

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Кулешин Максим Георгиевич  
Должность: И.о. ректора, проректор по научно-исследовательской работе и инновациям  
Дата подписания: 04.05.2022  
Уникальный идентификатор документа: 312493fc67d5b3b417608c09e38fd9867e5c7259

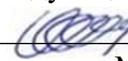
**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ СТАВРОПОЛЬСКОГО КРАЯ**

**Государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «СТАВРОПОЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ»**

Кафедра математики, информатики и цифровых образовательных технологий

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

 проф. В.С. Тоискин

Протокол № 9 от 23.04.2022 г.

**МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ**

**Информационные технологии в науке и образовании**

(наименование дисциплины)

**Направление подготовки 37.06.01 Психологические науки**

(код и наименование направления подготовки)

**Направленность 19.00.07 – Педагогическая психология (очная форма)**

(наименование профиля подготовки)

Ставрополь, 2022 г.

Реализация дисциплины осуществляется в форме учебных занятий и промежуточной аттестации обучающихся, проводимых в форме контактной работы, а также в форме самостоятельной работы обучающихся – в соответствии с приведенными в рабочей программе дисциплины видами работ и распределением часов.

### 1. Методические рекомендации по организации самостоятельной работы обучающихся

Самостоятельная работа обучающихся выполняется при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия. При этом самостоятельная работа подразделяется на самостоятельную работу на аудиторных занятиях и на внеаудиторную самостоятельную работу (в том числе – с использованием электронно-библиотечных систем и электронных образовательных ресурсов): подготовка студентов к занятиям, текущему и промежуточному контролю по дисциплине, закрепление знаний и отработка умений и навыков, осваиваемых во время аудиторной работы, выполнение самостоятельных заданий, определенных программой освоения дисциплины.

Особенности выполнения заданий, виды и формы самостоятельной работы регламентируются Положением о самостоятельной работе студентов в ГБОУ ВО СГПИ и его филиалах.

Формы и результаты представления самостоятельной работы студентов по дисциплине отражены в следующей таблице:

**Самостоятельная работа студентов**

| № п/п | Наименование раздела (темы) учебной дисциплины  | Формы СРС  | Результат  | Всего часов |
|-------|---|--|--|-------------|
| 1.    | Тема 1. Информационные процессы, информатизация общества и образования.                                     | Изучение рекомендованной литературы.   | Глоссарий.<br>Конспект.  | 1           |
| 2.    | Тема 2. Правовые аспекты использования информационных технологий, вопросы безопасности и защиты информации. | Изучение рекомендованной литературы.<br>Написание реферата.  | Глоссарий.<br>Конспект.  | 2           |
| 3.    | Тема 3. Технические и программные аспекты реализации информационных процессов в науке и образовании.        | Изучение рекомендованной литературы. Подготовка к лабораторной работе.                                     | Глоссарий.<br>Конспект.  | 4           |
| 4.    | Тема 4. Информационная образовательная среда и цифровые образовательные ресурсы                             | Изучение рекомендованной литературы.<br>Написание реферата.  | Глоссарий.<br>Конспект.  | 4           |
| 5.    | Тема 5. Использование методов математической статистики в психолого-педагогических исследованиях            | Изучение рекомендованной литературы.<br>Подготовка к лабораторным работам.<br>Выполнение домашнего задания | Защита реферата.<br>Решение заданий, заданных на самостоятельную работу. | 8,7         |
|       |   |  | <b>Итого:</b>  | <b>19,7</b> |

Для организации управляемой самостоятельной работы, подготовки к занятиям, консультаций и т.д. могут использоваться облачные технологии (адрес, логин и пароль доступа выдается преподавателем).

Рекомендуемые виды самостоятельных работ: конспектирование, реферирование, составление опорных схем и конспектов, решение практических задач.

В рамках самостоятельной работы необходимо подготовить реферат по одной из нижеуказанных проблем. Объем реферата не должен превышать 10-15 страниц печатного текста, оформленного с межстрочным интервалом 1,5. Включение в реферат материалов, не имеющих прямого отношения к теме, а также устаревших источников и текстов, заимствованных из Интернета служит основанием для снижения общей оценки. Реферат должен содержать введение, выводы, обобщающие авторскую позицию, список использованной литературы. Реферат оценивается по следующим критериям: 1) самостоятельность работы, способность аргументировано защищать основные положения и выводы; 2) соответствие формальным требованиям (структура, список литературы, сноски); 3) способность сформулировать проблему; 4) уровень усвоения темы и изложения материала; 5) четкость и содержательность выводов. Реферат защищается, при защите материалы реферата отражаются в мультимедийной презентации.

#### **Тематика рефератов (докладов, эссе):**

1. Исторический обзор процесса внедрения информационных и коммуникационных технологий в образование.
2. Влияние процесса информатизации общества на развитие информатизации образования.
3. Педагогико-эргономические требования к созданию и использованию программных средств учебного назначения, в том числе реализованных на базе технологии Мультимедиа.
4. Учебно-методический комплекс на базе средств информационных технологий.
5. Перспективы использования систем учебного назначения, реализованных на базе мультимедиа технологии.
6. Реализация возможностей систем искусственного интеллекта при разработке обучающих программных средств и систем.
7. Реализация возможностей экспертных систем в образовательных целях.
8. Зарубежный опыт применения информационных и коммуникационных технологий в науке и образовании.
9. Влияние ИКТ на педагогические технологии.
10. Инструментальные программные средства для разработки электронных материалов учебного назначения.
11. Использование мультимедиа и ИКТ для реализации активных методов обучения.
12. Оценка и сертификация электронных дидактических средств.
13. Особенности организации и проведения учебных телеконференций.
14. Дистанционное обучение и открытые образовательные программы как новая модель получения образования.

## **2. Методические рекомендации к лабораторным работам**

### **Тема 3. Технические и программные аспекты реализации информационных процессов в науке и образовании.**

#### **Лабораторная работа 1. Интеллект-карты в науке и образовании**

Термин интеллектуальная карта, или карта знаний, (Mind Map) был предложен Т. Бьюзеном, который много сделал для продвижения технологии использования таких карт в образовании и управление. Карты знаний — диаграммы, схемы, в наглядном виде представляющие различные идеи, задачи, тезисы, связанные друг с другом и объединенные какой-то общей идеей. Карта позволяет охватить всю ситуацию в целом, а также удерживать одновременно в сознании большое количество информации, чтобы находить связи между отдельными участками, недостающие элементы, запоминать информацию и быть способным воспроизвести ее даже спустя длительный срок.

Иногда в русских переводах термин может переводиться как «карты ума», «карты разума», «интеллект-карты», «карты памяти» или «ментальные карты». Наиболее адекватный перевод — «**схемы мышления**».

Разнообразные средства создания и редактирования диаграмм связей или карт знаний включает свободные программы и сетевые сервисы ([http://en.wikipedia.org/wiki/List\\_of\\_Mind\\_Mapping\\_software](http://en.wikipedia.org/wiki/List_of_Mind_Mapping_software)).



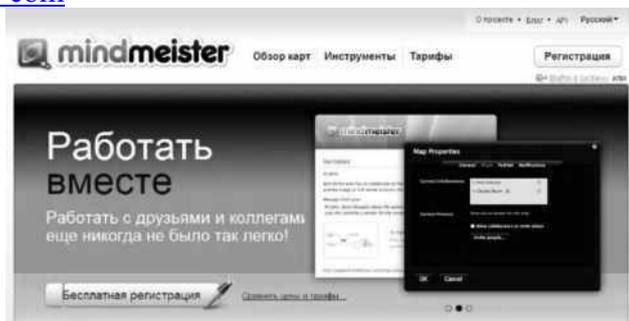
Ознакомьтесь подробнее о разнообразии свободных программ и сетевых сервисов в статье проекта Летописи [«Визуализация знаний»](#).

### **MindMeister**

Сервис MindMeister (интеллект-карты) поддерживает русский язык интерфейса, предоставляет возможность совместного редактирования и экспорта созданных карт в различные форматы. Для работы с программой не требуется дополнительного программного обеспечения и расширений.

#### ***Задание 1. Знакомство с сервисом***

1. Наберите в адресной строке браузера адрес сервиса <http://www.mindmeister.com>



2. Познакомьтесь с существующими картами, нажав «Обзор карт» и выбрав русский язык.

| Название карты                               | Ссылка  |
|--|---|
| Теория современного урока                    | <a href="http://www.mindmeister.com/ru/11282454/">http://www.mindmeister.com/ru/11282454/</a>                       |
| Добро пожаловать в MindMeister               | <a href="http://www.mindmeister.com/ru/67761449/mindmeister">http://www.mindmeister.com/ru/67761449/mindmeister</a> |
| Изобретение и развитие книгопечатания        | <a href="http://www.mindmeister.com/ru/5484293/">http://www.mindmeister.com/ru/5484293/</a>                         |
| Использование сетевых сервисов для педагогов | <a href="http://www.mindmeister.com/ru/23963534/">http://www.mindmeister.com/ru/23963534/</a>                       |
| Страх  | <a href="http://www.mindmeister.com/ru/43676436/">http://www.mindmeister.com/ru/43676436/</a>                       |
| Индивидуальный план-дневник учителя          | <a href="http://www.mindmeister.com/ru/24419730/2">http://www.mindmeister.com/ru/24419730/2</a>                     |
| Весенние изменения в природе                 | <a href="http://www.mindmeister.com/ru/6042168/">http://www.mindmeister.com/ru/6042168/</a>                         |
| Универсальные учебные действия               | <a href="http://www.mindmeister.com/ru/57030712/">http://www.mindmeister.com/ru/57030712/</a>                       |
| Осень (поэзия)                               | <a href="http://www.mindmeister.com/ru/10206133/">http://www.mindmeister.com/ru/10206133/</a>                       |

Познакомьтесь со способами применения интеллект-карт:

| Способ применения  | Описание   | Демо-карта  |
|--|--|---|
| <b>Протокол совещания</b>  | Интеллект-карты чрезвычайно полезны при проведении совещаний. Подготовьте интеллект-карту с повесткой дня, раздайте участникам совещания и используйте ее для заметок и распределения задач среди исполнителей | <a href="http://www.mindmeister.com/11617364/meeting-minutes">http://www.mindmeister.com/11617364/meeting-minutes</a> |
| <b>Планирование проекта</b>  | Интеллект-карты хорошо использовать для «облегченного» управления проектом, особенно на начальной стадии. В них удобно собирать идеи и выстраивать структуру проекта в наглядном и интуитивно понятном виде    | <a href="http://www.mindmeister.com/11617274/account-plan">http://www.mindmeister.com/11617274/account-plan</a>       |
| <b>SWOT-анализ: слабые и сильные стороны, возможности и угрозы</b> | Данный метод довольно специфичен в майндмэппинге. Радиальное построение интеллект-карты дает возможность оценить плюсы и минусы потенциального проекта   | <a href="http://www.mindmeister.com/11617308/swot-analysis">http://www.mindmeister.com/11617308/swot-analysis</a>     |

3. Зарегистрируйтесь, выбрав версию Basic (бесплатно) и заполнив поля формы слева. На указанный Вами электронный адрес будет выслано письмо, по ссылке в котором подтвердите регистрацию.

Система интегрирована с аккаунтом Гугл, поэтому есть возможность без дополнительной регистрации войти через ссылку «Войти в систему» и выбрав «Gmail».

4. Далее открывается окно программы, в котором можно выбирать вид экрана: «список» или «эскизы страниц», предоставляется возможность управлять картами.



Если кликнуть по треугольнику рядом с названием карты, откроется ниспадающее меню - в нем полезные функции для управления интеллект- картой, такие как «Поделиться», «Удалить» и «Свойства» карты.

Большинство данных функций доступны на панели управления в окне карты.

**Откройте карту по умолчанию и исследуйте возможности создания карты.**

При работе с интеллект-картой доступны быстрые клавиши:

INS - добавить новую дочернюю идею,

ENTER - добавить новую родственную идею,

DEL - удалить идею,

SPACE - открыть/закрыть идеи, клавиша курсора - переключение между идеями,

+ / - - увеличить / уменьшить.

Чтобы передвинуть или повернуть полотно карты, кликните по полотну и перетаскивайте. Дважды кликните в любом месте полотна, чтобы добавить новую ветку в карте. Перестраивайте свои идеи внутри веток или между ними функцией перенести и отпустить.

Созданной картой можно поделиться с другими участниками и в любое время начать мозговой штурм. Возможна одновременная работа в одной интеллект- карте в режиме совместного доступа. Каждому пользователю будет присвоен уникальный цвет, по которому легко визуально определить автора внесенного в карту изменения.

### ***Задание 2. Создание интеллект-карты***

Сервис MindMeister позволяет бесплатно создать и сохранить одновременно ТОЛЬКО три интеллект-карты. Это версия свободного использования.

1. Создайте карту MindMeister на основе учебного материала (учебная тема или раздел), используя возможности вставки рисунков и значков, а также вложенных файлов и заметок.

2. Экпортируйте карту в различных форматах, сохраните на компьютере локально.

3. Предоставьте доступ к редактированию карты Вашему тьютору и другим участникам (не менее трех).

4. Опубликуйте карту и разместите ссылку на карту в Ваш блог и зачетку.

5. Примите участие в работе форума Дневника обучения в «Открытом классе».

### ***Задание 3. Импортирование интеллект-карт***

В настоящее время доступны следующие форматы импортирования.

- MindMeister - оригинальный формат MindMeister с расширением \*.mind

- FreeMind™ - все версии с расширением \*.mm

- Текстовый файл - Вы можете загрузить простой текстовый файл с разрешением .txt (используйте пробелы или табулятор для обозначения строк, первая строка будет названием карты).

1. Импортируйте файлы других участников (один или два) в формате данной программы MindMeister, которые размещены в форуме обмена идей.

2. Познакомьтесь с импортированными картами, исследуйте возможность редактирования.

Перспективной открытой средой для создания карт знаний на локальной машине (без Интернета) и дальнейшего размещения этих карт на различных сетевых сервисах является среда FreeMind. FreeMind — свободная программа для создания карт знаний. FreeMind написана на языке Java и распространяется свободно согласно с лицензией открытого кода. Программа обладает расширенными возможностями экспортирования. Средство позволяет создать карту-схему с разветвленной структурой и ссылками на внешние источники.

Карты, созданные в среде FreeMind, могут быть впоследствии загружены в среду МедиаВики. При этом они сохраняют все свои функциональные свойства и мы можем открывать и закрывать узлы для просмотра. Для того чтобы использовать карту в среде Ме-

диаВики достаточно загрузить ее в МедиаВики как файл изображения. Например, мы можем загрузить карту с именем Course- works.mm. После этого мы вставляем в текст страницы МедиаВики текст: <mm>[[Course-works.mm]]</mm>.

## **Тема 5. Использование методов математической статистики в психолого-педагогических исследованиях**

### **Лабораторная работа № 2. Использование электронных таблиц для анализа педагогических измерений в среде MS Office Excel**

Цель работы: изучить возможности использования электронных таблиц MS Excel 2010 для анализа и обработки педагогических измерений.

Под педагогическими измерениями понимают операции присвоения числовых показателей объектам и их свойствам в соответствии с определенными правилами. Уровень знаний или умений учеников, их моральные качества, дисциплинированность и другие данные могут быть измерены и оценены на основе деятельности учащихся, их ответов на вопросы, решения задач и т. д.

MS Office Excel имеет большие возможности для проведения анализа и наглядного представления учебной деятельности по отдельному разделу, предмету, ученику, классу, учебному заведению. Лабораторная работа описывает возможности MS Excel по обработке и анализу исходных данных.

#### ***Рекомендации к выполнению лабораторной работы***

Проведем анализ успеваемости трех классов (А, Б, С) школы по окончании первой четверти. Для наглядного представления процесса выполнения данного задания рекомендуется из архива заданий открыть документ “Успеваемость классов 1 четверти” (папка Excel), а также самостоятельно выполнить все нижеперечисленные рекомендации.

Создать Книгу Microsoft Excel с именем “Успеваемость X классов 1 четв”, Лист1 переименовать в “А кл” и создать таблицу с исходными данными, перечислив в столбцах названия изучаемых предметов, в строках фамилии и имени учащихся и их отметки по соответствующим предметам. Используя статистическую функцию СРЗНАЧ(), вычисляющую среднее значение в указанном диапазоне ячеек, можно вычислить среднюю оценку каждого ученика и среднюю оценку класса по каждому предмету.

#### **Анализ успеваемости А класса за 1-ю четверть**

| № п.п | Фамилия<br>Имя             | Оценка по математике | Оценка по литературе | Оценка по информатике | Оценка по обществознанию | Средняя оценка ученика |
|-------|----------------------------|----------------------|----------------------|-----------------------|--------------------------|------------------------|
| 1     | Александров<br>Олег        | 5                    | 5                    |                       | 5                        | 4,7                    |
| 2     | Арнаутов<br>Николай        | 3                    | 3                    |                       | 5                        | 3,5                    |
|       |                            |                      |                      |                       |                          |                        |
|       | Средняя оценка<br>предмету | 4,1                  | 3,9                  |                       | 5                        | 4,1                    |

Для ввода исходных данных для остальных классов удобно Лист “А кл” скопировать на другие листы (удерживая клавишу Ctrl, перетащить ярлычок копируемого Листа на новое место или выбрать из контекстного меню пункт *Переместить или скопировать...* → *Создать копию*, переименовать листы и отредактировать исходные данные.

Используя исходные данные любой таблицы, можно организовать наглядное представление успеваемости с помощью диаграмм (см. Лист “А кл” и Лист “Анализ” документа “Успеваемость X классов 1 четв” из архива заданий (папка Excel)).

С целью анализа, наглядного представления и сравнения успеваемости всех классов можно создать сводную таблицу, отражающую средние оценки классов по учебным предме-

там. Для этого необходимо на новом Листе создать таблицу и связать ее с данными классов, находящимися на соответствующих Листах.

Для заполнения данной таблицы в ячейку средней оценки по русскому математике А класса (в нашем случае ячейка С5) нужно ввести знак =, перейти на Лист “А кл” (щелкнуть по ярлычку Листа), указать на ячейку, содержащую среднюю оценку по математике, и нажать Enter. В результате средняя оценка с Листа “А кл” отразится в итоговой таблице. Воспользовавшись операцией копирования, распространить формулу на всю строку. Аналогичным образом заполнить все строки.

Для наглядного представления данной таблицы необходимо: *выделить таблицу* (кроме столбца “№ п.п.”) → *Вставка* → *Гистограмма* (выбрать тип диаграммы).

Аналогичным образом можно получить наглядное представление любого направления учебно-воспитательного процесса.

|   | А  | В     | С                            | Д                        | Е                        | Ф                              | Г                         | Н                       |
|---|--|-------|------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------------|---------------------------|-------------------------|
| 1 |  |       |                              |                          |                          |                                |                           |                         |
| 2 | Итоговая таблица успеваемости в 1-х класса за первую четверть 2013/2014 уч. года |       |                              |                          |                          |                                |                           |                         |
| 3 |  |       |                              |                          |                          |                                |                           |                         |
| 4 | № п.п.   | Класс | Ср. оценка по русскому языку | Ср. оценка по литературе | Ср. оценка по математике | Ср. оценка по окружающему миру | Ср. оценка по информатике | Ср. оценка по рисованию |
| 5 | 1  | 1а    | 4,1                          | 3,9                      | 3,8                      | 4,0                            | 4,0                       | 4,7                     |
| 6 | 2  | 1б    | 4,1                          | 3,9                      | 4,0                      | 4,0                            | 3,9                       | 4,6                     |
| 7 | 3  | 1в    | 4,3                          | 4,2                      | 4,0                      | 4,2                            | 4,2                       | 4,8                     |
| 8 | 4  | 1г    | 4,1                          | 3,9                      | 3,8                      | 4,0                            | 4,0                       | 4,7                     |
| 9 |  |       |                              |                          |                          |                                |                           |                         |

#### Вопросы для самопроверки

1. Что представляет собой педагогическое измерение?
2. Охарактеризуйте возможности Microsoft Excel в обработке и наглядном представлении педагогических измерений.
3. Какие еще программные средства можно использовать для обработки педагогических измерений?

#### Задания для самостоятельной работы

##### Задание 1

Создать документ Microsoft Excel с именем “Анализ успеваемости 9-х классов за 1-ю четверть”.

Смоделировать таблицу исходных данных для классов: 9а кл. — 15 чел., 9б кл. — 15 чел., 9в кл. — 12 чел. — по восьми предметам:.

Ввести отметки и вычислить среднюю отметку по каждому предмету и среднюю отметку каждого ученика для всех классов.

На листе каждого класса вывести диаграмму успеваемости учеников по предметам и диаграмму средних оценок учеников.

На новом Листе создать сводную таблицу, отражающую средние оценки классов по предметам. По ее данным на отдельном Листе вывести диаграмму успеваемости.

##### Задание 2

Создать документ с именем “Успеваемость по предмету”, Лист1 переименовать на “Данные по предмету”, Лист2 — на “Средняя оценка”, Лист3 — на “Анализ данных по классу”.

На Листе “Данные по предмету” создать таблицу с данными по предмету для одного класса с 15 учениками.

##### Анализ успеваемости 9а класса по русскому языку

| № п.п. | Фамилия Имя | Первая чет | Вторая чет | Третья чет | Четвертая четверть | Годовая |
|--------|-------------|------------|------------|------------|--------------------|---------|
|        |             |            |            |            |                    |         |

|   |                  |   |   |   |   |  |
|---|------------------|---|---|---|---|--|
| 1 | Александров Олег | 5 | 4 | 5 | 5 |  |
| 2 | Арнаутов Николай | 4 | 4 | 3 | 4 |  |
|   |                  |   |   |   |   |  |

Ввести отметки учеников по всем четвертям. Вычислить среднюю оценку класса за каждую четверть и годовую оценку (средняя оценка за все четверти).

На Листе “Средняя оценка” вывести диаграмму, отражающую средние оценки класса по четвертям (перейти на Лист “Средняя оценка” → Вставка → Гистограмма → Выбрать тип диаграммы (например, *Гистограмма с группировкой*) ^ Выбрать данные → перейти на Лист “Данные по предмету” → выделить в заголовке таблицы только четверти, далее, удерживая клавишу Ctrl, выделить средние отметки → →). Выбрать наиболее наглядный макет диаграммы.

На Листе “Анализ данных по классу” вывести диаграмму, отражающую успеваемость каждого ученика по всем четвертям учебного года. Выбрать наиболее наглядный макет диаграммы.

### **Задание 3**

Создать документ с именем “Педагогическая нагрузка”. Создать таблицу примерной педагогической нагрузки учебного заведения.

## **Тема 5. Использование методов математической статистики в психолого-педагогических исследованиях**

### **Лабораторная работа 3. Обработка результатов педагогических исследований статистическими методами в среде Microsoft Excel**

**Цель работы:** привить умения и навыки использования MS Excel 2010 для обработки результатов педагогических исследований статистическими методами.

Целью любого педагогического эксперимента является экспериментальное подтверждение гипотезы исследования, т. е. обоснование того, что предлагаемое педагогическое воздействие (например, новое содержание, формы, методы, средства обучения и т. д.) более эффективно, чем другие. Основным способом обработки полученных данных является статистическая обработка педагогических материалов.

В данной работе рассмотрено применение статистических методов для решения типовых задач анализа данных в педагогических исследованиях.

#### ***Рекомендации к выполнению лабораторной работы***

**Определение достоверности совпадений и различий для экспериментальных данных, измеренных по шкале отношений.** Например, имеется экспериментальная группа, состоящая из 20 человек ( $N = 20$ ), и контрольная группа, состоящая из 25 человек ( $M = 25$ ). В результате проведенного тестирования по определенному предмету (тест состоит из 30 заданий) проверили уровень знаний учащихся (количество правильных ответов каждого). Результаты измерений уровня знаний в контрольной и экспериментальной группах внесли в таблицу. После этого в одной из групп применили экспериментальную методику обучения, а в другой оставили традиционную. По окончании эксперимента учащихся повторно тестировали, результаты также были внесены в таблицу. Следует определить эффективность экспериментальной методики обучения по отношению с традиционной.

| № п.п. | Контрольная группа     |                    | Экспериментальная группа |                    |
|--------|------------------------|--------------------|--------------------------|--------------------|
|        | До начала эксперимента | После эксперимента | До начала эксперимента   | После эксперимента |
| 1      | 25                     | 25                 | 24                       | 26                 |
| 2      | 18                     | 19                 | 16                       | 19                 |
| ...    | ...                    | ...                | ...                      | ...                |
| 25     | 21                     | 19                 |                          |                    |

Для проверки гипотезы о совпадении характеристик двух групп данных, измеренных в шкале отношений, целесообразно использовать либо критерий Крамера-Уэлча, либо критерий Вилкоксона-Манна-Уитни.

**Критерий Крамера-Уэлча**, как известно, предназначен для проверки гипотезы о равенстве средних (строго говоря, математических ожиданий) двух выборок.

Для вычисления эмпирического значения данного критерия необходимо знать: объем выборок  $N$  и  $M$  (в нашем случае 20 и 25), выборочных средних  $\bar{x}$  и  $\bar{y}$  и выборочных дисперсий  $D_x$  и  $D_y$  сравниваемых выборок. Алгоритм определения достоверности совпадений и различий характеристик сравниваемых выборок для экспериментальных данных, измеренных в шкале отношений с помощью критерия Крамера-Уэлча, заключается в следующем:

1. Вычислить для сравниваемых выборок эмпирическое значение критерия Крамера-Уэлча ( $T_{\text{эмп}}$ ) по формуле:

$$T_{\text{эмп}} = \frac{\sqrt{M \cdot N} |\bar{x} - \bar{y}|}{\sqrt{M \cdot D_x + N \cdot D_y}}$$

и сравнить с критическим значением. В Microsoft Excel:

— корень квадратный извлекается с помощью математической функции =КОРЕНЬ(Число);

— среднее значение в каком-либо диапазоне — с помощью статистической функции =СРЗНАЧ(Диапазон ячеек);

— модуль (абсолютная величина  $|\bar{x} - \bar{y}|$ ) =ABS(Число);

— дисперсия по выборке — с помощью статистической функции =ДИСП.В(Диапазон ячеек).

Для упрощения вычисления эмпирического значения ( $T_{\text{эмп}}$ ),

чтобы не загромождать формулу, рекомендуется отдельно вычислить средние значения и дисперсии выборки экспериментальной и контрольной групп до и после эксперимента (установить указатель в ячейку для вычисления среднего значения контрольной группы до эксперимента → вызвать функцию СРЗНАЧ() → при необходимости указать диапазон ячеек (обычно MS Excel определяет его автоматически) → скопировать формулу для всех столбцов таблицы). Аналогично вычислить дисперсии выборки. В результате произведенных действий получим вычисленные элементы:  $\bar{x}$ ,  $\bar{y}$ ,  $D_x$ ,  $D_y$ .

Тогда Excel-формула вычисления  $T_{\text{эмп}}$  до эксперимента для нашей таблицы будет выглядеть следующим образом:

$$=\text{КОРЕНЬ}(25 \cdot 20) \cdot \text{ABS}(B29 - D29) / \text{КОРЕНЬ}(25 \cdot D30 + 20 \cdot B30),$$

а результат  $T_{\text{эмп}} = 0,16$ .

2. Сравнить полученное значение с критическим значением  $T_{0,05} = 1,96$ : если  $T_{\text{эмп}} \leq 1,96$ , то сделать вывод: “характеристики сравниваемых выборок совпадают на уровне значимости 0,05”; если  $T_{\text{эмп}} > 1,96$ , то сделать вывод: “достоверность различий характеристик сравниваемых выборок составляет 95%”. В нашем случае гипотеза о совпадении характеристик контрольной и экспериментальной групп до начала эксперимента принимается на уровне значимости 0,05.

3. Сравнить характеристики контрольной и экспериментальной групп после окончания эксперимента. Для этого необходимо вычислить  $T_{\text{эмп}}$  после эксперимента по аналогичной формуле

$$=\text{КОРЕНЬ}(25 \cdot 20) \cdot \text{ABS}(C29 - E29) / \text{КОРЕНЬ}(25 \cdot E30 + 20 \cdot C30).$$

В результате получим  $T_{\text{эмп}} = 3,62 > 1,96$ , следовательно, достоверность различий характеристик контрольной и экспериментальной групп после окончания эксперимента составляет 95%.

Таким образом, начальные (до начала эксперимента) состояния экспериментальной и контрольной групп совпадают, а конечные (после окончания эксперимента) — различаются. Следовательно, можно сделать вывод, что эффект изменений обусловлен именно примене-

нием экспериментальной методики обучения.

**Критерий Вилкоксона-Манна-Уитни** оперирует не с абсолютными значениями элементов двух выборок, а с результатами их парных сравнений. Эмпирическое значение критерия Вилкоксона  $W_{эмп}$  вычисляется по формуле

$$W_{эмп} = \frac{\left| \frac{N \cdot M}{2} - U \right|}{\sqrt{\frac{N \cdot M \cdot (N + M + 1)}{12}}}$$

где  $U$  — эмпирическое значение критерия Манна-Уитни, которое вычисляется по следующему алгоритму: для каждого члена экспериментальной группы подсчитывается число членов контрольной группы, ответивших на строго большее число заданий, и прибавляется полусумма числа членов контрольной группы, ответивших на такое же количество заданий. Сумма полученных чисел членов экспериментальной группы дает эмпирическое значение критерия Манна-Уитни  $U$ .

В Microsoft Excel для вычисления значения  $U$  до и после эксперимента рекомендуется ввести в таблицу дополнительные столбцы ( $U1_i$  — до эксперимента и  $U2_i$  — после эксперимента).

Для подсчета воспользуемся статистической функцией СЧЁТЕСЛИ(Диапазон; Критерий). В нашем случае полная формула будет иметь следующий вид:

$$=СЧЁТЕСЛИ(В$4:В$28;">"&D4)+СЧЁТЕСЛИ(В$4:В$28;D4)/2.$$

| F4      fx =СЧЁТЕСЛИ(В\$4:В\$28;">"&D4)+СЧЁТЕСЛИ(В\$4:В\$28;D4)/2 |  |                    |                    |                          |                    |  |                       |   |   |   |   |
|---|--|--------------------|--------------------|--------------------------|--------------------|--|-----------------------|---|---|---|---|
|   | A  | B                  | C                  | D                        | E                  | F  | G                     | H | I | J | K |
| 1   | Результаты измерений уровня знаний в контрольной и экспериментальной группах до и после эксперимента |                    |                    |                          |                    |  |                       |   |   |   |   |
| 2   | № п.п.   | Контрольная группа |                    | Экспериментальная группа |                    | U1 до эксперимента                                     | U2 после эксперимента |   |   |   |   |
| 3   |  | До эксперимента    | После эксперимента | До эксперимента          | После эксперимента |  |                       |   |   |   |   |
| 4   | 1  | 25                 | 25                 | 24                       | 26                 | =СЧЁТЕСЛИ(В\$4:В\$28;">"&D4)+СЧЁТЕСЛИ(В\$4:В\$28;D4)/2 |                       |   |   |   |   |
| 5   | 2  | 18                 | 19                 | 16                       | 19                 |  |                       |   |   |   |   |

Чтобы формулу можно было скопировать на все строки, необходимо использовать абсолютную ссылку для закрепления диапазона ячеек (В\$4:В\$28). Поскольку критерий при первом использовании функции должен работать по условию, необходимо воспользоваться макродстановкой (">"&D4). Данную формулу можно ввести вручную или воспользоваться мастером ввода функций (вызвать функцию СЧЁТЕСЛИ → указателем выделить в таблице необходимый диапазон (в нашем случае ячейки от В4 до В28) → для закрепления диапазона ввести символ \$ в ссылках (В\$4:В\$28) → ввести критерий подсчета (в нашем случае ">"&D4) и нажать *OK*. Для прибавления оставшейся полусуммы числа членов контрольной группы, ответивших на такое же количество заданий, необходимо дополнить формулу (нажать клавишу *F2* для редактирования формулы непосредственно в ячейке или в строке формул набрать знак + → вызвать функцию СЧЁТЕСЛИ → указателем выделить в таблице необходимый диапазон (в нашем случае ячейки от В4 до В28) → ввести символ \$ в ссылки (В\$4:В\$28) → перейти в поле *Критерий* → указать ячейку с критерием (в нашем случае D4) → нажать *OK* → ввести в конце формулы деление на 2 (/2)). После нажатия на клавишу *Enter* результат можно скопировать на все строки таблицы и на соседний столбец. Автосумма по столбцам даст эмпирическое значение критерия Манна-Уитни до и после эксперимента. Далее необходимо вычислить эмпирическое значение критерия Вилкоксона  $W_{эмп}$  до и после эксперимента.

|    |                  |    |    |  |  |  |     |  |  |  |  |
|----|------------------|----|----|--|--|--|-----|--|--|--|--|
| 28 | 25               | 21 | 19 |  |  |  |     |  |  |  |  |
| 29 | U                |    |    |  |  | 251,5  | 110 |  |  |  |  |
| 30 | W <sub>эмп</sub> |    |    |  |  | =ABS(20*25/2-F29)/КОРЕНЬ(20*25*(20+25+1)/12) |     |  |  |  |  |

В результате подсчетов получили, что до эксперимента  $W_{эмп} = 0,034 \leq 1,96$ , и, следо-

вательно, гипотеза о том, что сравниваемые выборки совпадают, принимается на уровне значимости 0,05, а после эксперимента  $W_{эм} = 3,1978 > 1,96$ , а значит, достоверность различий сравниваемых выборок составляет 95%.

Следовательно, можно сделать вывод, что эффект изменений обусловлен именно применением экспериментальной методики обучения.

**Определение достоверности совпадений и различий для экспериментальных данных, измеренных в порядковой шкале.** Для примера рассмотрим случай, когда используется порядковая шкала с  $L$  различными баллами. Характеристикой группы будет число ее членов, набравших тот или иной балл.

Для экспериментальной группы вектор баллов  $n = (n_1, n_2, \dots, n_L)$ , где  $n_k$  — число членов экспериментальной группы, получивших  $k$ -й балл,  $k = 1, 2, \dots, L$ . Для контрольной группы вектор баллов  $m = (m_1, m_2, \dots, m_L)$ , где  $m_k$  — число членов контрольной группы, получивших  $k$ -й балл,  $k = 1, 2, \dots, L$ .

Рассмотрим пример, когда до эксперимента уровень знаний по результатам контрольной работы, состоящей из 10 задач, определялся как “низкий” (было решено до 5 задач), “средний” (было решено от 6 до 8 задач) и “высокий” (было решено более 8 задач), т. е.  $L = 3$ . После проведения экспериментальной методики повторно проверили уровень знаний.

Результаты измерений уровня знаний в контрольной и экспериментальной группах до и после эксперимента занесли в таблицу.

| А | В                              | С  | Д  | Е  | Ф  |
|---|--------------------------------|--|--|--|--|
| 1 | Кол-во человек в эксп. группе  | N =  | 25   |  |  |
| 2 | Кол-во человек в контр. группе | M =  | 30   |  |  |
| 3 | Уровень знаний                 | Контрольная группа до начала эксперимента (чел.) | Экспериментальная группа до начала эксперимента (чел.) | Контрольная группа после окончания эксперимента (чел.) | Экспериментальная группа после окончания эксперимента (чел.) |
| 4 | Низкий                         | 13   | 12   | 13   | 5  |
| 5 | Средний                        | 12   | 8  | 12   | 8  |
| 6 | Высокий                        | 5  | 5  | 5  | 12   |

Как известно, для данных, измеренных в порядковой шкале, целесообразно использовать критерий однородности  $\chi^2$  (хи-квадрат), эмпирическое значение  $\chi^2_{эм}$  которого вычисляется по следующей формуле:

$$\chi^2_{эм} = N \cdot M \cdot \sum_{i=1}^L \frac{\left(\frac{n_i}{N} - \frac{m_i}{M}\right)^2}{\frac{n_i}{N} + \frac{m_i}{M}}$$

Критерий хи-квадрат применим при условии, что для любого значения балла в любой из сравниваемых выборок не менее пяти ее членов получили данный балл, т. е.:  $n_i \geq 5, m_i \geq 5, i = 1, 2, \dots, L$ . Кроме того, желательно, чтобы число градаций  $L$  было не менее трех. Если  $L = 2$ , т. е. используется дихотомическая шкала (“да” — “нет”, “решил” — “не решил” и т. д.), то можно применять критерий Фишера.

Критические значения критерия  $\chi^2$  для уровня значимости  $\alpha = 0,05$  можно найти практически в любом учебнике по статистическим методам или в специальных статистических таблицах.

| L-1             | 1    | 2    | 3    | 4    | 5     | 6     | 7     | 8     | 9     |
|-----------------|------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|
| $\chi^2_{0,05}$ | 3,84 | 5,99 | 7,82 | 9,49 | 11,07 | 12,59 | 14,07 | 15,52 | 16,92 |

Алгоритм определения достоверности совпадений и различий для экспериментальных данных, измеренных в порядковой шкале, заключается в следующем:

1. Вычислить для сравниваемых выборок  $\chi^2_{эм}$  — эмпирическое значение критерия  $\chi^2$

по вышеуказанной формуле.

Для удобства вычисления эмпирического значения  $\chi^2$  создадим дополнительную таблицу, отражающую отдельные значения

$$\frac{\left(\frac{n_i}{N} - \frac{m_i}{M}\right)^2}{n_i + m_i}$$

| СЕГОДНЯ                          |         |   |  |   |  |  |  |
|----------------------------------|---------|---|--|---|--|--|--|
| =(F4/\$D\$1-E4/\$D\$2)^2/(F4+E4) |         |   |  |   |  |  |  |
|                                  | A       | B   | C  | D   | E  | F  | G  |
| 1                                |         | Кол-во человек в эксп. группе                             | N =  | 25  |  |  |  |
| 2                                |         | Кол-во человек в контр. группе                            | M =  | 30  |  |  |  |
| 3                                |         | Уровень знаний  | Контрольная группа до начала эксперимента (чел.)       | Экспериментальная группа до начала эксперимента (чел.)        | Контрольная группа после окончания эксперимента (чел.)                     | Экспериментальная группа после окончания эксперимента (чел.) |  |
| 4                                |         | Низкий  | 13   | 12  | 13   | 5  |  |
| 5                                |         | Средний   | 12   | 8   | 12   | 8  |  |
| 6                                |         | Высокий   | 5  | 5   | 5  | 12   |  |
| 7                                |         |   |  |   |  |  |  |
| 8                                |         | Экспериментальная и контрольная группы после эксперимента | Экспериментальная и контрольная группы до эксперимента | Экспериментальная группа до эксперимента, контрольная - после | Экспериментальная группа после эксперимента, контрольная - до эксперимента | Контрольная группа до и после эксперимента                   | Экспериментальная группа до и после эксперимента |
| 9                                | Низкий  | =(F4/\$D\$1-E4/\$D\$2)^2/(F4+E4)                          |  |   |  |  |  |
| 10                               | Средний |   |  |   |  |  |  |
| 11                               | Высокий |   |  |   |  |  |  |

Далее поочередно вводим формулы для вычисления промежуточных показателей и эмпирических значений  $\chi^2$ , указывая адреса ячеек в соответствии с таблицей:

| Выборка   | Значение $\frac{\left(\frac{n_i}{N} - \frac{m_i}{M}\right)^2}{n_i + m_i}$ | Эмпирическое значение $\chi^2$ |
|---|---|--------------------------------|
| Экспериментальная и контрольная группы после эксперимента     | =(F4/\$D\$1-E4/\$D\$2)^2/(F4+E4)  | =\$D2*\$D1*СУММ(B9:B11)        |
| Экспериментальная и контрольная группы до эксперимента        | =(D4/\$D\$1-C4/\$D\$2)^2/(D4+C4)  | =\$D2*\$D1*СУММ(C9:C11)        |
| Экспериментальная группа до эксперимента, контрольная — после | =(D4/\$D\$1-E4/\$D\$2)^2/(D4+E4)  | =\$D2*\$D1*СУММ(D9:D11)        |
| Экспериментальная группа после эксперимента, контрольная — до | =(F4/\$D\$1-C4/\$D\$2)^2/(F4+C4)  | =\$D2*\$D1*СУММ(E9:E11)        |
| Контрольная группа до и после эксперимента                    | =(C4/\$D\$2-E4/\$D\$2)^2/(E4+C4)  | =\$D2*\$D2*СУММ(F9:F11)        |
| Экспериментальная группа до и после эксперимента              | =(F4/\$D\$1-D4/\$D\$1)^2/(F4+D4)  | =\$D1*\$D1*СУММ(G9:G11)        |

Для удобства копирования формул некоторые ссылки сделаны абсолютными.

В результате получим таблицу, отражающую эмпирические значения  $\chi^2$  для всех возможных вариантов.

2. В рассматриваемом примере  $L = 3$  (выделены три уровня знаний — “низкий”, “средний” и “высокий”). Следовательно,  $L - 1 = 2$ . Из статистической таблицы получаем для  $L - 1 = 2$ :  $\chi^2_{0,05} = 5,99$ . Анализируя все эмпирические значения критерия  $\chi^2$ , можно заметить,

что результат  $\chi_{эмн} = 6,84$  сравнения экспериментальной и контрольной групп после окончания эксперимента больше критического значения.

Следовательно, “характеристики всех сравниваемых выборок, кроме экспериментальной и контрольной групп после окончания эксперимента, а также экспериментальной после эксперимента и контрольной до эксперимента, совпадают<sup>1</sup> с уровнем значимости 0,05”.

| №  | А       | В   | С  | Д   | Е  | Ф  | Г  |
|----|---------|---|--|---|--|--|--|
| 1  |         | Кол-во человек в эксп. группе                             | N =  | 25  |  |  |  |
| 2  |         | Кол-во человек в контр. группе                            | M =  | 30  |  |  |  |
| 3  |         | Уровень знаний  | Контрольная группа до начала эксперимента (чел.)       | Экспериментальная группа до начала эксперимента (чел.)        | Контрольная группа после окончания эксперимента (чел.)                     | Экспериментальная группа после окончания эксперимента (чел.) |  |
| 4  |         | Низкий  | 13   | 12  | 13   | 5  |  |
| 5  |         | Средний   | 12   | 8   | 12   | 8  |  |
| 6  |         | Высокий   | 5  | 5   | 5  | 12   |  |
| 7  |         |   |  |   |  |  |  |
| 8  |         | Экспериментальная и контрольная группы после эксперимента | Экспериментальная и контрольная группы до эксперимента | Экспериментальная группа до эксперимента, контрольная - после | Экспериментальная группа после эксперимента, контрольная - до эксперимента | Контрольная группа до и после эксперимента                   | Экспериментальная группа до и после эксперимента |
| 9  | Низкий  | 0,0030  | 0,0001   | 0,0001  | 0,0030   | 0,0000   | 0,0046   |
| 10 | Средний | 0,0003  | 0,0003   | 0,0003  | 0,0003   | 0,0000   | 0,0000   |
| 11 | Высокий | 0,0058  | 0,0001   | 0,0001  | 0,0058   | 0,0000   | 0,0046   |
| 12 |         | 6,84  | 0,39   | 0,39  | 6,84   | 0,00   | 5,76   |
| 13 |         |   |  |   |  |  |  |
| 14 |         |   | Контрольная группа до начала эксперимента              | Экспериментальная группа до начала эксперимента               | Контрольная группа после окончания эксперимента                            | Экспериментальная группа после окончания эксперимента        |  |
| 15 |         | Контрольная группа до начала эксперимента                 |  | 0,39  | 0,00   | 6,84   |  |
| 16 |         | Экспериментальная группа до начала эксперимента           | 0,39   |   | 0,39   | 5,76   |  |
| 17 |         | Контрольная группа после окончания эксперимента           | 0,00   | 0,39  |  | 6,84   |  |
| 18 |         | Экспериментальная группа после окончания эксперимента     | 6,84   | 5,76  | 6,84   |  |  |

Так как  $\chi_{эмн} = 6,84 > 5,99 = \chi_{0,05}^2$ , то “достоверность различий характеристик экспериментальной и контрольной групп после окончания эксперимента составляет 95%”.

Таким образом, начальные (до начала эксперимента) состояния экспериментальной и контрольной групп совпадают, а конечные (после окончания эксперимента) — различаются. Следовательно, можно сделать вывод, что эффект изменений обусловлен именно применением экспериментальной методики обучения.

**Дихотомическая шкала.** В порядковой шкале с двумя различными упорядоченными баллами (“высокий” — “низкий”, “справился с заданием” — “не справился” и т. д.) используется дихотомическая шкала.

Характеристикой группы, помимо общего числа ее членов, будет число членов (или доля, процент от общего числа), набравших заданный, например максимальный, балл (в общем случае — число членов, обладающих заданным признаком).

В этом случае для экспериментальной группы, описываемой двумя числами ( $n_1, n_2$ ), где  $n_1$  — число членов рассматриваемой группы, набравших низкий балл,  $n_2$  — набравших высокий балл,  $n_1 + n_2 = N$ , доля ее членов, набравших максимальный балл  $p = n_2 / N$ . Для контрольной группы, описываемой двумя числами ( $m_1, m_2$ ), где  $m_1 + m_2 = M$ , доля ее членов, набравших максимальный балл, равна:  $q = m_2 / M$ .

Рассмотрим пример, когда брали контрольную группу, состоящую из 25 человек ( $M = 25$ ), и экспериментальную группу, состоящую из 20 человек ( $N = 20$ ). Проверка уровня знаний осуществлялась по результатам теста, состоящего из 30 заданий. После проведения экспериментальной методики повторно проверили уровень знаний.

Результаты выполнения теста занесли в таблицу.

|    | A  | B   | C   | D  | E  |
|----|--|---|---|--|--|
| 1  |  |   |   |  |  |
| 2  | Результаты измерений уровня знаний в контрольной и экспериментальной |   |   |  |  |
| 3  | группах до и после эксперимента                                      |   |   |  |  |
| 4  | № п.п.   | Результаты контрольной группы до эксперимента | Результаты экспериментальной группы до эксперимента | Результаты контрольной группы после эксперимента | Результаты экспериментальной группы после эксперимента |
| 5  | 1  | 25  | 24  | 25   | 26   |
| 6  | 2  | 18  | 16  | 19   | 19   |
| 7  | 3  | 19  | 19  | 18   | 25   |
| 8  | 4  | 18  | 17  | 17   | 20   |
| 9  | 5  | 10  | 11  | 18   | 16   |
| 10 | 6  | 8   | 19  | 6  | 21   |
| 11 | 7  | 25  | 25  | 13   | 23   |
| 12 | 8  | 28  | 18  | 28   | 17   |
| 13 | 9  | 18  | 16  | 19   | 24   |
| 14 | 10   | 12  | 23  | 12   | 27   |
| 15 | 11   | 25  | 27  | 20   | 29   |
| 16 | 12   | 16  | 29  | 14   | 30   |
| 17 | 13   | 23  | 25  | 19   | 22   |
| 18 | 14   | 24  | 21  | 23   | 25   |
| 19 | 15   | 24  | 19  | 29   | 30   |
| 20 | 16   | 29  | 29  | 22   | 28   |
| 21 | 17   | 17  | 18  | 21   | 24   |
| 22 | 18   | 18  | 16  | 16   | 26   |
| 23 | 19   | 21  | 19  | 22   | 28   |
| 24 | 20   | 22  | 22  | 18   | 23   |
| 25 | 21   | 25  |   | 23   |  |
| 26 | 22   | 26  |   | 17   |  |
| 27 | 23   | 23  |   | 25   |  |
| 28 | 24   | 15  |   | 18   |  |
| 29 | 25   | 21  |   | 19   |  |

Для каждого из столбцов таблицы, считая, что возможны два уровня знаний — “низкий” (число правильно решенных задач меньше либо равно 20) и “высокий” (число правильно решенных задач строго больше 20), определяем распределение членов экспериментальной и контрольной групп по двум уровням знаний. Для подсчета доли учащихся, освоивших и не освоивших материал, воспользуемся функцией =СЧЁТЕСЛИ(Диапазон; Критерий).

|    |                                     |   |   |                                       |   |
|----|-------------------------------------|---|---|---------------------------------------|---|
| 31 | M=                                  | 25  |   |                                       |   |
| 32 | N=                                  | 20  |   |                                       |   |
| 33 |                                     | Контрольная группа до начала эксперимента | Экспериментальная группа до начала эксперимента | Контрольная группа после эксперимента | Экспериментальная группа после эксперимента |
| 34 | Доля учеников не усвоивших материал | =СЧЁТЕСЛИ(B5:B29;"<21")/\$B\$31           | =СЧЁТЕСЛИ(C5:C29;"<21")/\$B\$32                 | =СЧЁТЕСЛИ(D5:D29;"<21")/\$B\$31       | =СЧЁТЕСЛИ(E5:E29;"<21")/\$B\$32             |
| 35 | Доля учеников усвоивших материал    | =СЧЁТЕСЛИ(B5:B29;">20")/\$B\$31           | =СЧЁТЕСЛИ(C5:C29;">20")/\$B\$32                 | =СЧЁТЕСЛИ(D5:D29;">20")/\$B\$31       | =СЧЁТЕСЛИ(E5:E29;">20")/\$B\$32             |

В результате вычислений получим таблицу с результатами

|    |                                     |   |   |                                       |   |
|----|-------------------------------------|---|---|---------------------------------------|---|
| 31 | M=                                  | 25  |   |                                       |   |
| 32 | N=                                  | 20  |   |                                       |   |
| 33 |                                     | Контрольная группа до начала эксперимента | Экспериментальная группа до начала эксперимента | Контрольная группа после эксперимента | Экспериментальная группа после эксперимента |
| 34 | Доля учеников не усвоивших материал | 0,44                                      | 0,55  | 0,64                                  | 0,20  |
| 35 | Доля учеников усвоивших материал    | 0,56                                      | 0,45  | 0,36                                  | 0,80  |

Как известно, для данных, измеренных в дихотомической шкале, целесообразно использование критерия Фишера<sup>1</sup>, для которого эмпирическое значение  $\varphi_{эм}$  вычисляется по формуле

$$\varphi_{эм} = \left| 2 \arcsin(\sqrt{p}) - 2 \arcsin(\sqrt{q}) \right| \sqrt{\frac{M \cdot N}{M + N}}$$

Критическое значение  $\varphi_{0,05}$  критерия Фишера для уровня значимости 0,05 равно 1,64.

Алгоритм определения достоверности совпадений и различий для экспериментальных данных, измеренных в порядковой шкале, заключается в следующем: вычислить для сравниваемых выборок  $\varphi_{эм}$  — эмпирическое значение критерия Фишера для всех возможных вариантов выборок по вышеуказанной формуле и сравнить с критическим значением.

В Microsoft Excel это будет выглядеть следующим образом:

| Выборка   | Эмпирическое значение критерия Фишера                                     |
|---|---|
| Экспериментальная и контрольная группы после эксперимента     | =ABS(2*ASIN(КОРЕНЬ(E35))-2*ASIN(КОРЕНЬ(D35)))*КОРЕНЬ((B32*B31)/(B32+B31)) |
| Экспериментальная и контрольная группы до эксперимента        | =ABS(2*ASIN(КОРЕНЬ(C35))-2*ASIN(КОРЕНЬ(B35)))*КОРЕНЬ((B32*B31)/(B32+B31)) |
| Экспериментальная группа до эксперимента, контрольная — после | =ABS(2*ASIN(КОРЕНЬ(D35))-2*ASIN(КОРЕНЬ(C35)))*КОРЕНЬ((B32*B31)/(B32+B31)) |
| Экспериментальная группа после эксперимента, контрольная — до | =ABS(2*ASIN(КОРЕНЬ(E35))-2*ASIN(КОРЕНЬ(B35)))*КОРЕНЬ((B32*B31)/(B32+B31)) |
| Контрольная группа до и после эксперимента                    | =ABS(2*ASIN(КОРЕНЬ(D35))-2*ASIN(КОРЕНЬ(B35)))*КОРЕНЬ((B31*B31)/(B31+B31)) |
| Экспериментальная группа до и после эксперимента              | =ABS(2*ASIN(КОРЕНЬ(C35))-2*ASIN(КОРЕНЬ(E35)))*КОРЕНЬ((B32*B32)/(B32+B32)) |

В результате получим:

|    |   |   |   |                                       |   |
|----|---|---|---|---------------------------------------|---|
| 31 | M=  | 25  |   |                                       |   |
| 32 | N=  | 20  |   |                                       |   |
| 33 |   | Контрольная группа до начала эксперимента | Экспериментальная группа до начала эксперимента | Контрольная группа после эксперимента | Экспериментальная группа после эксперимента |
| 34 | Доля учеников не усвоивших материал             | 0,44                                      | 0,55  | 0,64                                  | 0,20  |
| 35 | Доля учеников усвоивших материал                | 0,56                                      | 0,45  | 0,36                                  | 0,80  |
| 36 |   |   |   |                                       |   |
| 37 |   | Контрольная группа до начала эксперимента | Экспериментальная группа до начала эксперимента | Контрольная группа после эксперимента | Экспериментальная группа после эксперимента |
| 38 | Контрольная группа до начала эксперимента       |   | 0,73  | 1,43                                  | 1,74  |
| 39 | Экспериментальная группа до начала эксперимента | 0,73                                      |   | 0,61                                  | 2,35  |
| 40 | Контрольная группа после эксперимента           | 1,43                                      | 0,61  |                                       | 3,09  |
| 41 | Экспериментальная группа после эксперимента     | 1,74                                      | 2,35  | 3,09                                  |   |
| 42 |   |   |   |                                       |   |

Результаты вычислений содержат эмпирические значения критерия Фишера для сравниваемых групп, соответствующих строке и столбцу.

Например, эмпирическое значение критерия Фишера, получаемое при сравнении характеристик контрольной группы до начала эксперимента (вторая строка таблицы) и экспериментальной группы до начала эксперимента (третий столбец таблицы), равно 0,73. Следовательно, состояния экспериментальной и контрольной групп до начала эксперимента совпадают на уровне значимости 0,05 ( $0,73 \leq 1,64$ ). Аналогичным образом сравним характеристики экспериментальной и контрольной групп после окончания эксперимента. Так как  $F_{эм} = 3,09 > 1,64$ , то достоверность различий состояний экспериментальной и контрольной групп после окончания эксперимента составляет 95%.

Следовательно, начальные состояния экспериментальной и контрольной групп совпадают, а конечные различаются. Таким образом, можно сделать вывод, что эффект изменений обусловлен именно применением экспериментальной методики обучения.

### Вопросы для самопроверки

1. Объясните принцип формирования данных в шкале отношений и порядковой шкале.
2. В каких случаях целесообразно использовать критерии Крамера-Уэлча, Вилкоксона-Манна-Уитни, хи-квадрат, Фишера?
3. Какие функции Microsoft Excel используются для вычисления критериев Крамера-Уэлча, Вилкоксона-Манна-Уитни, хи-квадрат, Фишера?
4. Какой дополнительной операцией пользуются в функции СЧЁТЕСЛИ(), если в качестве критерия отбора необходимо использовать условие?
5. Объясните принцип работы функций: модуль (абсолютное значение), корень квадратный, арксинус, среднее значение, дисперсия, сумма, медиана, максимальное значение, мода, стандартное отклонение, эксцесс, счет.

## Задания для самостоятельной работы

### **Задание 1**

Из архива заданий открыть документ “Статистические функции” (папка Excel), изучить данные и вычислить все перечисленные под таблицей функции, выписать определения статистических функций, проанализировать результат.

### **Задание 2**

Из архива заданий открыть документ “Критерий Крамера- Уэлча” (папка Excel), изучить данные и вычислить для сравниваемых выборок  $T$  — эмпирическое значение критерия Крамера-Уэлча. Прокомментировать результат. Отредактировать данные таблицы, вводя новые значения.

### **Задание 3**

Из архива заданий открыть документ “Критерий Вилкоксона” (папка Excel), изучить данные и вычислить для сравниваемых выборок  $W3Mn$  — эмпирическое значение критерия Вилкоксона. Прокомментировать результат. Отредактировать данные таблицы, вводя новые значения.

### **Задание 4**

Из архива заданий открыть документ “Хи-квадрат” (папка Excel), изучить данные и вычислить для сравниваемых выборок эмпирическое значение  $\chi^2_{эмп}$ . Прокомментировать результат. Ввести новые значения в таблицу.

### **Задание 5**

Из архива заданий открыть документ “Хи-квадрат1”, изучить данные и преобразовать данные из шкалы отношений в порядковую по следующему критерию: низкий уровень — количество правильных ответов строго меньше 15, средний уровень — количество ответов строго больше 14 и строго меньше 25 (в этом случае для подсчета использовать функцию СЧЁТЕСЛИМН(Диапазон1; Критерий1; Диапазон2; Критерий2), высокий уровень — количество ответов строго больше 24. Вычислить для полученных выборок эмпирическое значение  $\chi^2_{эмп}$  (данные полученной таблицы можно внести в документ, полученный при выполнении задания 4). Прокомментировать результат

### **Задание 6**

Из архива заданий открыть документ “Критерий Фишера” (папка Excel), изучить данные и преобразовать данные из шкалы отношений в порядковую. Для каждого из столбцов таблицы, считая, что возможны два уровня знаний — “низкий” (число правильно решенных задач меньше либо равно 20) и “высокий” (число правильно решенных задач строго больше 20), определить распределение членов экспериментальной и контрольной групп по двум уровням знаний. Вычислить для полученных выборок эмпирическое значение  $F_{эмп}$ . Прокомментировать результат.

## 3. Вопросы и задания для самостоятельной работы

1. Понятие информационных и коммуникационных технологий (ИКТ).
2. Эволюция информационных и коммуникационных технологий.
3. Дидактические свойства и функции информационных и коммуникационных технологий.
4. Формирование информационной культуры как цель обучения, воспитания и развития учащихся.
5. Современные образовательные технологии на базе ИКТ.
6. Информационное обеспечение учебного процесса.
7. Программные средства управления учебным процессом.
8. Необходимость формирования информационной компетенции учащихся и учителей.
9. Различные подходы к использованию информационных и коммуникационных технологий в учебном процессе (утилитарный, технократический, инновационный).

10. Особенности профессионального общения с использованием современных средств коммуникаций.
11. Сетевые сообщества.
12. Телекоммуникационные системы и сети, в том числе, глобальные компьютерные сети.
13. Понятие дистанционного обучения как особой формы обучения, история его возникновения и развития.
14. Дистанционное обучение: идеи, технологии, проблемы и перспективы.
15. Анализ мирового опыта интеграции дистанционного и других форм обучения.
16. Сравнительный анализ различных образовательных платформ дистанционного обучения.
17. Организация и управление дистанционным обучением.
18. Характеристика средств и форм дистанционного образования, интерактивное обучения взаимодействие учителя и учащихся.
19. Методы поиска учебной информации в Интернет.
20. Методы проведения урока с применением информационных технологий и ресурсов Интернет.
21. Основные понятия математической статистики.
22. Описательная статистика. Представление данных в наглядной форме.
23. Использование математических пакетов для обработки результатов эксперимента.
24. Критерии оценки учебно-методического пакета.
25. Характеристика метода проектов.
26. Классификация учебных телекоммуникационных проектов.
27. Этапы проведения учебного телекоммуникационного проекта.
28. По результатам информации, представленной в сети Интернет, дать сравнительную характеристику системам тестовых заданий, используемых для диагностики учебных достижений учащихся различных регионов, стран.
29. На основе инструментария мультимедиа технологии разработать учебные проекты, реализующие межпредметные связи.
30. Разработать требования к методическим материалам, обеспечивающим личностно ориентированное обучение с использованием средств ИКТ.

Вариант представления результат изучения предложенных вопросов обучающиеся выбирают самостоятельно. Это могут быть: тезисы, интеллект-карты, таблицы, классификации и др.

### Практическое задание

1. Построить вариационный ряд.
2. Представить в графическом виде полигон частот.
3. Рассчитать показатели описательной статистики: моду, медиану, выборочное среднее, размах, дисперсию, среднеквадратическое отклонение.

### Варианты индивидуальных заданий

Номер варианта соответствует позиции обучающегося в списке группы

#### Вариант 1

|    |    |    |    |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |
|----|----|----|----|----|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 1  | 2  | 3  | 4  | 5  | 6 | 7 | 8  | 9  | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |
| 17 | 10 | 11 | 20 | 11 | 7 | 3 | 16 | 15 | 4  | 11 | 10 | 20 | 14 | 11 |

#### Вариант 2

|    |    |    |   |   |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |
|----|----|----|---|---|----|---|---|----|----|----|----|----|----|----|
| 1  | 2  | 3  | 4 | 5 | 6  | 7 | 8 | 9  | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |
| 20 | 15 | 10 | 7 | 4 | 15 | 2 | 3 | 15 | 10 | 20 | 12 | 15 | 4  | 11 |

**Вариант 3**

|    |   |    |   |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|----|---|----|---|----|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 1  | 2 | 3  | 4 | 5  | 6 | 7  | 8  | 9  | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |
| 12 | 7 | 14 | 3 | 10 | 7 | 18 | 25 | 10 | 4  | 5  | 12 | 10 | 11 | 21 |

**Вариант 4**

|    |    |   |    |   |   |    |   |    |    |    |    |    |    |    |
|----|----|---|----|---|---|----|---|----|----|----|----|----|----|----|
| 1  | 2  | 3 | 4  | 5 | 6 | 7  | 8 | 9  | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |
| 10 | 12 | 7 | 14 | 5 | 6 | 12 | 8 | 21 | 14 | 7  | 11 | 14 | 20 | 5  |

**Вариант 5**

|    |    |   |    |   |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |
|----|----|---|----|---|----|----|---|----|----|----|----|----|----|----|
| 1  | 2  | 3 | 4  | 5 | 6  | 7  | 8 | 9  | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |
| 10 | 21 | 4 | 21 | 5 | 12 | 21 | 3 | 45 | 11 | 21 | 5  | 4  | 23 | 10 |

**Вариант 6**

|    |   |    |   |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |
|----|---|----|---|----|----|----|---|----|----|----|----|----|----|----|
| 1  | 2 | 3  | 4 | 5  | 6  | 7  | 8 | 9  | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |
| 12 | 7 | 25 | 7 | 10 | 16 | 11 | 7 | 16 | 24 | 12 | 10 | 7  | 15 | 24 |

**Вариант 7**

|    |   |    |   |   |    |   |   |   |    |    |    |    |    |    |
|----|---|----|---|---|----|---|---|---|----|----|----|----|----|----|
| 1  | 2 | 3  | 4 | 5 | 6  | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |
| 10 | 8 | 12 | 7 | 8 | 14 | 5 | 4 | 7 | 14 | 21 | 14 | 8  | 10 | 8  |

**Вариант 8**

|    |    |    |   |    |   |    |   |    |    |    |    |    |    |    |
|----|----|----|---|----|---|----|---|----|----|----|----|----|----|----|
| 1  | 2  | 3  | 4 | 5  | 6 | 7  | 8 | 9  | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |
| 12 | 11 | 14 | 7 | 10 | 4 | 25 | 4 | 10 | 17 | 11 | 10 | 24 | 4  | 11 |

**Вариант 9**

|   |   |    |   |    |   |    |    |   |    |    |    |    |    |    |
|---|---|----|---|----|---|----|----|---|----|----|----|----|----|----|
| 1 | 2 | 3  | 4 | 5  | 6 | 7  | 8  | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |
| 8 | 5 | 11 | 7 | 12 | 8 | 21 | 10 | 8 | 20 | 14 | 4  | 5  | 12 | 11 |

**Вариант 10**

|   |    |    |    |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |
|---|----|----|----|----|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 1 | 2  | 3  | 4  | 5  | 6 | 7 | 8  | 9  | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |
| 7 | 12 | 10 | 21 | 10 | 6 | 5 | 12 | 21 | 6  | 24 | 10 | 5  | 7  | 20 |