**Задание 1. Сравнение качества объекта и эталона**

**1.1 Условие задания**

Сравнить качество двух вольтметров, пользуясь данными таблицы 1. Построить график, отражающий динамику качества, и модель качества объекта в виде иерархической структуры показателей качества. Дать рекомендации по улучшению качества объекта.

**1.2 Указания по выполнению**

Цель задания – закрепление навыков комплексирования единичных показателей качества и сравнения качества изделия-объекта с качеством изделия-эталона.

Исходные данные для расчета содержатся в таблице 1. В таблице 1 приведены единичные показатели качества вольтметров, по которым производится сравнение качества вольтметра-объекта с качеством вольтметра-эталона. В этой же таблице приведены значения единичных показателей качества вольтметра-эталона.

Значения единичных показателей качества объекта, сгруппированные в вариант задания студент выбирает по сумме трех последних цифр шифра своего студенческого билета 191077 (0+7+7=14)

**1.3 Порядок расчета**

Сравнение качества объекта и эталона производят по значению обобщенного показателя качества. Динамику качества учитывают по метрической шкале отношений [4]. Если значение обобщенного показателя качества больше 1, то качество объекта выше качества эталона, если наоборот – то ниже.

Комплексирование единичных показателей качества проводят путем вычисления средневзвешенных оценок. При этом сначала вычисляют групповые показатели качества, а затем – обобщенный показатель качества. Групповой показатель определяют, как среднее арифметическое взвешенное, а обобщенный показатель – как среднее геометрическое взвешенное.

uu

hh

1. Вычислили значения относительных единичных показателей с учетом динамики качества. Результаты занесли в таблицу 1.

2. Присвоили каждому единичному показателю качества весовой коэффициент. Нормируют весовые коэффициенты.

3. Анализируют единичные показатели качества. В результате анализа группируют показатели (показатели назначения, надежности, технологичности, стандартизации, унификации и т.д.). Обосновывают результаты группировки и строят модель качества объекта в виде иерархической структуры показателей качества.

4. Вычисляем значения групповых показателей качества как среднее арифметическое взвешенное. Результаты занесем в таблицу 2.

, (1)

где - относительный единичный показатель,

 - весовой коэффициент.

Задаём весовые коэффициенты групповых показателей и нормируем их значение:

, (2)

где - баллы для данного группового показателя.

Таблица 2 – Групповые показатели качества

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Наименование |  | qн |  |
| Показатели назначения | 3,7 | 0,16 | 1,06 |
| Показатели надежности | 0,55 | 0,14 |
| Показатели экономного использования сырья, материалов, топлива, энергии и трудовых ресурсов | 1,08 | 0,13 |
| Экономические показатели | 0,78 | 0,16 |
| Показатели безопасности | 1,1 | 0,16 |
| Показатели транспортабельности | 1,1 | 0,13 |
| Показатели стандартизации и унификации | 0,65 | 0,14 |

Для показателей назначения:



Для показателей надежности:



Для показателей экономного использования сырья, материалов, топлива, энергии и трудовых ресурсов:



Для экономических окахателей:



Для показателей безопасности:



Для показателей транспортабельности:



Для показателей стандартизации и унификации:

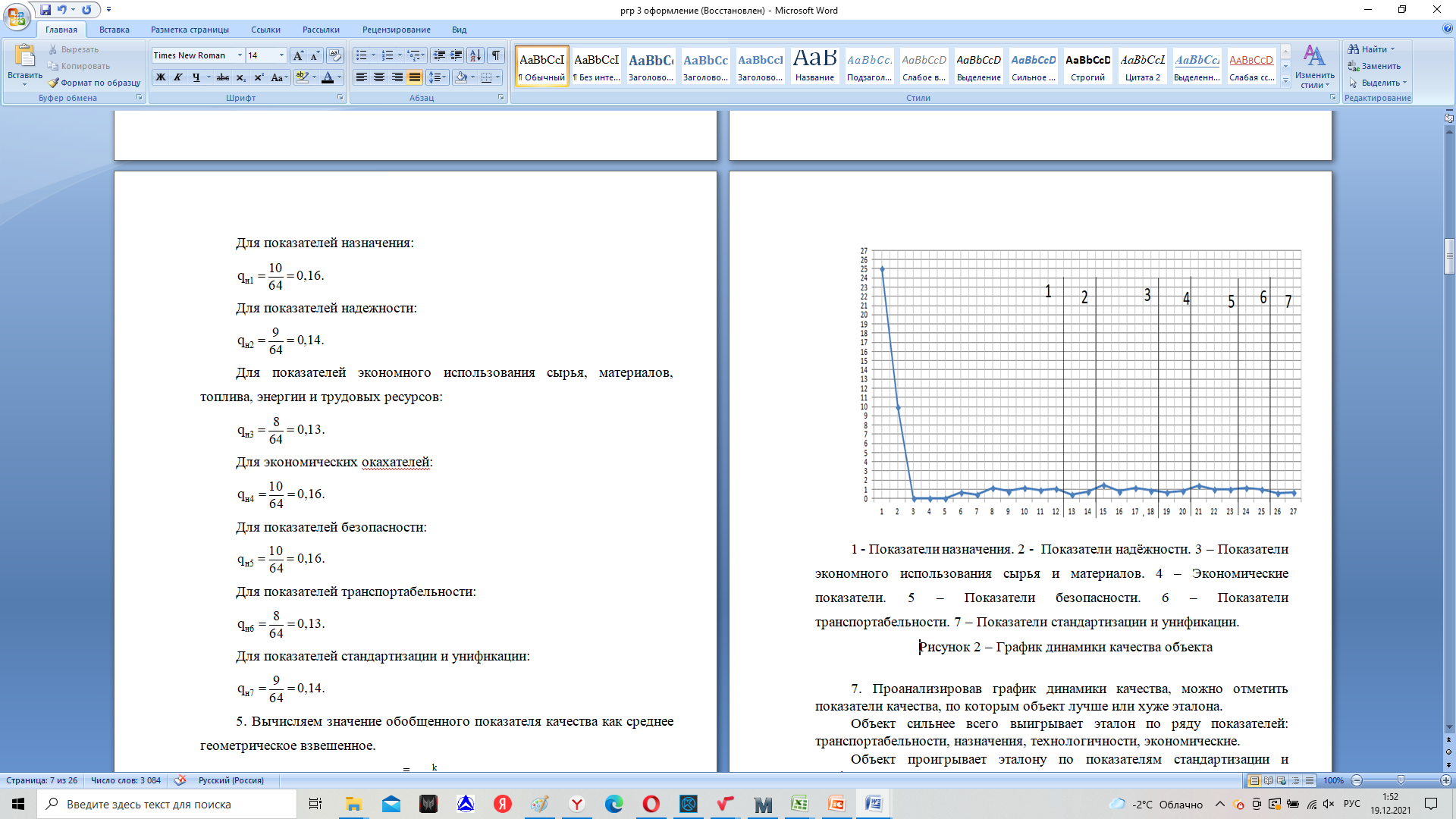


5. Вычисляем значение обобщенного показателя качества как среднее геометрическое взвешенное.

; (3)



6. Построить график, отражающий динамику качества.

Рисунок 1 – График динамики качества объекта

7. Проанализировав график динамики качества можно сделать следующие выводы: Объект выигрывает у эталона по ряду показателей: назначения, экономного использования сырья, по показателям безопасности.

Объект проигрывает эталону по показателям стандартизации и унификации, по показателям надёжности, по экономическим показателям.

Остальные показатели близки к равным.

8. После вычисления обобщенного показателя качества, можно сделать вывод о том, что объект сравнения лучше эталонного на 6%, чтобы улучшить качество необходимо улучшить экологические показатели и показатели стандартизации и унификации, экономические показатели, показатели экономного использования сырья и материалов.

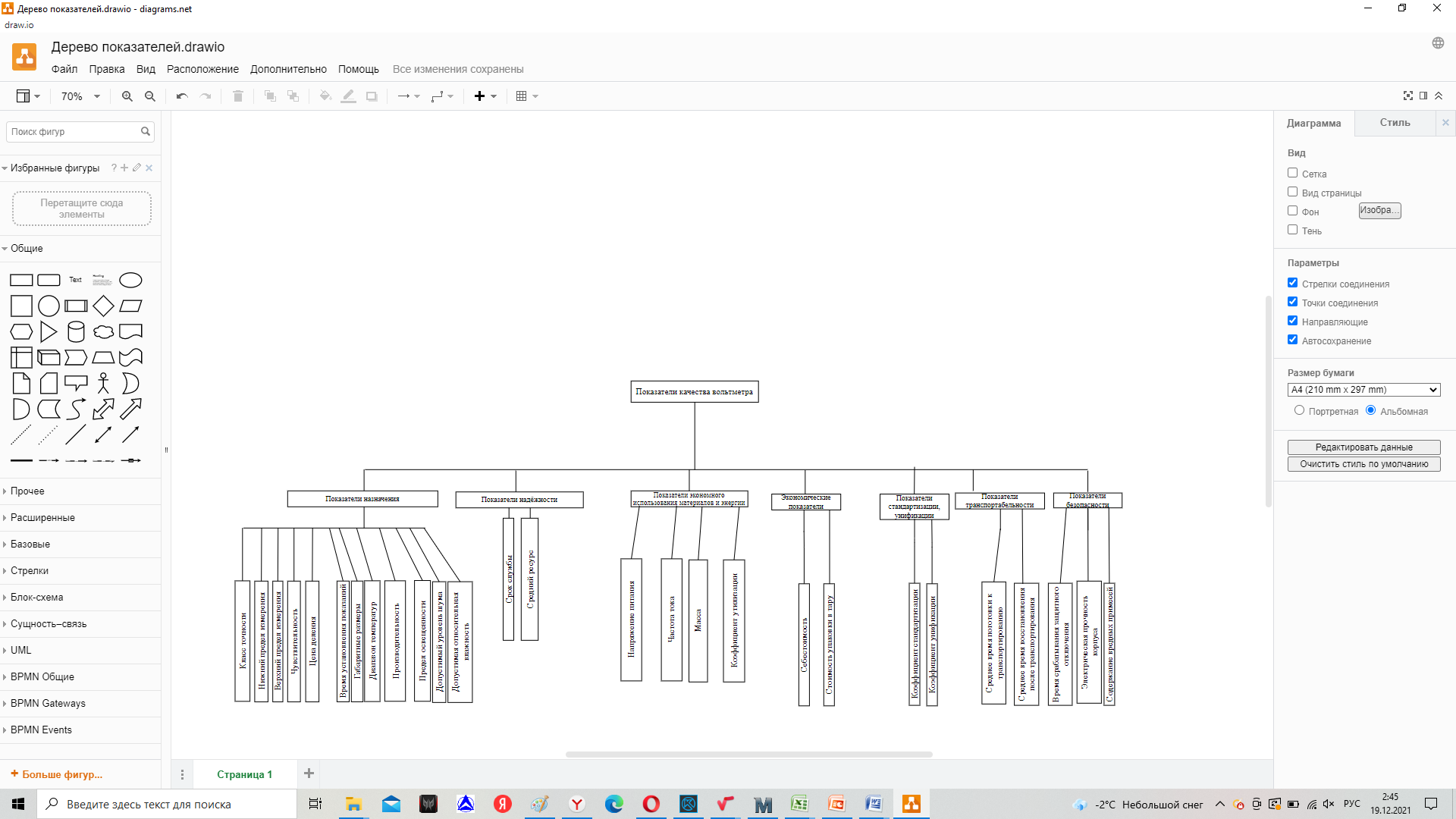


Рисунок 2 – Дерево показателей



**Задание 2. Экспертный метод измерения качества**

**2.1 Условие задания**

Оценить качество образования в университете по шкале порядка, предварительно определив весовые коэффициенты заданных показателей качества образования. Проверить степень согласованности мнений экспертов, входящих в состав экспертной комиссии. Построить график, отражающий динамику качества, и модель качества образования в виде диаграммы Исикавы. Дать рекомендации по улучшению качества образования в университете.

**2.2 Указания по выполнению**

Цель задания – закрепление навыков оценки качества объекта экспертным методом и проверки согласованности мнений экспертов.

Исходные данные содержатся в таблицах 1, 2.

**2.3 Порядок расчета**

При оценке качества не всегда могут быть использованы объективные инструментальные методы. Когда их применить невозможно, используют экспертный метод оценки качества [4]. Он заключается в том, что собирают экспертную комиссию, проверяют компетентность экспертов и формируют показатели качества, по которым оценивают качество объекта экспертизы. Затем эксперты по каждому показателю оценивают качество объекта, обычно по шкале порядка (в баллах). После комплексирования показателей качества (с учетом весовых коэффициентов показателей) находят балл, по которому оценивают качество объекта экспертизы.

Мнения экспертов в комиссии не должны значительно отличаться друг от друга, то есть должны быть согласованными. Для проверки степени согласованности мнений экспертов вычисляют коэффициент конкордации. Степень согласованности мнений экспертов считают достаточной, если коэффициент конкордации W ≥ 0,75 [4]. Расчетная часть данного задания включает в себя три основных этапа. Рассмотрим их подробно.

2.3.1 Определение весовых коэффициентов показателей качества

Согласно работе [2], при оценке качества образования в университете целесообразно использовать следующие показатели качества:

1) качество преподавательского состава;

2) состояние материально-технической базы университета;

3) мотивация преподавательского состава;

4) качество учебных планов и рабочих программ;

5) качество студентов;

6) качество инфраструктуры университета;

7) качество знаний;

8) инновационная активность руководства;

9) внедрение процессных инноваций;

10) востребованность выпускников;

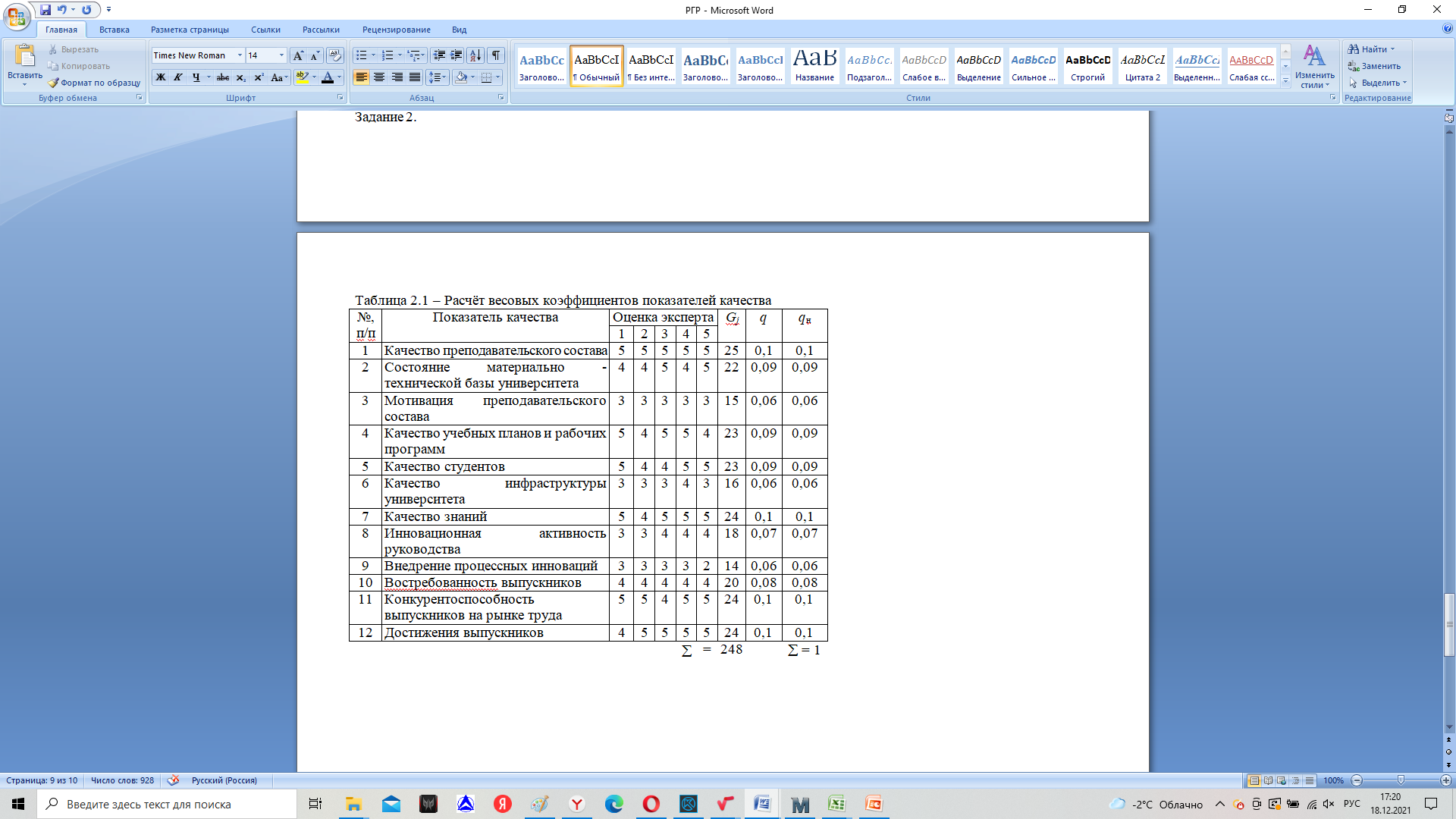
11) конкурентоспособность выпускников на рынке труда;

12) достижения выпускников.

Перечисленные показатели качества являются групповыми, то есть комплексными для определенной группы показателей качества образования. Подробная информация о единичных показателях качества образования, образующих каждую группу, приведена в работе [2].

Для оценки качества образования необходимо выполнить комплексирование приведенных показателей. Чтобы повысить достоверность экспертной оценки, нужно присвоить показателям качества весовые коэффициенты.

Таблица 3 - Расчёт весовых коэффициентов показателей качества



Присвоение весовых коэффициентов показателям качества может быть выполнено с помощью экспертного метода путем ранжирования. Комиссия из пяти экспертов присваивает каждому показателю качества балл по пятибалльной шкале в соответствии с важностью показателя (5 – самый важный показатель, 1 – наименее важный показатель).

После занесения исходных данных в таблицу 3 проводят расчет весовых коэффициентов показателей качества образования.

Сначала находят сумму баллов, присвоенных каждому показателю, и заносят ее в соответствующие ячейки таблицы 3. Затем находят сумму баллов для всех показателей качества:

, (4)

где Gj – сумма баллов по каждому показателю качества; n – количество экспертов (i = 1, …, n); m – количество показателей качества (j = 1, .., m).

.

Сумму баллов по каждому показателю качества находят по формуле:

, (5)



…..



результаты занесем в таблицу 3.

После этого находим значения весовых коэффициентов q для каждого показателя качества (j = 1, …, m):

, (6)



…..



результаты занесем в таблицу 3.

Окончательные значения весовых коэффициентов получаются после их нормирования. Для нормированных весовых коэффициентов qн должно выполняться условие:

. (7)

Значения коэффициентов q и qн заносят в соответствующие ячейки таблицы 3. После определения значений qн первый этап расчетной части данного задания считается завершённым.

2.3.2 Оценка качества образования в университете

Оценку качества образования в университете проводят путем комплексирования показателей качества. Комиссия из пяти экспертов присваивает каждому показателю качества балл по десятибалльной шкале в соответствии с мнениями эксперта (10 – самый высокий балл, 1 – самый низкий балл).

После занесения исходных данных в таблицу 4 рассчитывают обобщенный показатель качества образования. Сначала находят среднее арифметическое значение  оценок экспертов для каждого показателя качества:

, (8)

где n – количество экспертов.



….



Результаты расчетов занесем в таблицу 4. Затем вычислим обобщенный показатель качества  как среднее арифметическое взвешенное:

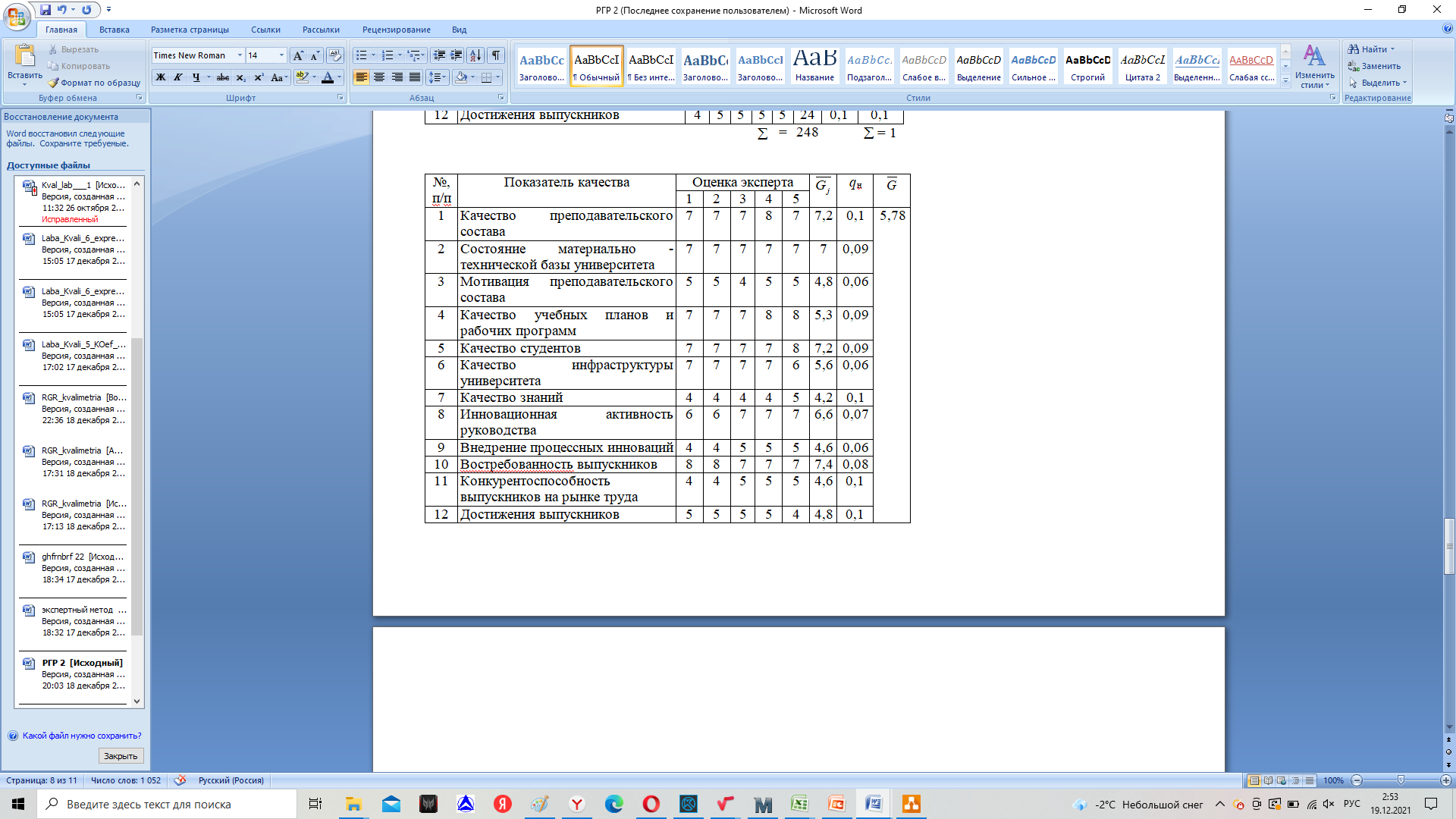
, (9)

где m – количество показателей качества.



Полученное значение обобщенного показателя качества образования заносят в таблицу 4 и делают выводы о качестве образования в университете (низкое, высокое, среднее).

Таблица 4 - Расчет обобщенного показателя качества образования



Значение обобщенного показателя качества позволяет сказать, что качество образования находится чуть выше среднего, т.к 

2.3.3 Проверка согласованности мнений экспертов в комиссии

Согласованность мнений экспертов в комиссии определяют по общему для всей комиссии показателю качества – коэффициенту конкордации [4].

Коэффициент конкордации определяют по формуле:

, (10)

где S – сумма квадратов отклонений суммы баллов каждого объекта от среднего арифметического баллов для всех объектов;

m – количество объектов экспертизы;

n – количество экспертов.

Данные, выбранные в соответствии с вариантом задания, заносятся в таблицу 5 для дальнейшей обработки.

После занесения исходных данных в таблицу 5 рассчитывают коэффициент конкордации. Для этого сначала находят сумму баллов по каждому показателю качества (таблица 5). Затем с помощью выражения для расчёта (4) находят сумму баллов для всех показателей качества (в данном случае сумма баллов для всех показателей качества равна 367).

После этого находят среднее арифметическое значение  суммы баллов для всех показателей качества:

, (11)



Для каждого показателя качества находят отклонение суммы баллов Gj от среднего арифметического :

, (12)



…..

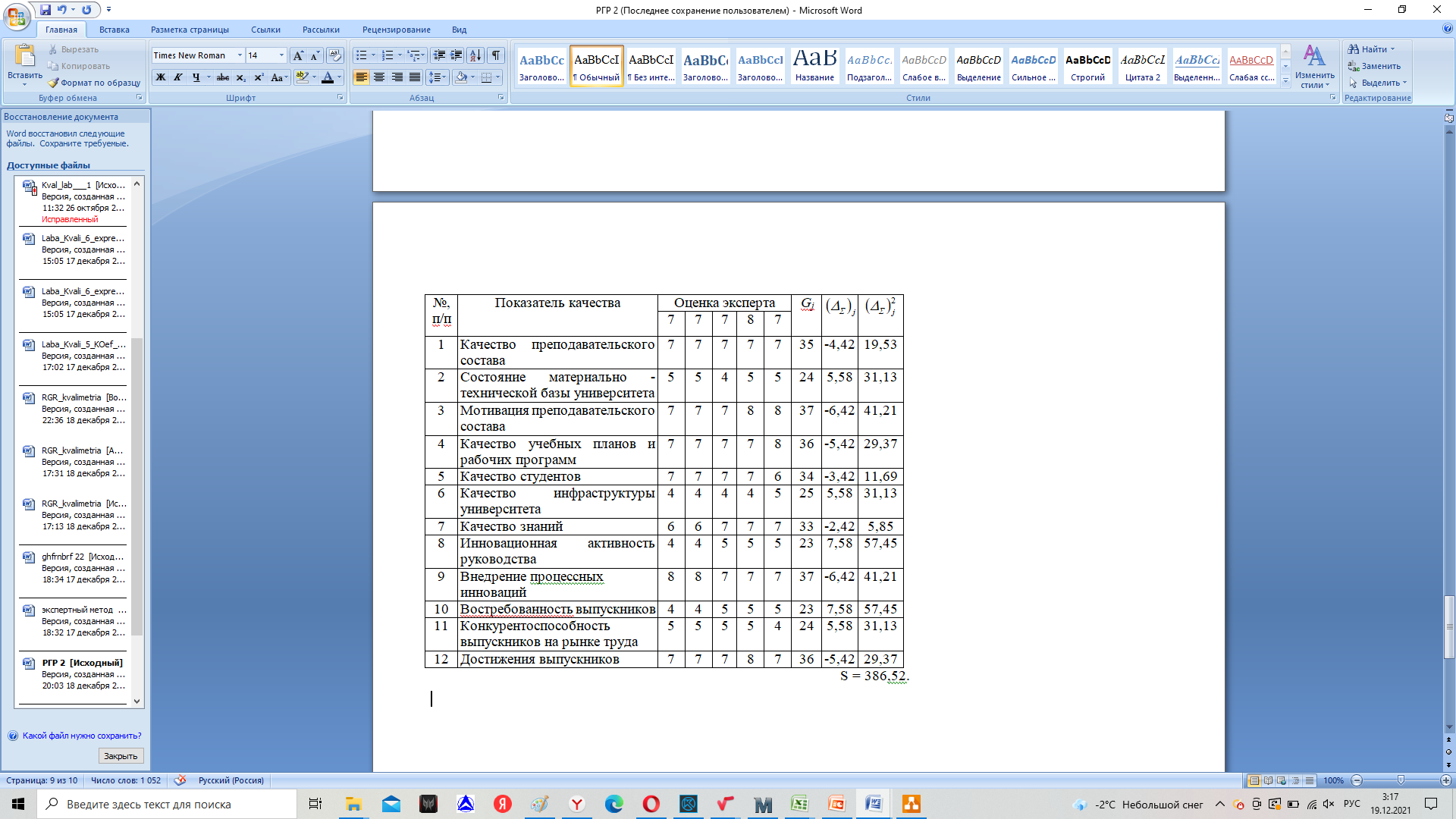


Результаты заносят в соответствующие ячейки таблицы 5. Находят квадраты отклонений суммы баллов от среднего арифметического  и также заносят в таблицу, после чего находят сумму квадратов отклонений S:

, (13)



Таблица 5 - Расчет коэффициента конкордации



После этого по формуле (10) вычисляют коэффициент конкордации. В данном контрольном примере:



Степень согласованности мнений экспертов считают достаточной, если коэффициент конкордации W ≥ 0,75. В нашем случае W=0,1081, мнения экспертов несогласованны.

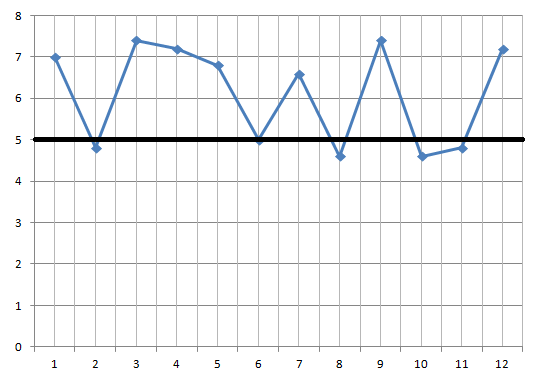


Рисунок 4 – График динамики качества

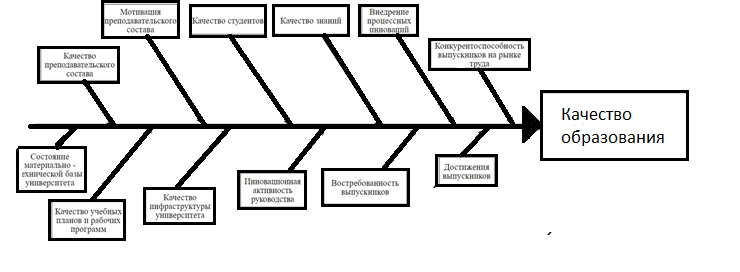


Рисунок 5 – Диаграмма Исикавы (Рыба)

**6 Задание 6. Расчет показателей качества многократных измерений**

**6.1 Условие задания**

При многократном измерении одной и той же физической величины получена серия из 22 показаний средств измерений Qj; j ∈ [1...22], а также поправки к показаниям, заимствованные из технической документации на применяемые средства измерений (СИ). Показания средств измерений и соответствующие им поправки представлены в таблице 6.

Определить пределы, в которых с доверительной вероятностью P=0,95 лежит значение неизвестного размера величины, и оценить показатели качества многократного измерения.

**6.2 Указания по выполнению**

Цель задания – закрепление навыков обработки результатов многократных измерений и оценки единичных показателей качества измерений.

Серия исходных данных выбирается из таблицы 6 в соответствии с вариантом. В каждой ячейке таблицы 6 содержится значения показания одного средства измерений и значение поправки к показаниям этого средства измерений. Вариант задания студент выбирает по предпоследней и последней цифрам шифра своего студенческого билета. Шифру 191077 соответствуют исходные данные, включающие все показания и поправки, приведенные в строке 7 и столбце 7.

**6.3 Порядок расчета**

Результат многократного измерения и пределы, в которых лежит значение неизвестного размера, находят по алгоритму, представленному на рисунке 40 в работе [7]. При этом необходимо учитывать, что число показаний m = 22, следовательно, порядок расчетов и их содержание определяются условием 10…15 < m < 40…50. Оценку показателей качества многократного измерения проводят в соответствии с рекомендациями работы [4].

При оценке показателей качества многократного измерения рекомендуется следующая последовательность действий.

1. Задание исходных данных.

Выбирают вариант задания и заполняют таблицу с исходными данными.

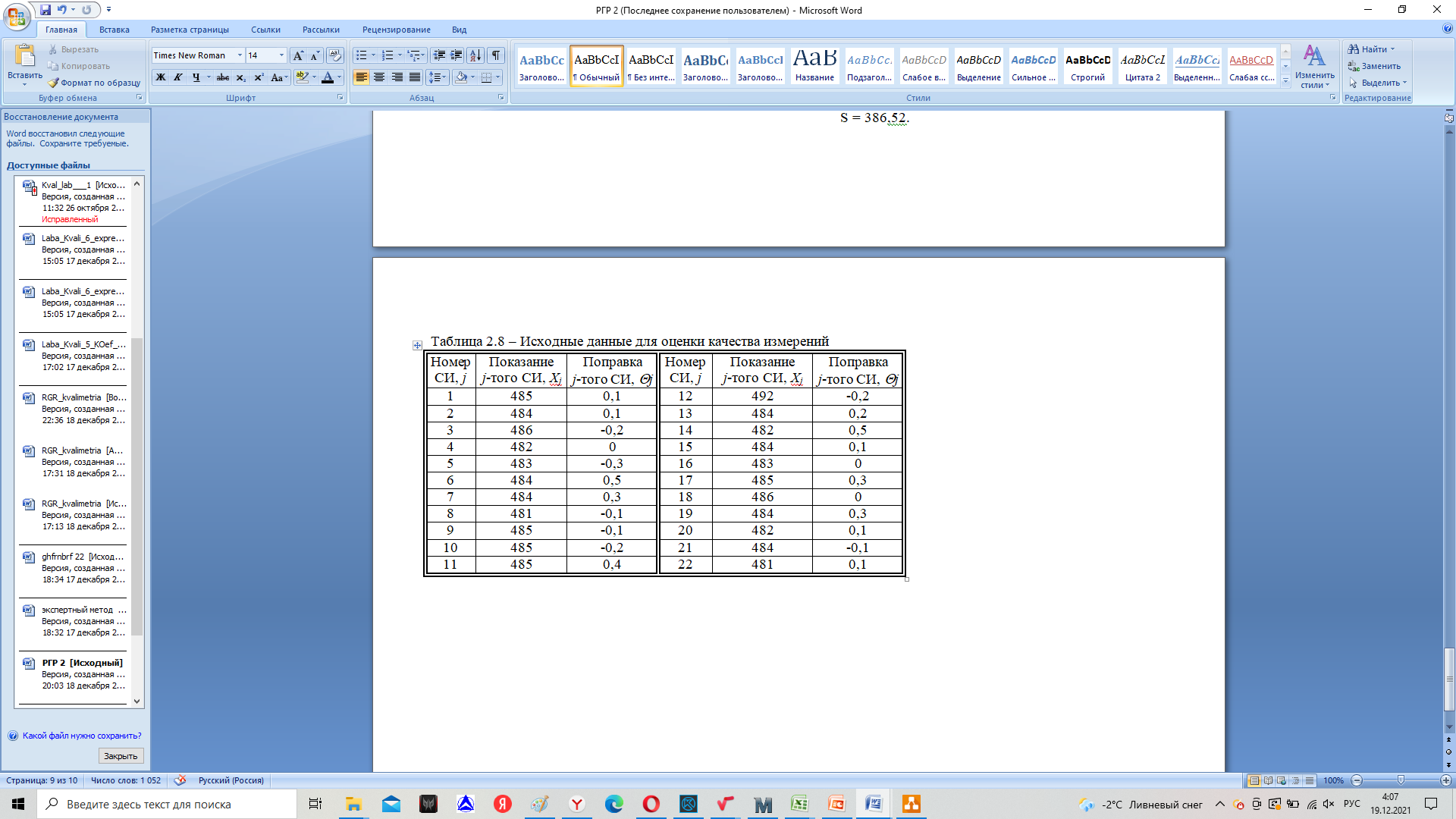
2. Определение точечных оценок показаний и поправок

Определяют точечные оценки показаний и поправок: средние арифметические значения ,  и среднеквадратические отклонения SX , SΘ .Для их вычисления используют следующие выражения:

; ; ; , (14)

где Xj, Θj – соответственно, показание j-того СИ и поправка; m – число СИ.

Таблица 6 - Исходные данные для оценки качества измерений



,







3. Обнаружение и исключение ошибок измерений.

Массив исходных данных с поправками Θj (j = 1, …, m) к показаниям СИ считают уже исправленным и на наличие ошибок не проверяют. Массив исходных данных с показаниями СИ Xj может содержать ошибки, поэтому его проверяют на наличие ошибок или промахов [4, 7]. Для обнаружения ошибочных показаний необходимо:

1) вычислить наибольшее по абсолютному значению нормированное отклонение (ν – критерий):

; (15)

.

2) Задаться доверительной вероятностью P и из соответствующих таблиц (P = 0,95) с учетом q=1–Р=0,05 найти соответствующее ей теоретическое (табличное) значение νq = 2,664;

3) сравнить ν и νq.

В нашем случае ν > νq;

показание данного СИ Xj является оши­бочным, и должно быть отброшено. После этого необходимо повторить вычисления по пунктам 2 и 3 для сокращенной серии показаний. Вычисления проводятся до тех пор, пока не будет выполнять­ся условие ν < νq.

После исключения ошибочного значения (X11 = 492), найдем точечные оценки:









Обнаружим и исключим ошибки измерений.



В этом случае ν < νq , при νq = 2,644.

4. Проверка гипотезы о нормальности распределения данных.

Условно принимается, что значения поправок Θj (j = 1, …, m) к показаниям СИ подчиняются нормальному закону распределения вероятности. Массив исходных данных с показаниями, оставшимися после исключения ошибочных, проверке на нормальность распределения подвергают.

Проверку на нормальность закона распределения показаний СИ выполняют по составному критерию [7]. Применив критерий 1, следует:

1) вычислить отношение d:

; (16)



2) задаться доверительной вероятностью P1 (рекомендуется принять P1= 0,98) и для уровня значимости q1 = 1 – Р1 =0,02 по соответствующим таблицам (таблица П.7 [11]) определить квантили рас­пределения d1-0,5ql , и d0,5q1;

3) сравнить d с d1-0,5ql = 0,7304 и d0,5q1 = 0,9001.

Если d1-0,5q1 < d < d0,5q1, то гипотеза о нормальном законе распределения вероятности показаний СИ согласуется с экспериментальными данными.

В нашем случае d <d1-0,5ql < d0,5q1.

Гипотеза о нормальном распределении вероятности не согласуется с экспериментальными данными.

Применив критерий 2, следует:

1) задаться доверительной вероятностью Р2 (рекомендуется принять Р2= 0,98) и для уровня значимости q2 = 1 – Р2 = 0,02 с учетом m опреде­лить по таблицам (таблица П.8 [11]) зна­чения m\* =2 и Р\* = 0,97;

2) для вероятности Р\* из таблиц для интегральной функции нормиро­ванного нормального распределения Ф(t) (таблица 1.1.2.6.2 [12]) определить значение коэффициента t =2,17 и рассчитать Е = 2∙SX = 2,17∙ 1,48=3,212.

Если не более m\* разностей  превосходит Е, то гипо­теза о нормальном законе распределения вероятности показаний СИ согласуется с экспериментальными данными, закон можно признать нормальным с вероятностью Р0 ≥ (Р1 + Р2 – 1).

Гипотеза о нормальности распределения отвергается в связи с несоблюдением критерия 2.

5. Определение стандартных отклонений.

Если законы распределения вероятностей показаний и поправок признаны нормальными, то стандартные отклонения (среднеквадратические отклонения среднего) определяют по формулам:

; . (2.31)

где ,  – соответственно, стандартные отклонения (среднеквадратические отклонения среднего) показаний СИ и поправок;

m – число показаний (поправок), оставшихся в серии после исключения ошибок измерений.





6. Расчёт среднего арифметического значения результата измерения.

Среднее арифметическое результата измерения  находят по формуле:

. (18)



7. Расчёт стандартного отклонения результата измерения.

Для определения стандартного отклонения (среднеквадратического отклонения среднего) результата измерения  используют выражение:

. (18)



8. Определение пределов измеряемой величины.

Для определения пределов, в которых с доверительной вероятностью P=0,95 лежит значение неизвестного размера измеряемой величины, необходимо, прежде всего, вычислить доверительный интервал E.

Если закон распределения вероятности результата измерений признан нормальным, то доверительный интервал для заданной дове­рительной вероятности Р определяется из распределения Стьюдента Е = t⋅S, t найдем из неравенства Чебышева: t=4,47. Пределы измеряемой величины находят по формулам:

; . (19)





9. Оценка показателей качества многократных измерений.

Качество измерений может быть оценено с помощью двух единичных показателей: точность результата измерения и его правильность [4]. Точность результата многократного измерения характеризуется стандартным отклонением показаний СИ  = 0,801, а правильность – стандартным отклонением поправок к показаниям СИ  = 0,04.