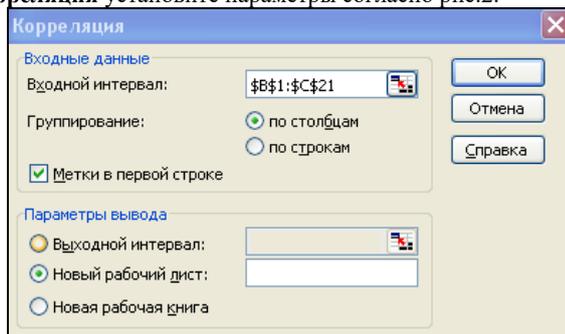


Рис.2. Окно Корреляция.

4. На новом рабочем листе получите значение коэффициента корреляции. Сравните с ранее полученными результатами.
5. Сохраните изменения в книге.

1.4 Проведение параметрического корреляционного анализа в ППП SPSS.

1. Загрузите SPSS и введите данные в режиме **Data View (Просмотр данных)** согласно рис. 3. Сохраните в своей папке под именем *Параметрический_Анализ.sav* (данные можно также скопировать из файла MS Excel).



	Затраты	КоличествоТуристов
1	5,00	720
2	5,00	750
3	7,00	800
4	8,00	820
5	9,00	800
6	10,00	880
7	11,00	950
8	12,00	820
9	13,00	900
10	14,00	950
11	15,00	920
12	15,00	980
13	16,00	980
14	17,00	970
15	18,00	980
16	18,00	1010
17	19,00	1100
18	20,00	1100
19	20,00	1115
20	21,00	1100

Рис.3. Данные в режиме Data View.

Согласно статистической теории, чтобы сделать возможным применение большинства статистических процедур, данные должны подчиняться **закону нормального распределения**, при котором большая часть значений группируется около некоторого среднего значения, по обе стороны от которого частота наблюдений равномерно снижается. На диаграмме (рис. 4) показана кривая нормального распределения (Колокол Гаусса).

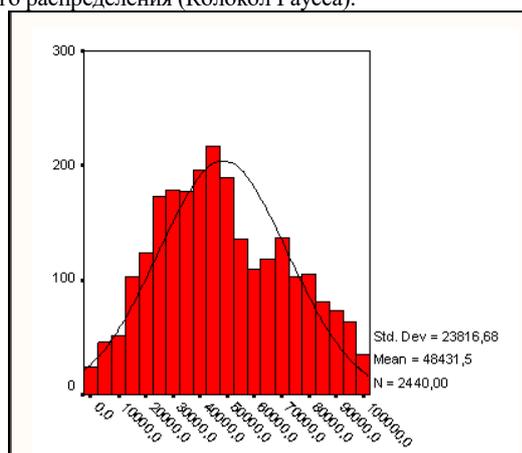


Рис.4. Кривая нормального распределения.

Для того, чтобы определить подчиняются ли два эмпирических распределения одному закону, либо определить, подчиняется ли полученное распределение предполагаемой модели используется **критерий согласия Колмогорова** (также известный, как критерий согласия Колмогорова-Смирнова).

2. Прежде чем исследовать наличие корреляции между исследуемыми признаками протестируем обе переменные **Затраты** и **Количество туристов** на закон нормального распределения при помощи критерия согласия Колмогорова-Смирнова. Для этого:

- ✓ Выполните команду **Analyze/Nonparametric Tests/1-Sample K-S (Анализ/Непараметрические тесты/Тест Колмогорова-Смирнова)**.
- ✓ В диалоговом окне перетащите переменную **Затраты** в область **Test Variable List (Список тестируемых переменных)**.
- ✓ Выберите тип распределения **Normal (Нормальное распределение)**.

- ✓ При малых размерах выборки применяются точные методы. Выберите использование точного метода при помощи кнопки **[Exact]** (*Точный*). Для практических целей следует применять метод **Monte-Carlo** с установленным по умолчанию количеством выборок (10 000). Доверительный уровень 99 % практически всегда является слишком высоким, поэтому измените его на 95 %, что соответствует доверительному уровню при расчете статистической ошибки выборки для маркетинговых исследований (рис.5).

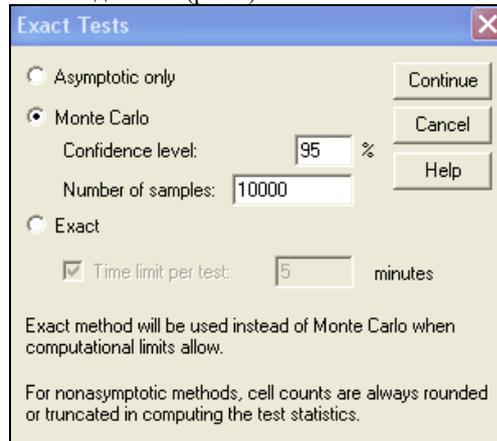


Рис.5. Настройка параметров точного метода.

- ✓ Нажмите кнопку *[Continue]* (*Продолжить*) и *OK*.

3. Проанализируем полученный результат (см. рис.6).

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test			Затраты
N			20
Normal Parameters ^{a,b}	Mean		13,6500
	Std. Deviation		5,09153
Most Extreme Differences	Absolute		,105
	Positive		,074
	Negative		-,105
Kolmogorov-Smirnov Z			,468
Asymp. Sig. (2-tailed)			,981
Monte Carlo Sig. (2-tailed)	Sig.		,963 ^c
	95% Confidence Interval	Lower Bound	,960
		Upper Bound	,967

Рис.6. Результат тестирования на закон нормального распределения.

- ✓ **Mean** (*среднее значение*) = 13,65 у.е;
 - ✓ **Std. deviation** (*Стандартное отклонение*) = 5,091153 у.е, это означает, что в интервале шириной, равной удвоенному стандартному отклонению, который отложен по обе стороны от среднего значения, располагается примерно 67% всех значений выборки, подчиняющейся нормальному распределению).
 - ✓ **Значимость** тестовых характеристик: **Asymp. Sig. (2-tai-led)** (*асимптотическая значимость двухсторонняя*) = 0,981 и **Monte Carlo Sig (точная значимость Монте-Карло)** = 0,963. Поскольку исходная гипотеза состояла в наличии нормального распределения, то статистическая значимость менее 0,05 означает, что исследуемая переменная не подчиняется закону нормального распределения. В нашем случае статистически значимого отличия от нормального распределения не обнаружено **p=0,963≥0,05** и исходная гипотеза подтверждается.
 - ✓ Для визуального просмотра функции нормального распределения выполните команду **Graphs/Histogram** (*Графики/Гистограмма*). В диалоговом окне в область **Variable** (*Переменная*) перетащите переменную **Затраты** и установите флажок **Display normal curve** (*Отображать нормальную кривую*).
4. Аналогичным образом протестируйте другую переменную **Количество туристов** на закон нормального распределения.

Следует отметить, что в маркетинговых исследованиях данные редко оказываются подчиненными закону нормального распределения. Многие аналитики предполагают, что данные, не подчиняющиеся нормальному распределению, являются выбросами (случайными значениями). Данная техника оправдывает себя в тех случаях, когда от абсолютной точности построенных статистических моделей ровным счетом ничего не зависит. Исследователей в большинстве случаев интересует лишь общее направление различий, связей и т. п. В этом и заключается специфика маркетинговых

исследований: аналитика не интересуется, как ведет себя каждый респондент в выборке, — ему интересно знать, как ведут себя целевые группы.

5. После того как переменные протестированы на закон нормального распределения, можно приступить к определению линейного коэффициента корреляции Пирсона. Для этого:

- ✓ Выполните команду **Analyze/Correlate/Bivariate** (*Анализ/Корреляция/Парные*).
- ✓ В диалоговом окне в область переменных перетащите обе переменные, укажите коэффициент корреляции Пирсона, уровень значимости - двусторонний, нажмите кнопку [**Options**] и установите параметры согласно рис. 7.
- ✓ Нажмите кнопку [**Continue**] (*Продолжить*) и **OK**.

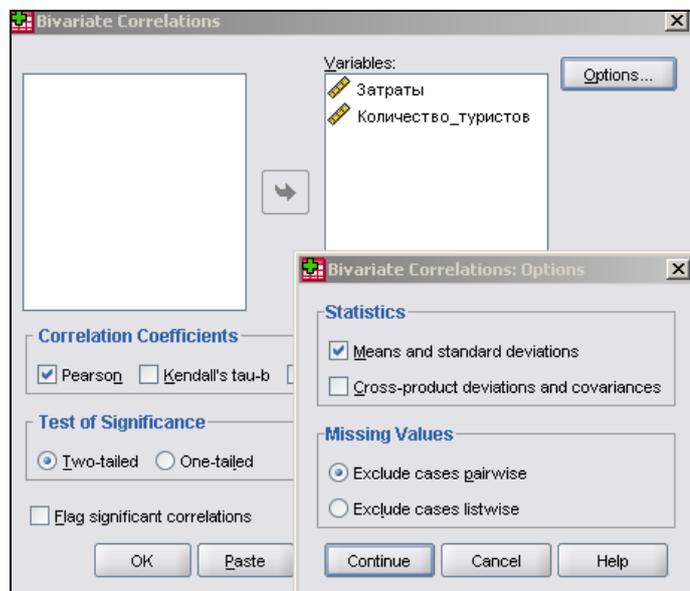


Рис.7. Диалоговое окно «Корреляции».

6. Проанализируем полученный результат (см. рис.8).

- ✓ В верхней области отчета SPSS вывел таблицу **Descriptive Statistics** (*Описательная статистика*), поскольку был установлен флажок **Means and standard deviations** (*Среднее значение и стандартное отклонение*).
- ✓ Из таблицы **Correlations** (*Корреляции*) видно, что коэффициент корреляции Пирсона равен 0,952, это указывает на то, что зависимость между затратами на рекламу и количеством привлеченных туристов прямо пропорциональная, а **теснота связи очень сильная**.
- ✓ Статистическая значимость (**Sig. (2-tailed)**) в нашем случае меньше 0,001, показывает вероятность того, что корреляции не является случайной, т.е. с вероятностью 95% можно утверждать, что коэффициент корреляции является значимым.

Описательная статистика			
	Mean	Std. Deviation	N
Затраты	13,6500	5,09153	20
Количество_туристов	932,25	120,334	20

Корреляция			
		Затраты	Количество_туристов
Затраты	Pearson Correlation	1	,952
	Sig. (2-tailed)		,000
	N	20	20
Количество_туристов	Pearson Correlation	,952	1
	Sig. (2-tailed)	,000	
	N	20	20

Рис.8. Отчет по корреляции Пирсона.

7. Для визуального просмотра корреляционного поля выполните команду **Graphs/Scatter-Dot** (*Графики/Точечное рассеивание*), далее укажите **Simple Scatter** (*Простое рассеивание*), щелкните по кнопке [**Define**] (*Определить*), в область оси X перенесите переменную **Затраты**, а в область оси Y – переменную **Количество туристов**. Нажмите **OK**.
8. Сохраните в своей папке полученный отчет под именем *Анализ_Пирсон.spo*.

Формула (1) для вычисления коэффициента корреляции Пирсона дает достаточно точные результаты и для распределений, не являющихся нормальными и в случае, когда одна из переменных является дискретной. Однако, при таких распределениях, предпочтительнее использовать ранговые коэффициенты корреляции Спирмена или Кенделла.

2. Непараметрические методы анализа.

Рассмотренный выше метод корреляционного анализа является обоснованным лишь в условиях нормального или близкого к нормальному распределению признаков в изучаемой совокупности. Как видно из формулы (1) для определения линейного коэффициента корреляции необходимо знать значения факторного X и результативного Y признаков.

В некоторых случаях можно встретиться с такими качествами, которые не поддаются выражению числом единиц. В этом случае прибегают к непараметрическим методам, позволяющим измерить интенсивность связи как между количественными признаками, форма распределения которых отличается от нормальной, так и между качественными признаками.

В основу непараметрических методов положен принцип нумерации значений статистического ряда. Каждой единице совокупности присваивается порядковый номер в ряду, который будет упорядочен по уровню признака. Таким образом, ряд значений ранжируется, а номер каждой отдельной единицы будет ее рангом.

Можно получить предварительное представление о наличии связи между признаками, если сопоставить последовательность взаимного расположения рангов факторного и результативного признаков. Для этого ранги индивидуальных значений факторного признака располагают в порядке возрастания, и если ранги результативного признака обнаруживают тенденцию к увеличению, можно предполагать наличие прямой связи. Если же с увеличением рангов факторного признака ранги результативного признака уменьшаются, то это говорит о возможном наличии между изучаемыми признаками обратной связи.

Для проведения непараметрического анализа используют:

1. Коэффициент ранговой корреляции Спирмена.
2. Коэффициент ранговой корреляции Кенделла.
3. Коэффициент конкордации ω .

1. Коэффициент ранговой корреляции Спирмена является непараметрическим аналогом коэффициента корреляции Пирсона и основан на рассмотрении разности рангов значений факторного и результативного признаков. Формула коэффициента ранговой корреляции Спирмена имеет вид:

$$\rho = 1 - \frac{6 \cdot \sum d_i^2}{n(n^2 - 1)} \quad (3)$$

где $d_i = x_i - y_i$, $i = \overline{1, n}$ - разности между рангами переменных X и Y ;
 n - количество признаков.

2. Коэффициент ранговой корреляции Кенделла также является мерой связи между переменными X и Y . Формула коэффициента ранговой корреляции Спирмена имеет вид:

$$\tau = \frac{2S}{n(n-1)} \quad (4)$$

где $S = P + Q$

Для вычисления τ нужно упорядочить ряд рангов переменной X , приведя его к ряду натуральных чисел. Затем рассматривают последовательность рангов переменной Y .

Первое слагаемое P - это мера соответствия последовательности рангов переменной Y последовательности рангов переменной X . При определении слагаемого P надо установить, сколько чисел, находящихся справа от каждого из элементов последовательности рангов переменной Y , имеет величину ранга, превышающую ранг рассматриваемого элемента.

Второе слагаемое Q - это мера несоответствия последовательности рангов переменной Y последовательности рангов переменной X . Для определения Q подсчитывают, сколько чисел, находящихся справа от каждого из членов последовательности рангов переменной Y имеют ранг меньше, чем эта единица. Такие величины берутся со знаком минус.

При достаточно большом числе наблюдений между коэффициентами корреляции Спирмена и Кенделла существует

соотношение $\rho = \frac{3}{2} \tau$ (5).

Задание 2. Использование непараметрических методов анализа.

Условие задачи: Эксперты аналитического центра оценивали шансы кандидатов в депутаты на этапе предвыборной кампании следующим образом:

№ депутата	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ранг кандидатов по результатам оценки экспертов	7	4	1	3	10	5	9	2	8	6
Ранг депутата по числу поданных голосов на выборах	5	6	2	7	8	3	10	1	9	4

Необходимо:

1. Рассчитать коэффициент ранговой корреляции Спирмена по формуле (3) в MS Excel.
2. Рассчитать коэффициент ранговой корреляции Кенделла по формуле (4) в MS Excel.
3. Провести непараметрический анализ в ППП SPSS.

2.1 Расчет коэффициента корреляции Спирмена с использованием формулы (3).

1. Откройте новую книгу MS Excel и создайте таблицу согласно рис. 9.
2. Лист 1 переименуйте в **Спирмен** и сохраните в своей папке под именем *Непараметр_анализ.xls*.

	А	В	С	Д	Е
	№ кандидата в депутаты	Ранг кандидатов по результатам оценки экспертов	Ранг депутата по числу поданных голосов на выборах	Разница рангов d_i	d_i^2
1					
2	1				
3	2				
4	3				
5	4				
6	5				
7	6				
8	7				
9	8				
10	9				
11	10				
12	Итого				
13	Коэффициент ранговой корреляции Спирмена				

Рис.9. Данные для задачи №2 (пункт 2.1)

3. В диапазоне ячеек **D2:D11** рассчитайте абсолютную разницу рангов $|d_i|$ с использованием математической функции **ABS**.
4. В диапазоне ячеек **E2:E11** рассчитайте квадрат разницы рангов d_i^2 .
5. В ячейке **E12** рассчитайте $\sum d_i^2$.
6. В ячейке **E13** рассчитайте коэффициент ранговой корреляции Спирмена по формуле (3).

13	Коэффициент корреляции Спирмена	0,758
-----------	--	--------------

7. Сделайте вывод о направлении и тесноте связи между исследуемыми признаками.

2.2 Расчет коэффициента корреляции Кенделла с использованием формулы (4).

1. Перейдите на новый лист книги *Непараметр_анализ.xls*. и дайте ему имя **Кенделл**.
2. Скопируйте на этот лист данные из диапазона ячеек **A1:C11** листа **Спирмен**.
3. Выделите данный диапазон ячеек и проведите его сортировку по **столбцу В** (ранжирование по переменной X). Дополните лист данными согласно рис. 10.

	A	B	C
	№ кандидата в депутаты	Ранг кандидатов по результатам оценки экспертов (X)	Ранг депутата по числу поданных голосов на выборах (Y)
1			
2	3		1
3	8		2
4	4		3
5	2		4
6	6		5
7	10		6
8	1		7
9	9		8
10	7		9
11	5		10
12			
13	P		
14	Q		
15	S		
16	Коэффициент ранговой корреляции Кенделла		

Рис.10. Данные для задачи №2 (пункт 2.2).

4. Рассчитайте слагаемое **P** – меру соответствия последовательности рангов переменной Y последовательности рангов переменной X. Например, первому значению в последовательности рангов переменной Y, т.е. числу 2 соответствует восемь чисел (7, 6, 3, 4, 5, 9, 10, 8), которые превышают ранг 2; второму значению 1 соответствует также восемь чисел (7, 6, 3, 4, 5, 9, 10, 8), превышающих 1; третьему значению 7 соответствует три числа (9, 10, 8) и т.д. Суммируя таким образом полученные числа (8+8+3+.....) получите значение **P** в ячейке **C13** (см. рис.11).
5. Рассчитайте слагаемое **Q** – меру несоответствия последовательности рангов переменной Y последовательности рангов переменной X. Например, первому значению 2 последовательности рангов переменной Y, соответствует только одно число 1, которое меньше ранга 2; второму значению 1 соответствует 0 чисел, ранг которых меньше 1; третьему значению 7 соответствуют четыре числа (6, 3, 4, 5), ранг которых меньше 7 и т.д. Суммируя таким образом полученные числа со знаком минус (-1 - 0 - 4 - ...), получите значение **P** в ячейке **C14** (см. рис.11).
6. В ячейке **C15** рассчитайте значение **S** (см. рис.11).
7. В ячейке **C16** рассчитайте значение коэффициента ранговой корреляции Кенделла (см. рис.11).

13	P		35
14	Q		-10
15	S		25
16	Коэффициент ранговой корреляции Кенделла		0,556

Рис.11. Расчет коэффициента ранговой корреляции Кенделла.

8. Сравните коэффициенты Спирмена и Кенделла, используя формулу (5). В большинстве случаев рекомендуется применять коэффициент корреляции Спирмена. Использование коэффициента Кенделла оправдано только в том случае, когда в структуре данных имеются выбросы.

2.3 Расчет коэффициента корреляции Спирмена и Кенделла в ППП SPSS.

1. Загрузите SPSS и введите данные в режиме **Data View** (*Просмотр данных*) согласно рис. 12. Сохраните в своей папке под именем *Непараметрический Анализ. Sav* (данные можно также скопировать из файла MS Excel).
2. Перейдите в режим **Variable View** (*Просмотр переменных*) и для переменных R1 и R2 задайте **Label** (*Метка*) **Ранг по оценке эксперта** и **Ранг по полученным голосам** соответственно.

	R1	R2
1	7	5
2	4	6
3	1	2
4	3	7
5	10	8
6	5	3
7	9	10
8	2	1
9	8	9
10	6	4

Рис.12. Данные в режиме *Data View*.

3. Выполните команду **Analyze/Correlate/Bivariate** (*Анализ/Корреляция/Парные*).
4. В диалоговом окне в область переменных перетащите обе переменные, укажите коэффициент корреляции Спирмена и Кенделла, уровень значимости – двусторонний (см. рис. 13).

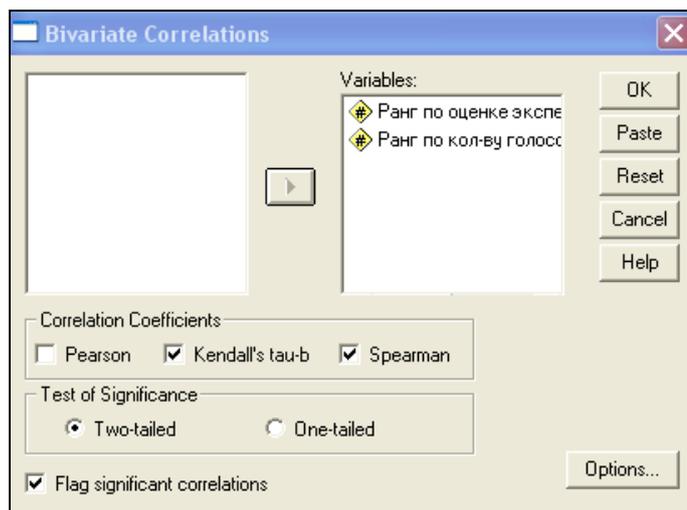


Рис.13. Диалоговое окно «Корреляции».

5. Проанализируйте полученный результат (рис. 14) аналогично заданию №1. Сравните полученные результаты с коэффициентами корреляции Спирмена и Кендалла, рассчитанными по формулам в MS Excel.
6. Сохраните отчет в своей папке под именем *Непараметр_Анализ.spo*.

Correlations				
			Ранг по оценке эксперта	Ранг по кол-ву голосов
Kendall's tau_b	Ранг по оценке эксперта	Correlation Coefficient	1,000	,556*
		Sig. (2-tailed)	.	,025
		N	10	10
	Ранг по кол-ву голосов	Correlation Coefficient	,556*	1,000
		Sig. (2-tailed)	,025	.
		N	10	10
Spearman's rho	Ранг по оценке эксперта	Correlation Coefficient	1,000	,758*
		Sig. (2-tailed)	.	,011
		N	10	10
	Ранг по кол-ву голосов	Correlation Coefficient	,758*	1,000
		Sig. (2-tailed)	,011	.
		N	10	10

*. Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

Рис.14. Отчет по корреляции Спирмена и Кендалла.

Задание для самостоятельной работы.

Установить, зависит ли количество посетителей музея и посетителей парка от числа ясных дней за определенный период. Для этого:

- Вычислить коэффициенты корреляции с использованием функции КОРРЕЛ в MS Excel.
- Провести исследование в ППП SPSS.
- Построить корреляционное поле.

Число ясных дней (X)	8	14	20	25	20	15
Количество посетителей музея (Y)	495	503	380	305	348	465
Количество посетителей парка (Y)	132	348	643	865	743	541

3. Регрессионный анализ.

Цель регрессионного анализа – определить количественные связи между зависимыми случайными величинами. Одна из этих величин полагается зависимой и называется **откликом**, другие – независимые, называются **факторами** или **регрессорами**.

Регрессионный анализ позволяет:

- Производить расчет регрессионных моделей путем определения значений параметров – постоянных коэффициентов при независимых переменных-регрессорах.
- Проверять гипотезу об адекватности модели имеющимся наблюдениям.
- Использовать модель для прогнозирования значений зависимой переменной при новых или ненаблюдаемых значениях независимых переменных.

Среди регрессионных моделей обычно выделяют:

1. Однопараметрические модели (зависимости от одной переменной).
2. Многопараметрические модели (зависимости от нескольких переменных).
3. Линейные модели относительно независимых переменных.
4. Модели нелинейные по переменным и нелинейные по параметрам.

3.1 Однопараметрические модели.

Наиболее распространенные методы регрессионного анализа являются параметрическими, большая их часть основана на предположении о нормальном распределении данных наблюдений, поэтому в каждом случае анализа необходима предварительная проверка данных нормальному распределению.

Линейная модель.

Если коэффициент корреляции по абсолютной величине близок к единице, то для построения зависимости используется линейная модель. Для других случаев используются более сложные нелинейные модели.

Модель простой линейной регрессии имеет вид:

$$y = b \cdot x + a \quad (6)$$

где y – зависимая переменная (отклик),
 x – независимая переменная-регрессор (фактор),
 b – коэффициент регрессии,
 a – смещение по оси ординат.

Смещение по оси ординат соответствует точке на оси Y (вертикальной оси), где прямая регрессии пересекает эту ось. Коэффициент регрессии b через соотношение $b = \operatorname{tg}(a)$ указывает на угол наклона прямой.

Для получения параметров модели a и b чаще всего используют метод наименьших квадратов, основанный на минимизации среднеквадратической ошибки модели. Т.е. оптимальным решением задачи построения линейной регрессии является такая прямая, для которой сумма квадратов вертикальных расстояний до отдельных точек данных является минимальной.

При выполнении регрессионного анализа необходимо получить оценки, позволяющие дать прогноз с определенной точностью и вероятностью. При нормальном законе распределения условия будут удовлетворены, если оценить:

1. Ожидаемые значения коэффициентов b и a .

$$b = \frac{\sum (x_i - \bar{x}) \cdot (y_i - \bar{y})}{\sum (x_i - \bar{x})^2} \quad (7) \quad a = \bar{y} - b \cdot \bar{x} \quad (8)$$

где x_i - значения независимого признака;

\bar{x} - среднее значение независимого признака;

y_i - фактические значения результативного признака, полученные по данным наблюдений;

\bar{y} - среднее фактических значений результативного признака.

2. Стандартную (среднюю квадратическую) ошибку модели.

$$S_{\theta} = \sqrt{\frac{\sum (y_i - \hat{y}_i)^2}{n - m}} \quad (9),$$

где y_i - фактические значения результативного признака, полученные по данным наблюдений;

\hat{y}_i - рассчитанные значения результативного признака;

n - объем выборки;

m - число параметров в уравнении регрессии.

Задание 3. Построение модели линейной регрессии.

Условие задачи: По 20 туристическим фирмам были установлены затраты на рекламную кампанию и количество туристов, воспользовавшихся после ее проведения услугами каждой фирмы. Необходимо построить модель линейной регрессии, учитывая, что переменные подчинены нормальному закону распределения.

3.1 Расчет параметров уравнения линейной регрессии с использованием функции ЛИНЕЙН.

Откройте новую книгу MS Excel и создайте таблицу согласно рис. 15, сохраните в своей папке под именем *Регрессионный Анализ.xls*. (Данные можно также скопировать из файла по заданию №1).

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	№ фирмы	Затраты на рекламу, у.е. (X _i)	Количество туристов (Y _i)	\hat{y}_i	$(y_i - \hat{y}_i)$	$(y_i - \hat{y}_i)^2$	$\sum (y_i - \hat{y}_i)^2$	S_e	\bar{y}
2	1	5	720						
3	2	5	750						
4	3	7	800						
5	4	8	820						
6	5	9	800						
7	6	10	880						
8	7	11	950						
9	8	12	820						
10	9	13	900						
11	10	14	950						
12	11	15	920						
13	12	15	980						
14	13	16	980						
15	14	17	970						
16	15	18	980						
17	16	18	1010						
18	17	19	1100						
19	18	20	1100						
20	19	20	1115						
21	20	21	1100						
22									
23									
24									
25	Кoeffициенты уравнения		b	a					
26									
27	Уравнение регрессии								

Рис.15. Данные для задачи №3.

- Для получения коэффициентов **a** и **b** линейного уравнения регрессии $y=b*x+a$, описывающего зависимость количества привлеченных туристов от затрат на рекламу воспользуемся статистической функцией **ЛИНЕЙН**. Для этого выделите две ячейки **C26:D26** и выполните вставку функции **ЛИНЕЙН** с аргументами согласно рис.16. Здесь **Известные_значения_y** – диапазон значений **Количество туристов**, **Известные_значения_x** – диапазон значений **Затраты на рекламу**. Нажмите комбинацию клавиш **SHIFT+CTRL+ENTER**.

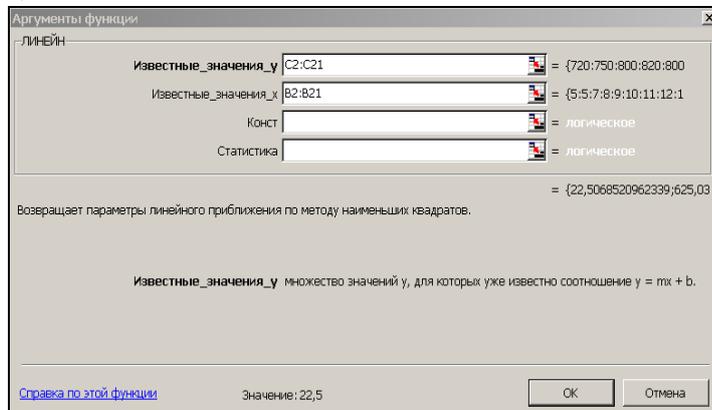


Рис. 16. Аргументы функции ЛИНЕЙН.

- В ячейку **C27** введите уравнение регрессии $y=b*x+a$, (вместо **b** и **a** подставьте полученные коэффициенты линейной регрессии).

25	Кoeffициенты уравнения	b	a
26		22,507	625,031
27	Уравнение регрессии	$Y=22,507X+625,031$	

- Рассчитайте стандартную (среднюю квадратическую) ошибку модели по формуле (7). Для этого:
 - В диапазоне ячеек **D2:D21** рассчитайте значения результативного признака \hat{y}_i путем подстановки значений независимого признака-регрессора **X** в уравнение линейной регрессии.
 - В диапазоне ячеек **E2:E21** рассчитайте отклонения фактических значений результативного признака от рассчитанных значений $(y_i - \hat{y}_i)$.
 - В диапазоне ячеек **F2:F21** рассчитайте квадраты отклонений $(y_i - \hat{y}_i)^2$.
 - В ячейке **G2** рассчитайте сумму квадратов отклонений $\sum (y_i - \hat{y}_i)^2$.

- В ячейке **H2** рассчитайте стандартную ошибку модели S_{θ} по формуле 9.
- Проанализируйте величину ошибки. Для этого рассчитайте среднее значение \bar{y} фактического резуль­тативного признака в ячейке **I2** и найденное значение подставьте в формулу $S_{\theta} / \bar{y}_i \cdot 100\%$.

G	H	I
S_{θ}	\bar{y}	Величина ошибки
37,726	932,25	4,05%

4. Сделайте вывод об адекватности линейной модели.

3.2 Нахождение уравнения линейной регрессии графическим методом.

1. Для получения уравнения регрессии построим **корреляционное поле** переменных **X** (затраты на рекламу) и **Y** (количество туристов).
2. Выделите диапазон ячеек **B2:C21**, запустите мастера диаграмм и выберите тип диаграммы – **Точечная**. Задайте для диаграммы имя – *Корреляционное поле*, ось **X** – *Затраты на рекламу*, ось **Y** – *Количество туристов*. На последнем шаге мастера укажите место расположения – *отдельный лист*.
3. Добавьте **линию тренда** на точечный график. Для этого необходимо выделить диаграмму и выполнить команду меню **Диаграмма /Добавить линию тренда**, либо выполнить данную команду из контекстного меню, щелкнув по любой точке графика. **Линия тренда** – графическое представление направления изменения ряда данных
4. Выберите тип тренда **Линейный**, который используется для аппроксимации данных по методу наименьших квадратов в соответствии с уравнением $y=b*x+a$.
5. На вкладке **Параметры** установите флажки **Показать уравнение на диаграмме** и **Поместить на диаграмму величину достоверности аппроксимации R^2** . Щелкните по кнопке **ОК**. R^2 - это число от 0 до 1, которое отражает близость линии тренда к фактическим данным. Линия тренда наиболее соответствует действительности, когда значение R^2 близко к 1.
6. Сравните уравнение регрессии, полученное графическим методом (рис. 17), с уравнением, рассчитанным с помощью функции **ЛИНЕЙН**.

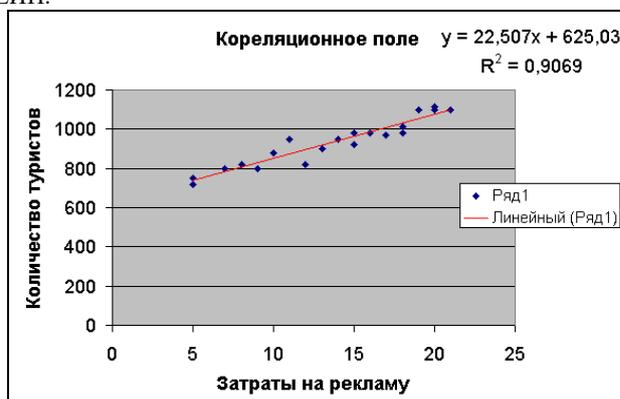


Рис.17. Модель линейной регрессии.

3.3 Построение модели линейной регрессии с помощью инструмента «Регрессия».

1. Сначала убедитесь, что был активизирован **Пакет анализа**, т.е. в меню **Сервис** есть команда **Анализ данных**. Если нет, то выполните команду **Сервис/Надстройки**. В диалоговом окне **Надстройки** установите флажок **Пакет анализа** и щелкните по кнопке **ОК**.
2. Далее выполните команду **Сервис/Анализ данных**. Выберите инструмент анализа **Регрессия** из списка **Инструменты анализа**. Щелкните по кнопке **ОК**.
3. На экране появится диалоговое окно **Регрессия** (рис.18).
 - в текстовом поле **ВХОДНОЙ ИНТЕРВАЛ Y** введите диапазон со значениями зависимой переменной **\$C\$2:\$C\$21**.
 - в текстовом поле **ВХОДНОЙ ИНТЕРВАЛ X** введите диапазон со значениями независимых переменных **\$B\$2:\$B\$21**.
 - Убедитесь, что в поле **Уровень надежности** введено **95 %** и переключатель **Параметры вывода** установлен в положении **Новый рабочий лист**.

- Щелкните по кнопке **ОК**.

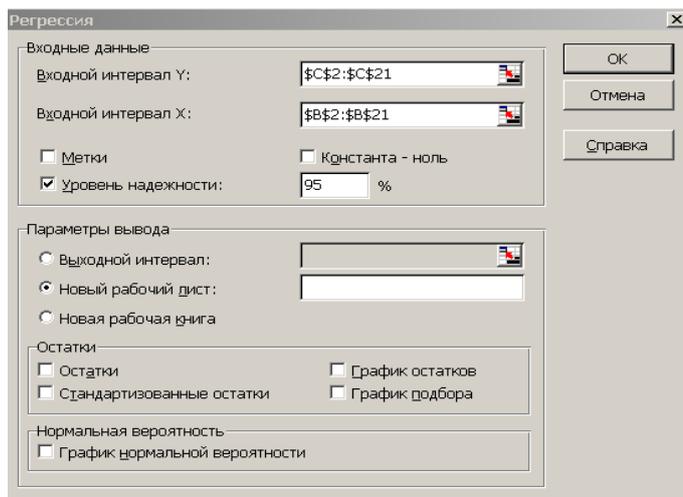


Рис. 18. Диалоговое окно инструмента анализа Регрессия.

4. В результате на новом листе будут отображены результаты использования инструмента **Регрессия** (рис.19).

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	ВЫВОД ИТОГОВ								
2									
3	<i>Регрессионная статистика</i>								
4	Множественный R	0,95230459							
5	R-квадрат	0,906884032							
6	Нормированный R-квадрат	0,901710922							
7	Стандартная ошибка	37,72592269							
8	Наблюдения	20							
9									
10	<i>Дисперсионный анализ</i>								
11		<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Значимость F</i>			
12	Регрессия	1	249505,3356	249505	175,3073	1,01979E-10			
13	Остаток	18	25618,41437	1423,25					
14	Итого	19	275123,75						
15									
16		<i>Коэффициенты</i>	<i>Стандартная ошибка</i>	<i>t-статистика</i>	<i>P-Значение</i>	<i>Нижние 95%</i>	<i>Верхние 95%</i>	<i>Нижние 95,0%</i>	<i>Верхние 95,0%</i>
17	Y-пересечение	625,0314689	24,68905537	25,3161	1,59E-15	573,1616884	676,901	573,162	676,901
18	Переменная X 1	22,5068521	1,699866084	13,2404	1,02E-10	18,93556598	26,0781	18,9356	26,0781

Рис.19. Вывод итогов инструмента Регрессия.

5. В области **Регрессионная статистика** получили:

- Множественный R=0,952** (коэффициент корреляции по Пирсону) Сравните этот результат с коэффициентом корреляции, полученным в задании №1.
- R-квадрат = 0,906**. Эта величина носит название **коэффициента детерминации** – это частное от суммы квадратов, обусловленных регрессией и остаточной суммы квадратов. Эта величина характеризует качество регрессионной прямой, то есть степень соответствия между регрессионной моделью и исходными данными. Мера определённости всегда лежит в диапазоне от 0 до 1. В нашем случае $R^2 = 0,907$ – это значит, что регрессионной моделью описано 90,7 % случаев. В простом линейном регрессионном анализе квадратный корень из коэффициента детерминации, равен коэффициенту корреляции Пирсона. *Сравните полученную величину с величиной достоверности аппроксимации, полученной при построении модели линейной регрессии графическим способом.*
- Стандартная ошибка = 37,73** – оценка адекватности линейной модели. Сравните этот результат с величиной S_{θ} , полученной в задании №4 (по формуле (9)).

6. В области **Дисперсионный анализ** мы получили:

6.1 Столбец **df** - число степеней свободы (используется при проверке адекватности модели по статистическим таблицам):

- в строке **Регрессия** находится k_1 – количество коэффициентов уравнения, не считая свободного члена b;
- в строке **Остаток** находится $k_2 = n - k_1 - 1$, где n – количество исходных данных.

6.2. Столбец **SS (сумма квадратов)**:

- в строке **Регрессия**: $SS^{regr} = \sum_{i=1}^n (\hat{Y}_i - \bar{Y})^2$ - приведена доля дисперсии, которая описывается уравнением регрессии (сумма квадратов, обусловленная регрессией).

где \hat{Y}_i - модельные (расчетные) значения Y, полученные путем подстановки значений X в построенную модель;
 \bar{Y} - среднее значение Y;

- в строке **Остаток**: $SS_{resid} = \sum_{i=1}^n (\hat{Y}_i - Y_i)^2$ - приведена доля дисперсии, которая не учитывается при записи уравнения (остаточная сумма квадратов).

6.3. Столбец **MS** - **вспомогательные величины**:

- в строке Регрессия: $S_r^2 = SS_{reg} / k_1$;
- в строке Остаток: $S_e^2 = SS_{resid} / k_2$.

Используются для расчета критерия Фишера.

6.4. Столбец **F** - **критерий Фишера**.

$$F = \frac{S_r^2}{S_e^2}.$$

6.5. Столбец **Значимость F** (**критерия Фишера**) - **оценка адекватности построенной модели**.

Находится по значениям F, k_1 и k_2 с помощью функции **FRACП**. Если Значимость F меньше 0,05, то модель может считаться адекватной с вероятностью 0,95.

7. Среди полученных результатов есть столбец **«Коэффициенты»**, содержащий значение **a = 625,031** в строке **«Y-пересечение»**, **b=22,507** – в строке **«Переменная X1»**. Сравните полученные результаты с ранее рассчитанными коэффициентами a и b.
8. **Стандартная ошибка, t-статистика** - это вспомогательные величины, используемые для проверки значимости коэффициентов модели.
9. **P - величина** - оценка значимости коэффициентов модели. Если P - величина меньше 0,05, то с вероятностью 0,95 можно считать, что соответствующий коэффициент модели значим (т.е. его нельзя считать равным нулю и Y значимо зависит от соответствующего X).
10. Нижние и верхние 95% - доверительные интервалы для коэффициентов модели.

3.4 Построение модели линейной регрессии с помощью ППП SPSS.

Для построения модели линейной регрессии в SPSS следуйте следующим инструкциям:

1. Выполните команду **Analyze/Regression/Linear** (*Анализ/Регрессия/Линейная*).
2. В диалоговом окне переменную **Количество туристов** перенесите в область **Dependent** (*Зависимая*), а переменную **Затраты** – в область **Independent** (*Независимая*). Нажмите кнопку **ОК** (см. рис. 20).

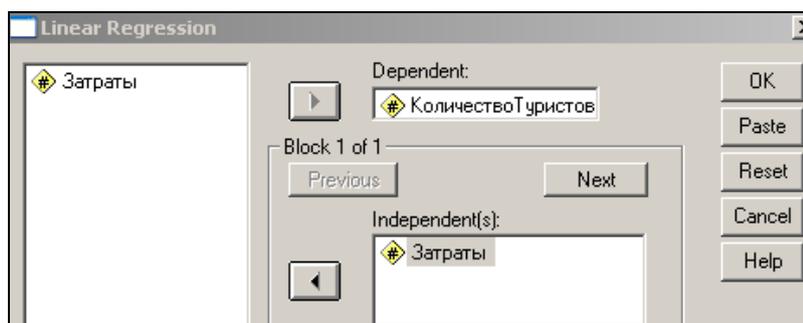


Рис.20. Фрагмент окна **Linear Regression**.

3. Проанализируем полученные результаты.
 - 3.1 Первое, на что необходимо обратить внимание, - это таблица **ANOVA**, на которой представлены результаты дисперсионного анализа (рис. 21). Результаты данной таблицы соответствуют результатам, полученным с использованием инструмента анализа **Регрессия** в MS Excel (таблица *Дисперсионный анализ*).
 - В строке **Regression** (*Регрессия*) приведена доля дисперсии, которая описывается уравнением регрессии (сумма квадратов, обусловленная регрессией).
 - В строке **Residual** (*Остаток*) – доля дисперсии, которая не учитывается при записи уравнения (остаточная сумма квадратов).
 - Наибольший интерес представляет **статистическая значимость Sig** или **значимость F**

(вероятность случайности результата), которая должна быть меньше или равна 0,05. Если значимость меньше 0,05, то модель может считаться адекватной с вероятностью 0,95. В нашем случае вероятность того, что получен случайный результат, очень мала ($p \leq 0,001$), и, соответственно, адекватность построенной модели стремится к 100%.

ANOVA ^b						
Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	249505,3	1	249505,336	175,307	,000 ^a
	Residual	25618,414	18	1423,245		
	Total	275123,8	19			

a. Predictors: (Constant), Затраты
b. Dependent Variable: КоличествоТуристов

Рис.21. Таблица ANOVA (Дисперсионный анализ).

3.2 Затем следует рассмотреть таблицу **Model Summary** (*Сводная таблица по модели*), содержащую важные сведения о построенной модели (рис.22). Результаты данной таблицы соответствуют результатам, полученным с помощью инструмента анализа **Регрессия** (таблица *Регрессионная статистика*) в MS Excel.

- Коэффициент корреляции $R=0,952$, что указывает на наличие очень сильной связи между исследуемыми переменными.
- Величина **R Square** (R^2) - **коэффициент детерминации**. В нашем случае $R^2 = 0,907$ – это значит, что регрессионной моделью описано 90,7 % случаев.
- Более точное значение дает **Adjusted R Square** (*Исправленный квадрат R*).
- Третьим, практически значимым показателем, определяющим качество регрессионной модели, является величина стандартной ошибки расчетов (**Std. Error of the Estimate**). *Сравните данный показатель с полученным ранее в MS Excel.*

Model Summary				
Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	,952 ^a	,907	,902	37,726

a. Predictors: (Constant), Затраты

Рис.22. Таблица Model Summary.

На основании таблиц **ANOVA** и **Model Summary** можно судить о практической пригодности построенной регрессионной модели. Учитывая, что ANOVA показывает весьма высокую значимость (менее 0,001), коэффициент корреляции равен 0,952, можно сделать вывод о том, что с учетом ограничения модель описывает приблизительно 90 % совокупной дисперсии, то есть построенная регрессионная модель является статистически значимой и практически приемлемой.

3.3 Основные практические результаты регрессии содержатся в таблице **Coefficients** (*Коэффициенты*), представленной на рис.23. Результаты данной таблицы соответствуют результатам, полученным с помощью инструмента анализа **Регрессия** в MS Excel.

- Столбец **B** содержит коэффициент регрессии. Он служит для формирования регрессионного уравнения, по которому можно рассчитать величину зависимой переменной при разных значениях независимых. В нашем примере **B=22,507**.
- Строка **Constant** (*Постоянная*) содержит значение зависимой переменной при нулевом значении независимой переменной (смещение по оси ординат) и в нашем случае **A = 625,031**.
- Итак, в результате построения регрессионной модели можно сформировать следующее регрессионное уравнение:
$$Y=22,507 \cdot X+625,031$$
- Столбец **Std. Error** (*Стандартная ошибка*), рассчитываемая для коэффициента регрессии **B**. При 95%-ном доверительном уровне коэффициент может отклоняться от величины **B** на $\pm 2 \cdot \text{Std. Error}$. Это означает, что коэффициент **B**, равный 22,507 в 95 % случаев может отклоняться от данного значения на $\pm 2 \cdot 1,7$ или на $\pm 3,4$. Минимальное значение коэффициента будет равно $22,507 - 3,4 = 19,107$; а максимальное – $22,507 + 3,4 = 25,907$. Таким образом, в 95 % случаев коэффициент регрессии варьируется в пределах от 19,107 до 25,907 (при среднем значении 22,507).

Coefficients ^a						
Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	625,031	24,689		25,316	,000
	Затраты	22,507	1,700	,952	13,240	,000

a. Dependent Variable: КоличествоТуристов

Рис.23. Таблица **Coefficients** .

На этом интерпретация результатов регрессионного анализа может считаться завершенной.

3.5. Построение линии регрессии.

1. Для графического отображения линии регрессии постройте сначала корреляционное поле способом, описанным в задании №1.
2. Далее в окне просмотра результатов щёлкните дважды на графике, чтобы перенести его в редактор диаграмм.
3. В окне редактора диаграмм выполните команду **Elements/Fit line at total** (*Элементы/Линия тренда для всего графика*).
4. В окне **Properties** (*Свойства*) на вкладке **Fit Line** подтвердите предварительную установку **Linear Regression** и щелкните по кнопке [**Apply**] (*Применить*).
5. Сохраните отчет по заданиям в своей папке под именем *Регресс_Анализ.spo*.

Задание 4. Выбор наиболее точной модели связи.

Условие задачи. Исследуется зависимость дозы облучения от толщины слоя защитного материала. Имеются результаты 10 экспериментов (см. рис.24).

Имеются основания предполагать, что зависимость дозы (функция) от толщины слоя материала (аргумент) может выражаться одним из следующих уравнений:

- $Y=a + b \cdot X$ (линейная модель);
- $Y=a \cdot X^b$ (степенная модель);
- $Y=a+b/X$ (гиперболическая модель).

Выберите наиболее точную модель и определите ее коэффициенты.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1	Толщина слоя, X_i	Доза, Y_i	Величина $U=1/X$	\bar{Y}	\hat{y}_i	$Y_i - \bar{Y}$	$(Y_i - \bar{Y})^2$	$\sum (X_i - \bar{X})^2$	$\hat{y}_i - \bar{y}$	$(\hat{y}_i - \bar{y})^2$	$\sum (\hat{y}_i - \bar{y}_i)^2$	R^2
2	15	22										
3	8	30										
4	14	23										
5	12	24										
6	10	26										
7	7	30										
8	20	10										
9	5	33										
10	24	8										
11	18	14										
12												
13	b	a										
14												
15												
16	Уравнение гипербол. модели											
17												

Рис.24 Исходные данные для задания №4.

1. Откройте новую книгу MS Excel и создайте таблицу согласно рис. 25, сохраните в своей папке под именем *Выбор модели.xls*
2. Постройте на этом же листе точечную диаграмму зависимости $Y=f(X)$.
3. Нанесите на нее линейный и степенной тренды с уравнениями и величиной достоверности аппроксимации (R^2).
4. Для построения гиперболической модели преобразуйте модель в линейную, получив в ячейках **C2:C11** величину $1/X$.
5. Используя функцию ЛИНЕЙН, получите в ячейках **A14:B14** коэффициенты уравнения b и a (т.е. уравнение).
6. В ячейке **A17** введите уравнение гиперболической модели $Y= a+b \cdot U$. (вместо b и a подставьте полученные коэффициенты).

7. Для построенной гиперболической модели найдите величину достоверности аппроксимации R^2 . Для этого сделайте следующие предварительные расчеты:

- Сначала найдите среднее значение \bar{Y} в ячейке **D2**.
- В диапазоне ячеек **E2:E11** получите модельные значения \hat{Y}_i путем подстановки значений U из блока ячеек **C2:C11** в полученное уравнение гиперболической модели (в ячейке E2 будет формула $=\$B\$14+\$A\$14*C2$).
- В диапазоне ячеек **F2:F11** рассчитайте $Y_i - \bar{Y}$ (отклонение значений переменной Y_i от среднего значения \bar{Y}).
- В диапазоне ячеек **G2:G11** рассчитайте $(Y_i - \bar{Y})^2$ (квадраты отклонений значений переменной Y_i от среднего значения \bar{Y}).
- В ячейке **H2** найдите сумму квадратов SS_Y , скорректированную на среднее: $SS_Y = \sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})^2$.
- Аналогичным образом найдите сумму квадратов прогнозируемых (модельных) значений, обусловленную регрессией $SS^{regr} = \sum_{i=1}^n (\hat{Y}_i - \bar{Y})^2$. Для этого используйте столбцы **I, J, K**.
- Найдите величину достоверности аппроксимации: $R^2 = \frac{SS^{regr}}{SS_Y}$ в ячейке **L2**.

8. По значениям коэффициентов достоверности аппроксимации выберите наиболее точную модель, которая соответствует максимальному коэффициенту достоверности.

9. Копия экрана Задания 4 приведена на рис. 25.

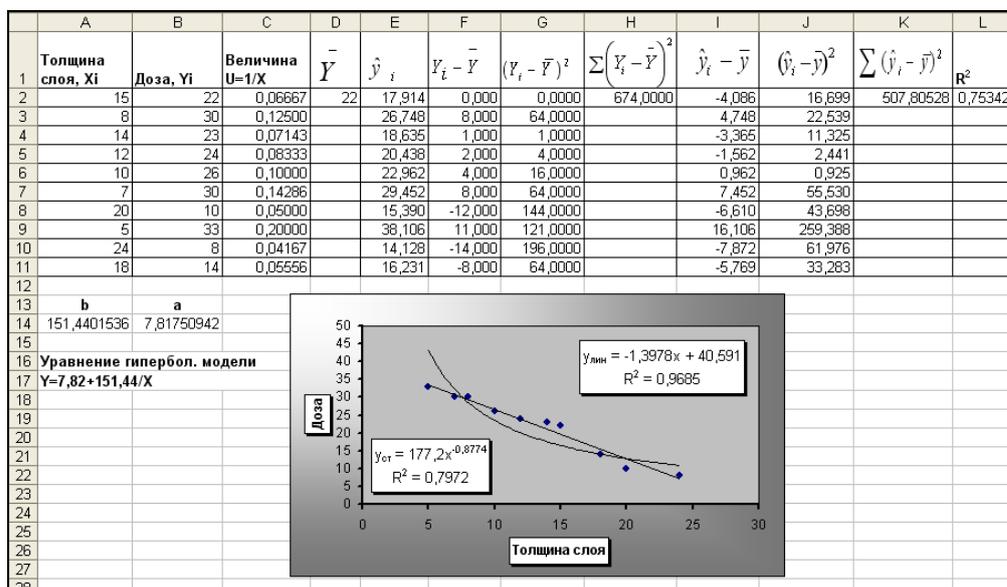


Рис. 25. Расчеты по выбору оптимальной модели.

Список заданий

Общие рекомендации к заданиям для преподавателя:

1. Задания для модулей выполняемых вручную результаты выносятся на флипчарт
2. Задания для модулей выполняемых на компьютере просмотр осуществляется на экране проектора с разбором.

Модуль 3 Проектирование дизайна приложений

Разработать Структурную схему ПИ (Wireframe) по заданию тренера

Задание

- Разработать макет ПИ для веб-приложения по заданию предложенному тренером
- Условия выполнения
- Время 50 минут
 - Работа в группах по 3 человека

Для преподавателя:

Тайминг:

- подготовка (работа в группах по 3 человека) = 50 минут
- презентация представителя группы и разбор = 7-10 минут

Для четырех групп = в сумме около 1 час 20 минут

Рекомендации:

- больше 4 групп – слишком долго
- Так как прототипы многостраничные, то на флипчарт выносятся один из прототипов – главное окно.
- Разбор прототипов не давая советов по тому как было сделать лучше. Спрашивать и задавать вопросы – а как в этом интерфейсе сделать то-то и то-то...

Модуль 4 Разработка требований к ПИ

Формат документа

Задание

- Сформировать список требований к Пользовательскому Интерфейсу, которые необходимо вносить в документы требований.

Условия выполнения

- Время 10 минут
- Работа в группах по 3 человека

Для преподавателя:

Тайминг:

- подготовка (работа в группах) = 10 минут
- разбор по одному тезису по кругу = 7-10 минут

На задание в сумме около 20 минут

Рекомендации:

- Записывают на листочке, затем диктуют, а тренер записывает на флипчарте по одному тезису от группы

Задокментировать требования к Пользовательскому Интерфейсу

Задание

- Разработать формат описания требований к ПИ
- Описать требования к разработанному Wireframe is предыдущего модуля.

Условия выполнения

- Время 40 минут
- Работа в группах по 3 человека

Для преподавателя:

Тайминг:

- подготовка (работа в группах) = 40 минут
- презентация представителя группы и разбор = 7-10 минут

Для четырех групп = в сумме около 1 часа 10 минут

Рекомендации:

- больше 4 групп – слишком долго
- задание выполняется на компьютере в Word

Модуль 5 Аудит Пользовательского Интерфейса

Провести аудит пользовательского интерфейса

Задание

- Провести исследование пользовательского интерфейса для дальнейшего Usability-Тестирования следующими способами:
 - Оценка по чеклистам (Контрольный список интерфейса)
 - Оценка по Эвристикам
 - (Когнитивный разбор)

Условия выполнения

- Время 20 минут

- Работа в группах по 3 человека

Для преподавателя:

Тайминг:

- подготовка (работа в группах) = 20 минут
- презентация представителя группы и разбор = 7-10 минут

Для четырех групп = в сумме около 50 минут

Рекомендации:

- больше 4 групп – слишком долго
- задание выполняется на компьютере в Word

Модуль 6 Тестирование Пользовательского Интерфейса

Провести Usability-тестирование Пользовательского Интерфейса

Задание

- Провести Usability-тестирование Пользовательского Интерфейса предложенного тренером. Для тестирования используем метод «Протокол Вопрос-Ответ»
- Подготовить отчет о проведенном тестировании (с рекомендациями по переделке).

Условия выполнения

- Время на подготовку 15 минут
- Время на проведение тестирования 20 минут (по 10 минут на группу)
- Время на подготовку отчета 10 минут.
- Работа в группах

Для преподавателя:

Тайминг:

- подготовка к проведению тестирования (работа в парах) = 15 минут
- проведение тестирования 2*10 = 20 минут
- подготовка отчета о тестировании = 10 минут
- презентация представителя группы и разбор = 7-10 минут

Для четырех групп = в сумме около 1 час 10 минут

Рекомендации:

- больше 4 групп – слишком долго
- задание выполняется на компьютере в Word

7. ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА, ПРИМЕНЯЕМЫЕ ДЛЯ ОБУЧЕНИЯ И КОНТРОЛЯ

Наименование	Форма использования	Ауд.	Кол-во
Персональный компьютер на рабочем месте преподавателя	Демонстрация рабочего материала	1.55	1
Проектор	Презентация/демонстрация рабочего материала группе	1.55	1

8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ПРОГРАММЕ

Основная литература:

1. Репин В.В., Елиферов В.Г. Процессный подход к управлению. Моделирование бизнес-процессов. – М.:РИА "Стандарты и качество", 2004.
2. Стивен Кови. Семь навыков высоко-эффективных людей. – «Вече, Персей, Астрель», 1998.
3. Карен Прайор. Не рычите на собаку! – М.: «Селена +», 1995.
4. Виктор Франкл. Сказать жизни "Да!". Психолог в концлагере. – М.: «Смысл», 2004.
5. Абрахам Маслоу. Мотивация и личность. - СПб.: «Питер», 2008.
6. Гордон Олпорт. Становление личности. - М.: «Смысл», 2002.
7. Эдвард Деминг. Новая экономика. – М.: «Эксмо», 2006.
8. Эдвард Деминг. Выход из кризиса. Новая парадигма управления людьми, системами и процессами. - М.: Альпина Бизнес Букс, 2007.
9. Генри Нив. Организация как система. Принципы построения устойчивого бизнеса Эдвардса Деминга. – М.: Альпина Бизнес Букс, 2007.
10. В.В. Репин, В.Г. Елиферов. Процессный подход к управлению. – «Манн, Иванов и Фербер», 2013.
11. Бьёрн Андерсен. Бизнес-процессы. Инструменты совершенствования. - РИА «Стандарты и качество», 2003.
12. Уильям Детмер. Теория ограничений Голдратта. Системный подход к непрерывному совершенствованию. - М.: Альпина Бизнес Букс, 2007.
13. Pohl K., Rupp C. Requirements engineering fundamentals: a study guide for the Certified Professional for Requirements Engineering Exam: foundation level, IREB compliant.: Santa Barbara, USA: Rocky Nook Inc., 2011.
14. Леффингуэлл Д., Уидриг Д. Принципы работы с требованиями к программному обеспечению. Унифицированный подход.: М.: Вильямс, 2002.
15. Вигерс К. Разработка требований к программному обеспечению. //Пер, с англ. — М.: Издат.-торговый дом «Русская Редакция», 2004. —576с

Дополнительная литература:

1. Карл И. Вигерс: Разработка требований к программному обеспечению – Русская Редакция, 2004.
2. Буч Г., Рамбо Д., Джекобсон А. Язык UML Руководство пользователя. – ДМК Пресс, 2006.
3. A Guide to the Business Analysis Body of Knowledge® (BABOK® Guide)
4. A Guide to the Business Analysis Body of Knowledge® (BABOK® Guide) ver.2.0
5. CBAP/CCBA Certified Business Analysis, Study Guide. Susan Weese, Terri Wagner. Wiley Publishing, Inc., 2011.
6. Business Analysis Illustrated. Sergey Korban, Alex Korban
7. Генрих Альтшуллер. Найти идею. Введение в ТРИЗ - теорию решения изобретательских задач. - М.: Альпина Паблишер, 2012.
8. Джозеф О'Коннор, Иан Макдермотт. Искусство системного мышления. Необходимые знания о системах и творческом подходе к решению проблем. - М.: Альпина Бизнес Букс, 2008.
9. ISO 31000:2009 Менеджмент рисков. Принципы и руководящие указания.
10. ISO/IEC 31010:2009 Менеджмент рисков. Методы оценки рисков.
11. Business Process Model and Notation (BPMN) Version 2. <http://www.omg.org/spec/BPMN/2.0>
12. Стандарт BPMN 2.0. Перевод на русский язык. <http://www.elma-bpm.ru/bpmn2>
13. BPMN 2.0 by Example <http://www.omg.org/spec/BPMN/2.0/examples/PDF>
14. «BABOK® Guide» - <http://www.iiba.org/babok-guide/babok-guide-online.aspx>

Учебная программа разработана: Цытович Павел