

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Оренбургский государственный университет»  
Кафедра безопасности жизнедеятельности

# **АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ**

Методические указания

Составители:  
И. В. Ефремов, В.А. Солопова

Рекомендовано к изданию редакционно-издательским советом федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Оренбургский государственный университет» для обучающихся по образовательной программе высшего образования по направлению подготовки 20.03.01 Техносферная безопасность

Оренбург  
2020

УДК 614.84 : 658.56(076)  
ББК 36.86-7я7  
А 95

Рецензент - кандидат технических наук, доцент Н.Н. Рахимова

А 95     **Анализ результатов научных исследований:** методические указания / составители И.В. Ефремов, В.А. Солопова; Оренбургский гос. ун-т. – Оренбург : ОГУ, 2020. – 37 с.

В методических указаниях представлены основы формирования отчета о научно-исследовательской деятельности. Они включают обработку экспериментальных данных, а именно определение доверительного интервала и грубых ошибок эксперимента. Содержат задания по вариантам для самостоятельной работы студентов.

Методические указания предназначены для выполнения расчетов по программе практики «Научно-исследовательская работа» для бакалавров, обучающихся по программам высшего образования по направлению подготовки 20.03.01 Техносферная безопасность.

УДК 614.84 : 658.56(076)  
ББК 36.86-7я7

© Ефремов И.В.,  
Солопова В.А.,  
составление, 2020  
© ОГУ, 2020

## Содержание

Введение .....	4
1 Виды измерений .....	6
2 Виды погрешностей измерений .....	7
2.1 Абсолютная и относительная погрешности .....	7
2.2 Случайные и систематические погрешности .....	8
3 Оценка погрешности прямых измерений .....	10
3.1 Случайные погрешности .....	10
3.2 Стандартная погрешность и погрешность среднего арифметического .....	12
3.3 Задание для самостоятельной работы .....	14
4 Оценка погрешности косвенных измерений .....	24
4.1 Задание для самостоятельной работы .....	26
5 Построение графиков и оценка графических погрешностей .....	28
5.1 Построение графиков с использованием доверительных интервалов .....	28
5.2 Задание для самостоятельной работы .....	30
Список использованных источников .....	32
Приложение А .....	33
Приложение Б .....	34
Приложение В .....	35
Приложение Г .....	37

## Введение

Научно-исследовательская работа студентов является важным направлением организации научной деятельности в университете.

Основные задачи научно-исследовательской работы студентов: развитие творческого мышления, расширение общего и профессионального кругозора; формирование устойчивых навыков самостоятельной научно-исследовательской деятельности; воспитание потребности к постоянному самосовершенствованию; выработка умений и навыков творчески работать в коллективе и применять полученные знания в практической деятельности; популяризация и распространение научной мысли, новых прогрессивных форм научно-исследовательского творчества.

Научно-исследовательская работа (НИР) – работа научного характера, связанная с научным поиском, проведением исследований, экспериментами в целях расширения имеющихся и получения новых знаний, проверки научных гипотез, установления закономерностей, проявляющихся в природе и в обществе, научных обобщений, научного обоснования проектов и т.д.

Обоснование актуальности темы исследования является основным требованием к научно-исследовательской работе. Как правило, выявленная актуальность предполагает дальнейшее развитие проблемы и поиск собственных обоснованных путей ее решения в современных условиях.

Одной из задач выполнения научно-исследовательской работы студентами является формирование навыков качественного и количественного анализа результатов исследований по безопасности технологических процессов и производств, их обобщения и критической оценки в свете существующих теоретических подходов и современных эмпирических исследований.

При проведении научно-исследовательской работы накапливается большое количество экспериментальных данных, которые необходимо обрабатывать с целью определения однородности, их достоверности и точности с позиций принятого уровня значимости, его достаточности для принятия того или иного решения.

Методами статистической обработки результатов эксперимента называются математические приемы, формулы, способы количественных расчетов, с помощью которых показатели, получаемые в ходе эксперимента, можно обобщать, приводить в систему, выявляя скрытые в них закономерности. Речь идет о таких закономерностях статистического характера, которые существуют между изучаемыми в эксперименте переменными величинами.

В данных методических указаниях приведены методики определения погрешности прямых и косвенных измерений, погрешности измерительных приборов, графического способа оценки погрешностей по данным экспериментальных исследований.

Методические указания предназначены для выполнения расчетов по программе практики «Научно-исследовательская работа» для бакалавров, обучающихся по программам высшего образования по направлению подготовки 20.03.01 Техносферная безопасность.

Методические указания включают определение доверительного интервала и грубых ошибок эксперимента. Содержат задания по вариантам для самостоятельной работы студентов. Отчет по научно-исследовательской деятельности должен содержать анализ какой либо научной проблемы в сфере техносферной безопасности и путей ее инновационного решения, а также результаты выполненных расчетов по своему варианту. Вариант для выполнения заданий необходимо определить по двум последним цифрам зачетной книжки.

Теоретическая часть должна быть представлена следующим образом: обоснование актуальности, постановка цели и задач исследования, определение объекта и предмета исследования, описание процесса исследования, оценка полученных результатов и основные выводы. Заключительный этап любого научного исследования – работа над литературным сочинением и правильное оформление работы. Научно-исследовательская работа должна быть оформлена согласно правилам и требованиям стандарта Оренбургского государственного университета.

# 1 Виды измерений

Экспериментальные измерения и получение данных эксперимента являются первоочередной задачей при проведении научных исследований. Но получение надёжных числовых значений данных эксперимента не является простой задачей из-за погрешностей, неизбежно возникающих при измерениях. Анализ результатов научных исследований необходим для того, чтобы научиться получать из совокупности измерений наиболее близкие к истине результаты, вовремя заметить несоответствия и ошибки, разумно организовать сами измерения и правильно оценить точность полученных значений.

Принято различать прямые и косвенные измерения.

*Прямые* измерения производятся с помощью приборов, которые измеряют непосредственно саму исследуемую величину. Так, например, уровень шума измеряют прибором шумомером, концентрацию вредных веществ — газоанализатором, напряжение электротока в электрической сети можно найти по вольтметру.

К *косвенным* относятся измерения таких величин, для нахождения которых необходимо использовать связь в виде формулы с другими, непосредственно измеряемыми величинами. Например, площадь помещения находят по произведению его длины на ширину, а электрическое сопротивление — по измерению силы тока и напряжения.

При косвенном измерении искомую величину находят с помощью прямых измерений других величин, связанных с искомой величиной известной зависимостью. Интересующая нас величина находится путём соответствующих расчётов.

Качество измерений определяется их точностью. При прямых измерениях точность опытов устанавливается из анализа точности метода и прибора, а также из повторяемости результатов измерений. Точность косвенных измерений зависит как от надёжности используемых для расчёта данных, так и от структуры формул, связывающей эти данные с искомой величиной.

## 2 Виды погрешностей измерений

### 2.1 Абсолютная и относительная погрешности

Точность измерений характеризуется их погрешностями. Абсолютная погрешность измерения по своему смыслу есть разность между результатом измерения и истинным значением измеряемой величины. Обозначая абсолютную погрешность измерения величины  $x$  символом  $\Delta x$ , получим:

$$\Delta x = x_{\text{изм}} - x_{\text{ист}} \quad (2.1)$$

Ясно, что измеряется абсолютная погрешность  $\Delta x$  в тех же единицах, что и измеряемая величина  $x$ .

Абсолютная погрешность ничего не говорит о качестве проводимых измерений. Одна и та же погрешность  $\Delta x = 1$  мм при измерении длины помещения не сыграет роли, при измерении длины стола может быть уже существенна, а при измерении диаметра болта совершенно недопустима. Качество измерения характеризует *относительная погрешность* – отношение абсолютной погрешности к самой величине:

$$\varepsilon(x) = \frac{\Delta x}{x_{\text{ист}}} = \frac{x_{\text{изм}} - x_{\text{ист}}}{x_{\text{ист}}} \quad (2.2)$$

Относительная погрешность безразмерная величина. Очень часто её выражают в процентах. Для того чтобы найти абсолютную и относительную погрешности измерения, нужно знать не только измеренное, но и истинное значение интересующей нас величины. Цель измерений всегда состоит в том, чтобы узнать неизвестное заранее значение величины и оценить погрешность измерения. При оценках погрешностей учитываются условия проведения эксперимента, точность методики, качество приборов и ряд других факторов. Единого правила, шаблона, пригодного для всех случаев жизни, нет.

## 2.2 Случайные и систематические погрешности

Говоря о погрешностях измерений, необходимо прежде всего упомянуть о *грубых погрешностях* (промахах), возникших вследствие недосмотра экспериментатора или неисправности аппаратуры. В эту группу входят погрешности, существенно превышающие ожидаемую при данных условиях. Например, при измерении длины окрашивания индикаторной трубки газоанализатора линейкой промах может появиться в результате того, что начало окрашивания оказалось совмещённым не с “0” линейки, а, скажем, с делением “10” мм, причём отсчёт будет сделан без учёта этого обстоятельства.

Не связанные с грубыми ошибками, все погрешности делятся на систематические и случайные.

*Случайные погрешности* меняют величину и знак от опыта к опыту. Причиной такого изменения могут быть, например, неодинаковая масса гирь одного номинала, изменяющаяся величина силы трения во вращающихся частях прибора и т.п. Многократно повторяя одни и те же измерения, можно заметить, что довольно часто результаты не в точности равны друг другу, а “пляшут” вокруг некоторого среднего значения.

Случайные погрешности эксперимента исследуются путём сравнения результатов, полученных при нескольких измерениях, проведённых в одинаковых условиях. Если при двух-трёх измерениях результаты совпали, то на этом следует остановиться. Если они расходятся, нужно попытаться понять причину расхождения и устранить её. Если устранить причину не удаётся, следует провести от 10 до 12 измерений и, записав все результаты, обработать их в соответствии с полученной закономерностью разброса величин.

*Систематические погрешности* сохраняют свою величину и знак во время эксперимента. Они вызываются факторами, действующими одинаковым образом при многократном повторении одних и тех же измерений. К ним чаще всего относятся погрешности измерительных приборов.



Погрешности приборов оцениваются уже при их производстве путем сравнения с точным эталоном. Полученная погрешность или класс точности указывается в паспорте прибора. Чем меньше класс точности прибора, тем он точнее. Также класс точности указывается на шкале прибора в виде цифры с запятой разными способами: просто цифра, цифра с уголком и цифра в круге, как показано в таблице 2.1.

Таблица 2.1 – Виды точности приборов

Обозначение	Вид погрешности	Метод определения
<b>1,0</b>	приведенная	отношение абсолютной погрешности прибора к определенному нормирующему значению
<b>1,0</b>	абсолютная (погрешность и длину шкалы выражают в одних единицах)	выраженное в процентах произведение класса точности прибора на определенное нормирующее значение
<b>1,0</b>	относительная, выраженная в процентах	отношение абсолютной погрешности прибора к значению прибора по шкале

На некоторых приборах, например, микрометрах, штангенциркулях, секундомерах указывается абсолютная погрешность в виде числа с единицей измерения, например, 0,05 мм; 0,2 с.

Если же у прибора нет паспорта, не обозначена абсолютная погрешность и не указан класс точности, то абсолютная погрешность такого прибора равна половине цены наименьшего деления шкалы. Если прибор цифровой, то, погрешность следует принять равной одной - двум единицам младшего разряда.

## 3 Оценка погрешности прямых измерений

### 3.1 Случайные погрешности

Случайные величины и случайные погрешности изучаются в теории вероятностей и математической статистике. Опишем основные свойства и правила обращения с такими величинами в том объёме, который необходим для обработки результатов измерений, полученных в лаборатории.

Благодаря тому, что случайные погрешности подчиняются вероятностным закономерностям, всегда можно указать интервал, он называется доверительным интервалом, внутри которого с заданной вероятностью заключается истинное значение измеряемой величины.

**Доверительный интервал** – это область, внутри которой с заданной вероятностью заключено истинное значение измеряемой величины.

Проделаем  $m$  измерений какой-либо величины (например, уровня шума) и будем считать, что промахи и систематические ошибки устранены и рассматривать будем только случайные ошибки. В результате этих измерений мы получим ряд значений  $x_1, x_2, x_3, \dots, x_m$ . За истинное значение измеряемой величины обычно принимается среднее арифметическое из результатов всех  $m$  измерений:

$$\langle x \rangle = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_m}{m} = \frac{1}{m} = \sum_{i=1}^m x_i \quad (3.1)$$

Среднее арифметическое  $\langle x \rangle$  результатов отдельных измерений при очень большом значении  $m$  (т.е.  $m \rightarrow \infty$ ) равно наивероятнейшему значению измеряемой величины  $x_0$ . На практике  $m$  всегда конечно, и  $\langle x \rangle$  лишь приближённо равно наивероятнейшему значению измеряемой величины. Чем больше число измерений, тем ближе среднее значение к наиболее вероятному.

В преобладающем большинстве случаев для оценки случайной погрешности используется нормальный (Гауссов) закон распределения ошибок. Его особое

значение связано со многими обстоятельствами и главное из них это центральная предельная теорема: если суммарная погрешность проявляется в результате совместного действия ряда факторов, каждый из которых вносит малую долю в общую погрешность, то по какому бы закону не были распределены погрешности, вызываемые каждым из факторов, результат их совместного действия приводит к Гауссовому распределению погрешностей.

Распределение Гаусса выражается следующим образом:

$$\rho(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \exp\left[-\frac{(x-x_0)^2}{2\sigma^2}\right] \quad (3.2)$$

где  $\rho(x)$  – плотность распределения вероятности погрешностей:

$$\rho(x) = \frac{1}{dx} \cdot \frac{dm}{m}$$

где  $dm/(dx \cdot m)$  – доля случаев, приходящихся на бесконечно малый интервал ошибок  $dx$ ;

$\sigma$  – среднеквадратичная погрешность;

$\sigma^2$  – дисперсия измерений.

**Дисперсия** – количественная характеристика разброса результатов измерения вокруг истинного значения.

График нормального закона распределения представлен на рисунке 1. Точки  $x = x_0 \pm \sigma$  есть точки перегиба кривой Гаусса. Среднеквадратичная ошибка  $\sigma$  есть мера рассеяния случайных погрешностей. При увеличении  $\sigma$  кривая становится сильно размытой, а случайные погрешности имеют большие значения и сильно рассеяны. Наоборот, если случайная погрешность мала, то результаты измерения  $x$  группируются вблизи наиболее вероятного значения  $x_0$ .

Отношение площади под кривой Гаусса, ограниченной значениями  $x_0 \pm \sigma$  (на рисунке эта площадь заштрихована) ко всей площади под кривой составляет 0,68, и

запись  $x = x_0 \pm \sigma$  говорит о том, что любое проведённое измерение  $x$  с вероятностью  $\alpha = 0,68$  (68%) лежит в доверительном интервале от  $x_0 - \sigma$  до  $x_0 + \sigma$ .

Доверительному интервалу значений случайной величины  $x$  от  $x_0 - 2\sigma$  до  $x_0 + 2\sigma$  (здесь  $x = 2\sigma$ ) соответствует вероятность попадания любого проведённого измерения  $\alpha = 0,95$ . Доверительному интервалу от  $x_0 - 3\sigma$  до  $x_0 + 3\sigma$  (здесь  $x = 3\sigma$ ) соответствует вероятность 0,997.

Указание одной лишь абсолютной погрешности  $\Delta x$  лишено смысла. Дело в том, что результаты отдельных измерений могут выходить за пределы доверительного интервала ( $x_0 - x, x_0 + \Delta x$ ). Вместе с погрешностью необходимо обязательно указывать доверительную вероятность  $\alpha$  (надёжность измерений), т.е. вероятность попадания измерения в доверительный интервал.

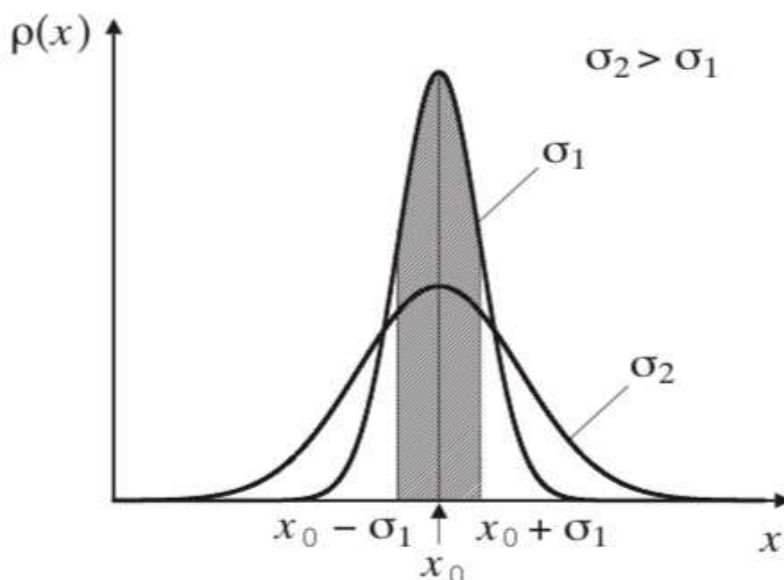


Рисунок 1 – Кривые распределения Гаусса при разных значениях среднеквадратичного отклонения  $\sigma_1$  и  $\sigma_2$

### 3.2 Стандартная погрешность и погрешность среднего арифметического

Прежде чем приводить формулы оценки случайных погрешностей, отметим, что в процессе измерений определить наивероятнейшее значение  $x_0$  нельзя. Однако

оценить погрешности возможно, если заменить  $x_0$  средним арифметическим значением  $\langle x \rangle$ .

При ограниченном числе  $m$  измерений отклонение отдельного измерения от среднего значения оценивается выборочным среднеквадратичным отклонением  $\sigma_{\text{откл}}$ :

$$\sigma_{\text{откл}} = \sqrt{\frac{1}{m-1} \sum_{i=1}^m (x_i - \langle x \rangle)^2} \quad (3.3)$$

В формуле (3.3)  $\sigma_{\text{откл}}$  называется среднеквадратичной погрешностью отдельного измерения или стандартной погрешностью (**стандартным отклонением**).

Стандартная погрешность характеризует погрешность каждого отдельного измерения, т.е. метода измерений. Но очень часто нужно знать погрешность результата всей совокупности измерений данной величины  $x$ , т.е. погрешность среднего арифметического  $\langle x \rangle$ , которую часто вычисляют при лабораторных исследованиях.

За величину случайной погрешности среднего арифметического принимается среднеквадратичная погрешность среднего арифметического:

$$\sigma_{\text{скв}} = \frac{\sigma_{\text{откл}}}{n} = \sqrt{\frac{1}{n(m-1)} \sum_{i=1}^m (x_i - \langle x \rangle)^2}, \quad (3.4)$$

где  $n$  – количество серий эксперимента.

Тогда результат измерения величины  $x$  может быть представлен в виде:

$$x = \langle x \rangle \pm \sigma_{\text{скв}}.$$

Как понимать этот доверительный интервал? Пусть мы провели серию из  $m$  измерений, получили некоторое значение  $\langle x_1 \rangle$  и абсолютную погрешность  $\Delta x = \sigma_{1\text{ср}}$ . Отложим полученные результаты на числовой оси (рисунок 2). Если провести другую серию измерений этой же величины, то получим другое значение

среднего арифметического  $\langle x_2 \rangle$ . Но с доверительной вероятностью  $\alpha = 0,68$  значение  $\langle x_2 \rangle$  попадёт внутрь доверительного интервала  $(\langle x_1 \rangle - \Delta x, \langle x_2 \rangle + \Delta x)$ , вычисленного по первой серии измерений.

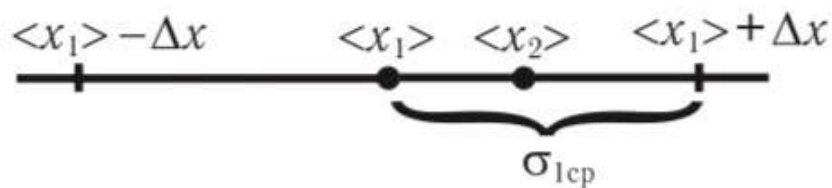


Рисунок 2 – Графическая иллюстрация случайной погрешности среднего арифметического

Можно показать, что в случае удвоенного значения доверительная вероятность равна 0,95, и это значит, что истинное значение найденной величины лежит в указанном доверительном интервале с вероятностью 95%.

Приведённые выше значения вероятностей  $\alpha$  справедливы при большом числе  $m$  измерений. Но если количество измерений невелико, то определяется доверительная вероятность в зависимости от величины  $\sigma(x)$  и числа  $m$  измерений с помощью коэффициентов Стьюдента  $t(\alpha; m)$  (таблица А.1 приложения А).

Чтобы найти абсолютную погрешность с заданной доверительной вероятностью необходимо найти произведение среднеквадратичной погрешности среднего арифметического и соответствующего количеству измерений коэффициента Стьюдента.

### 3.3 Задание для самостоятельной работы

Из серии экспериментальных данных, представленных в таблицах 3.1 – 3.3 выбрать наиболее подходящие под теоретическую часть научно-исследовательской работы и соответствующие своему варианту. Определить среднее арифметическое значение и абсолютную погрешность измерений с заданной доверительной вероятностью равной 0,95. Результат записать в виде  $x = \langle x \rangle \pm \sigma_{\text{скв}}$ .

Таблица 3.1 – Значения уровня шума, в дБА

№ варианта/ количество повторностей	Количество точек замера				
	I	II	III	IV	V
1	2	3	4	5	6
1/ количество повторностей: 5	71,2	70,8	72,9	70,5	73,4
	71,4	71,1	72,5	70,2	74,2
	70,8	71,3	73,2	70,6	74,4
	71,1	70,9	72,6	71,0	73,7
	70,6	70,7	73,1	70,7	73,8
2/ количество повторностей: 5	74,1	74,5	74,7	75,1	75,2
	73,8	74,7	75,1	75,4	75,7
	74,3	75,0	75,5	75,6	75,9
	73,7	74,8	75,6	76,0	76,2
	73,9	75,3	74,6	75,8	75,5
3/ количество точек замера: 5	73,8	73,2	72,9	73,0	74,2
	73,4	74,7	73,1	72,2	74,4
	73,7	74,5	73,4	72,4	73,9
	74,1	73,8	73,6	73,1	73,7
	74,0	73,9	74,7	72,6	74,5
4/ количество повторностей: 5	80,8	81,4	81,1	82,9	83,3
	81,2	81,5	80,9	83,1	83,4
	81,5	81,6	80,7	83,3	83,6
	80,6	82,1	80,4	82,8	82,7
	80,7	82,7	80,3	82,7	82,6
5/ количество повторностей: 5	83,5	82,8	85,4	84,0	85,2
	84,8	83,5	85,0	83,7	85,4
	83,8	83,7	85,2	83,8	84,6
	83,7	83,8	85,3	83,9	84,5
	84,2	83,4	85,5	84,2	84,7
6/ количество повторностей: 4	75,1	74,8	75,7	74,7	75,2
	75,4	74,7	75,6	74,9	75,9
	75,5	75,2	75,9	74,8	75,8
	76,1	75,0	75,5	75,3	75,6

Продолжение таблицы 3.1

1	2	3	4	5	6
7/ количество повторностей: 6	81,2	80,8	82,9	80,5	83,4
	81,4	81,1	82,5	80,2	84,2
	80,8	81,3	83,2	80,6	84,4
	81,1	80,9	82,6	81,0	83,7
	80,6	80,7	83,1	80,7	83,8
	81,3	81,4	83,5	80,8	84,5
8/ количество повторностей: 6	95,1	94,8	95,7	94,7	95,2
	95,4	94,7	95,6	94,9	95,9
	95,5	95,2	95,9	94,8	95,8
	96,1	95,0	95,5	95,3	95,6
	95,7	95,1	94,9	95,4	95,7
	95,3	94,6	95,0	95,5	95,1
9/ количество повторностей: 6	90,8	91,4	81,1	92,9	93,3
	91,2	91,5	90,9	93,1	93,4
	91,5	91,6	90,7	93,3	93,6
	90,6	92,1	90,4	92,8	92,7
	90,7	92,7	90,3	92,7	92,6
	91,3	92,5	90,2	93,0	93,5
10/ количество повторностей: 6	84,1	84,5	84,7	85,1	85,2
	83,8	84,7	85,1	85,4	85,7
	84,3	85,0	85,5	85,6	85,9
	83,7	84,8	85,6	86,0	86,2
	83,9	85,3	84,6	85,8	85,5
	84,2	85,1	85,3	85,9	86,1
11/ количество повторностей: 6	88,8	87,2	88,0	87,8	88,9
	88,6	87,5	88,3	87,2	89,1
	89,0	88,5	88,4	87,4	89,2
	89,2	88,3	88,5	88,0	88,7
	88,7	88,2	88,7	88,4	88,6
	88,9	88,1	88,1	88,3	89,4



Продолжение таблицы 3.1

1	2	3	4	5	6
12/ количество повторностей: 5	78,8	77,2	78,0	77,8	78,9
	78,6	77,5	78,3	77,2	79,1
	79,0	78,5	78,4	77,4	79,2
	79,2	78,3	78,5	78,0	78,7
	78,7	78,2	78,7	78,4	78,6
13/ количество повторностей: 5	93,8	93,2	92,9	93,0	94,2
	93,4	94,7	93,1	92,2	94,4
	93,7	94,5	93,4	92,4	93,9
	94,1	93,8	93,6	93,1	93,7
	94,0	93,9	94,7	92,6	94,5
14/ количество повторностей: 5	81,2	80,8	82,9	80,5	83,4
	81,5	81,2	82,5	80,2	84,2
	80,8	81,3	83,2	80,6	84,6
	81,1	80,9	82,6	81,2	83,7
	80,6	80,7	83,4	80,7	83,8
15/ количество повторностей: 5	74,2	74,6	74,7	75,1	75,3
	73,8	74,7	75,2	75,2	75,7
	74,3	75,0	75,5	75,5	75,9
	73,7	74,8	75,4	76,0	76,2
	73,1	75,2	74,6	75,9	75,6
16/ количество повторностей: 5	83,6	82,8	85,3	84,2	85,5
	84,8	83,4	85,1	83,6	85,4
	83,8	83,6	85,2	83,8	84,6
	83,5	83,8	85,7	83,9	84,8
	84,4	83,4	85,5	84,4	84,7
17/ количество повторностей: 5	75,1	74,8	75,7	74,7	75,1
	75,4	74,7	75,6	74,9	75,9
	75,5	75,2	75,9	74,8	75,8
	76,1	75,0	75,5	75,3	75,6
	76,0	75,1	76,1	75,5	75,2

Таблица 3.2 – Значения скорости движения людского потока на различных путях эвакуации, м/мин

№ варианта/ количество повторностей	Количество точек замера				
	I	II	III	IV	V
1	2	3	4	5	6
1/ количество повторностей: 5	76,2	75,8	76,0	76,4	76,5
	76,5	76,2	76,5	76,2	77,2
	77,8	76,3	76,4	76,5	77,5
	77,1	75,9	76,8	76,3	76,2
	76,6	75,7	77,1	76,9	76,6
2/ количество повторностей: 5	68,9	68,2	68,6	66,7	66,4
	67,7	68,5	68,9	66,1	67,4
	67,8	68,6	69,1	66,3	66,6
	68,8	68,1	69,4	66,8	66,7
	68,5	68,7	68,3	66,5	66,5
3/ количество точек замера: 5	72,1	72,3	71,9	71,5	72,4
	72,4	72,7	71,1	71,2	72,5
	72,7	72,5	71,4	71,4	72,9
	72,2	72,8	71,6	71,1	72,7
	72,0	72,9	71,7	71,6	72,5
4/ количество повторностей: 5	80,8	81,4	81,1	82,9	83,3
	81,2	81,5	80,9	83,1	83,4
	81,5	81,6	80,7	83,3	83,6
	80,6	82,1	80,4	82,8	82,7
	80,7	82,7	80,3	82,7	82,6
5/ количество повторностей: 6	63,5	62,8	65,4	64,0	65,2
	64,8	63,5	65,0	63,7	65,4
	63,8	63,7	65,2	63,8	64,6
	63,7	63,8	65,3	63,9	64,5
	64,2	63,4	65,5	64,2	64,7
	64,5	63,6	65,1	64,3	64,9

Продолжение таблицы 3.2

1	2	3	4	5	6
7/ количество повторностей: 6	61,2	60,8	62,9	60,5	63,4
	61,4	61,1	62,5	60,2	64,2
	60,8	61,3	63,2	60,6	64,4
	61,1	60,9	62,6	61,0	63,7
	60,6	60,7	63,1	60,7	63,8
	61,3	61,4	63,5	80,8	64,5
8/ количество повторностей: 6	75,1	74,8	75,7	74,7	75,2
	75,4	74,7	75,6	74,9	75,9
	75,5	75,2	75,9	74,8	75,8
	76,1	75,0	75,5	75,3	75,6
	75,7	75,1	74,9	75,4	75,7
	75,3	74,6	75,0	75,5	75,1
9/ количество повторностей: 6	70,8	71,4	71,1	72,9	73,3
	71,2	71,5	70,9	73,1	73,4
	71,5	71,6	70,7	73,3	73,6
	70,6	72,1	70,4	72,8	72,7
	70,7	72,7	70,3	72,7	72,6
	71,3	72,5	70,2	73,0	73,5
10/ количество повторностей: 6	74,1	74,5	74,7	75,1	75,2
	73,8	74,7	75,1	75,4	75,7
	74,3	75,0	75,5	75,6	75,9
	73,7	74,8	75,6	76,0	76,2
	73,9	75,3	74,6	75,8	75,5
	74,2	75,1	75,3	75,9	76,1
11/ количество повторностей: 6	68,8	67,2	68,0	67,8	68,9
	68,6	67,5	68,3	67,2	69,1
	69,0	68,5	68,4	67,4	69,2
	69,2	68,3	68,5	68,0	68,7
	68,7	68,2	68,7	68,4	68,6
	68,9	68,1	68,1	68,3	69,4

Продолжение таблицы 3.2

1	2	3	4	5	6
12/ количество повторностей: 5	78,7	77,3	78,1	77,7	78,8
	78,5	77,5	78,3	77,2	79,1
	79,0	78,3	78,4	77,5	79,3
	79,1	78,0	78,5	78,1	78,5
	78,7	78,2	78,6	78,4	78,6
13/ количество повторностей: 5	74,2	74,6	74,7	75,1	75,3
	73,8	74,7	75,2	75,2	75,7
	74,3	75,0	75,5	75,5	75,9
	73,7	74,8	75,4	76,0	76,2
	73,1	75,2	74,6	75,9	75,6
14/ количество повторностей: 5	61,2	60,8	62,9	60,5	63,4
	61,5	61,2	62,5	60,2	64,2
	60,8	61,3	63,2	60,6	64,6
	61,1	60,9	62,6	61,2	63,7
	60,6	60,7	63,4	60,7	63,8
15/ количество повторностей: 5	74,2	74,6	74,7	75,1	75,3
	73,8	74,7	75,2	75,2	75,7
	74,3	75,0	75,5	75,5	75,9
	73,7	74,8	75,4	76,0	76,2
	73,1	75,2	74,6	75,9	75,6
16/ количество повторностей: 5	83,6	82,8	85,3	84,2	85,5
	84,8	83,4	85,1	83,6	85,4
	83,8	83,6	85,2	83,8	84,6
	83,5	83,8	85,7	83,9	84,8
	84,4	83,4	85,5	84,4	84,7
17/ количество повторностей: 5	85,1	84,8	85,7	84,7	85,1
	85,4	84,7	85,6	84,9	85,9
	85,5	85,2	85,9	84,8	85,8
	86,1	85,0	85,5	85,3	85,6
	86,0	85,1	86,1	85,5	85,2

Таблица 3.3 – Значения концентрации оксида углерода в воздухе, мг/м<sup>3</sup>

№ варианта/ количество повторностей	Количество точек замера				
	I	II	III	IV	V
1	2	3	4	5	6
1/ количество повторностей: 5	3,2	3,8	3,9	3,5	3,4
	3,4	3,1	3,5	3,2	3,2
	3,8	3,3	3,2	3,6	3,5
	3,1	3,9	3,6	3,0	3,7
	3,6	3,7	3,1	3,7	3,8
2/ количество повторностей: 5	4,1	4,5	4,7	5,1	5,2
	3,8	4,7	5,1	5,2	4,7
	4,3	5,0	5,5	5,3	5,5
	3,7	4,8	5,1	5,0	5,0
	3,9	5,3	4,6	5,5	4,5
3/ количество точек замера: 5	3,8	3,2	2,9	3,0	4,2
	3,4	4,7	3,1	2,2	4,4
	3,7	4,5	3,4	2,4	3,9
	4,1	3,8	3,6	3,1	3,7
	4,0	3,9	3,7	2,6	4,5
4/ количество повторностей: 5	2,8	2,4	2,1	2,9	3,3
	2,2	2,5	2,9	3,1	3,4
	2,5	2,6	2,7	3,3	3,6
	2,6	2,1	2,4	2,8	2,7
	2,7	2,7	2,3	2,7	2,6
5/ количество повторностей: 5	3,5	2,8	5,2	4,0	5,2
	4,8	3,5	5,0	3,7	5,4
	3,8	3,7	5,2	3,8	4,6
	3,7	3,8	5,3	3,9	4,5
	4,2	3,4	4,9	4,2	4,7
6/ количество повторностей: 4	5,1	4,8	4,7	4,7	5,2
	5,4	4,7	4,6	4,9	5,1
	5,3	5,2	4,9	4,8	5,3
	5,1	5,0	4,5	5,3	5,0

Продолжение таблицы 3.3

1	2	3	4	5	6
7/ количество повторностей: 5	4,7	4,3	4,1	4,7	4,8
	4,2	4,5	4,3	4,2	4,1
	4,0	4,7	4,2	4,5	4,4
	4,1	4,0	4,5	4,1	4,5
	4,6	4,2	4,6	4,4	4,6
8/ количество повторностей: 5	4,1	4,6	4,7	4,8	4,3
	4,8	4,8	4,2	4,4	4,7
	4,3	4,0	4,5	5,2	3,9
	3,7	4,8	4,4	4,9	4,2
	3,9	4,2	4,6	5,0	4,6
9/ количество повторностей: 5	4,2	5,1	2,9	2,5	3,4
	4,5	5,2	2,5	3,2	4,2
	4,8	4,5	3,2	2,7	4,6
	4,5	4,9	2,6	3,3	3,7
	4,6	4,7	3,7	3,7	3,8
10/ количество повторностей: 5	3,2	4,6	4,7	5,1	4,1
	3,8	4,7	5,2	4,1	4,7
	4,3	5,1	4,5	4,5	3,9
	3,7	4,8	3,4	4,0	4,2
	3,1	5,2	4,6	4,9	4,6
11/ количество повторностей: 5	3,6	3,8	3,9	4,2	3,5
	4,8	3,4	4,1	3,6	3,4
	3,8	3,6	5,0	3,8	4,6
	3,5	3,8	4,6	3,9	4,8
	4,4	3,5	5,1	3,4	4,7
12/ количество повторностей: 5	3,1	4,8	3,7	4,7	3,1
	3,4	4,7	4,6	4,9	3,9
	3,5	5,2	3,9	4,8	3,8
	3,1	5,0	3,5	5,1	3,6
	3,0	4,1	4,1	4,5	3,2

Продолжение таблицы 3.3

1	2	3	4	5	6
13/ количество повторностей: 6	2,3	2,7	2,2	2,8	3,5
	2,2	2,5	2,9	3,1	3,4
	2,5	2,6	2,7	3,3	3,6
	2,6	2,1	2,4	2,8	2,7
	2,7	2,2	2,3	2,7	2,6
	2,9	2,3	2,2	2,9	2,8
14/ количество повторностей: 6	5,1	4,8	5,1	4,7	5,2
	5,4	4,7	5,6	4,9	4,9
	5,5	5,2	5,0	4,8	4,8
	5,1	5,0	5,5	5,3	4,6
	4,7	5,1	4,9	5,4	4,7
	5,3	4,6	5,0	5,5	5,1
15/ количество повторностей: 6	2,8	2,4	2,1	2,9	3,3
	2,2	2,5	2,9	3,1	3,4
	2,5	2,6	2,7	3,3	3,6
	2,6	2,1	2,4	2,8	2,7
	2,7	2,7	2,3	2,7	2,6
	2,3	2,5	2,2	3,0	3,5
15/ количество повторностей: 6	4,1	4,5	4,7	5,1	5,2
	3,8	4,7	5,1	5,4	5,7
	4,3	5,0	5,5	5,6	5,9
	3,7	4,8	5,6	6,0	5,2
	3,9	5,3	4,6	5,8	5,5
	4,2	5,1	5,3	5,9	5,1
17/ количество повторностей: 6	3,5	2,8	4,8	4,0	5,2
	4,8	3,5	5,0	3,7	5,3
	3,8	3,7	5,2	3,8	4,6
	3,7	3,8	5,3	3,9	4,5
	4,2	3,4	4,9	4,2	4,7
	3,9	3,1	5,1	4,3	5,4

## 4 Оценка погрешности косвенных измерений

Пусть искомая величина является функцией нескольких аргументов, тогда среднеквадратичная погрешность косвенного измерения:

$$\Delta(y) = \left(\frac{\partial y}{\partial x_1}\right)^2 \cdot \Delta^2(x_1) + \left(\frac{\partial y}{\partial x_2}\right)^2 \cdot \Delta^2(x_2) + \dots + \left(\frac{\partial y}{\partial x_k}\right)^2 \cdot \Delta^2(x_k)$$

или

$$\Delta(y) = \sqrt{\left(\frac{\partial y}{\partial x_1}\right)^2 \cdot \Delta^2(x_1) + \left(\frac{\partial y}{\partial x_2}\right)^2 \cdot \Delta^2(x_2) + \dots + \left(\frac{\partial y}{\partial x_k}\right)^2 \cdot \Delta^2(x_k)}, \quad (4.1)$$

где  $k$  – число аргументов, являющихся результатом прямых измерений.

Относительная погрешность косвенного измерения:

$$\varepsilon(y) = \sqrt{\left(\frac{\partial \ln y}{\partial x_1}\right)^2 \cdot \Delta^2(x_1) + \left(\frac{\partial \ln y}{\partial x_2}\right)^2 \cdot \Delta^2(x_2) + \dots + \left(\frac{\partial \ln y}{\partial x_k}\right)^2 \cdot \Delta^2(x_k)} \quad (4.2)$$

Доверительная вероятность найденных значений  $\Delta(y)$  и  $\varepsilon(y)$  равна доверительной вероятности  $\Delta(x_i)$ ,  $i = 1, 2, \dots, k$  поэтому необходимо, чтобы доверительные вероятности аргументов были равны друг другу.

Для расчетов косвенных измерений можно пользоваться таблицей 4.1.

Таблица 4.1 – Простейшие формулы для нахождения погрешности косвенного измерения

Функция	Формула для расчета погрешности
1	2
$y = x_1 \pm x_2$	$\Delta(y) = \sqrt{\Delta^2(x_1) + \Delta^2(x_2)}$



Продолжение таблицы 4.1

1	2
$y = x_1 \cdot x_2$ или $y = x_1/x_2$	$\varepsilon(y) = \sqrt{\varepsilon^2(x_1) + \varepsilon^2(x_2)}$
$y = \frac{x_1 \cdot x_2 \cdots x_n}{z_1 \cdot z_2 \cdots z_n}$	$\varepsilon(y) = \sqrt{\sum_1^k \varepsilon^2(x_1) + \sum_1^m \varepsilon^2(x_2)}$
$y = x^m$	$\varepsilon(y) = m\varepsilon(x)$
$y = \sqrt[m]{x}$	$\varepsilon(y) = \frac{1}{m}\varepsilon(x)$
$y = \ln x$	$\Delta(y) = \varepsilon(x)$ ; $\varepsilon(y) = \frac{\varepsilon(x)}{ \ln x }$
$y = \lg x$	$\Delta(y) = \frac{\varepsilon(x)}{\ln 10}$ ; $\varepsilon(y) = \frac{\varepsilon(x)}{\ln 10} \cdot  \ln x $

В реальных опытах присутствуют как систематические, так и случайные ошибки. Пусть измерения характеризуются погрешностями  $\Delta_{\text{сист}}$  и  $\sigma_{\text{случ}}$ . Суммарная погрешность находится по формуле

$$x_{\text{сум}} = \sqrt{\Delta_{\text{сист}}^2 + [3\sigma_{\text{случ}}]^2} \quad (4.3)$$

с доверительной вероятностью  $\alpha = 0,96$  (при  $n = 5 - 7$  измерениях).

#### 4.1 Задание для самостоятельной работы

Определить сопротивление тела человека  $R_{чел}$  по данным лабораторных исследований, представленных в таблице 4.2. Различные значения напряжения и тока получались в результате случайных отклонений от истинных величин. Исследования обеспечения электробезопасности человека показали, что основное сопротивление распространению тока оказывает кожа человека. Сопротивление тела человека складывается из сопротивления кожи и сопротивления внутренних тканей согласно закону Ома:

$$R_{чел} = U_{np}/I, \quad (4.3)$$

где  $I$  – ток, проходящий через тело человека, А;

$U_{np}$  – приложенное напряжение, В.

Таблица 4.2 – Результаты измерений параметров электробезопасности

Измеряемая величина	1	2	3	4	5	Средние значения
$U_{np}$ , В	220	225	215	240	210	222
$I$ , А	0,146	0,151	0,146	0,169	0,152	0,16

Найти суммарную абсолютную погрешность косвенных измерений с доверительной вероятностью  $\alpha = 0,96$ , если известны относительные систематические погрешности прямых измерений, представленных в таблице 4.3 по вариантам. При этом среднеквадратичная погрешность среднего арифметического  $R_{чел}$  (случайная) рассчитывается по формуле (3.4).

Результат представить в виде:  $R_{чел} = \langle R_{чел} \rangle \pm \Delta R_{чел}$ , Ом.

Таблица 4.3 – Относительная и абсолютная систематические погрешности прямых измерений

Номер варианта	Относительные систематические погрешности измерений	
	Напряжения $\varepsilon(U)_{\text{сист}}$	Тока $\varepsilon(I)_{\text{сист}}$
1	0,022	0,014
2	0,023	0,015
3	0,0022	0,012
4	0,0024	0,011
5	0,024	0,016
6	0,0025	0,013
7	0,0026	0,010
8	0,023	0,023
9	0,022	0,013
10	0,024	0,014
11	0,0024	0,015
12	0,0022	0,015
13	0,022	0,014
14	0,023	0,016
15	0,024	0,013
16	0,0026	0,011
17	0,025	0,010

## 5 Построение графиков и оценка графических погрешностей

### 5.1 Построение графиков с использованием доверительных интервалов

В практике научных исследований очень часто приходится строить графические зависимости одной из измеряемых величин от другой. Наличие погрешностей измерений обуславливает тот факт, что экспериментальные точки не точно ложатся на прямую или кривую, выражающую теоретическую зависимость между этими величинами.

Один из широко распространенных приближенных методов проведения экспериментальной зависимости заключается в том, что на графике указываются доверительные интервалы значений измеренных величин. При построении доверительного интервала следует иметь в виду две ситуации:

1) каждая экспериментальная точка результат многократного измерения. В этом случае следует найти суммарные абсолютные погрешности каждой из измеренных величин: они откладываются по обе стороны от точки на графике вдоль соответствующих координатных осей. При этом можно точно указать доверительную вероятность проведенных измерений;

2) гораздо чаще встречающийся случай: каждая экспериментальная точка результат однократного измерения. В этом случае можно найти только абсолютные систематические погрешности результатов измерений и также отложить по обе стороны от соответствующей экспериментальной точки. Следует заметить, что для приборов, у которых постоянной является абсолютная погрешность (класс точности таких приборов обозначается, например, 1,0), отрезки доверительных интервалов будут одинаковыми; если измерения проведены с помощью других цифровых приборов, доверительные интервалы будут неодинаковыми.

На примере графической зависимости тока от напряжения при постоянном сопротивлении (рисунок 3) рассматривается метод оценки погрешностей.

Результаты измерений представлены в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Результаты измерений тока и напряжения

$I$ , мА	7,53	15,1	24,8	30,0	37,5
$U$ , В	4	7	12	15	19

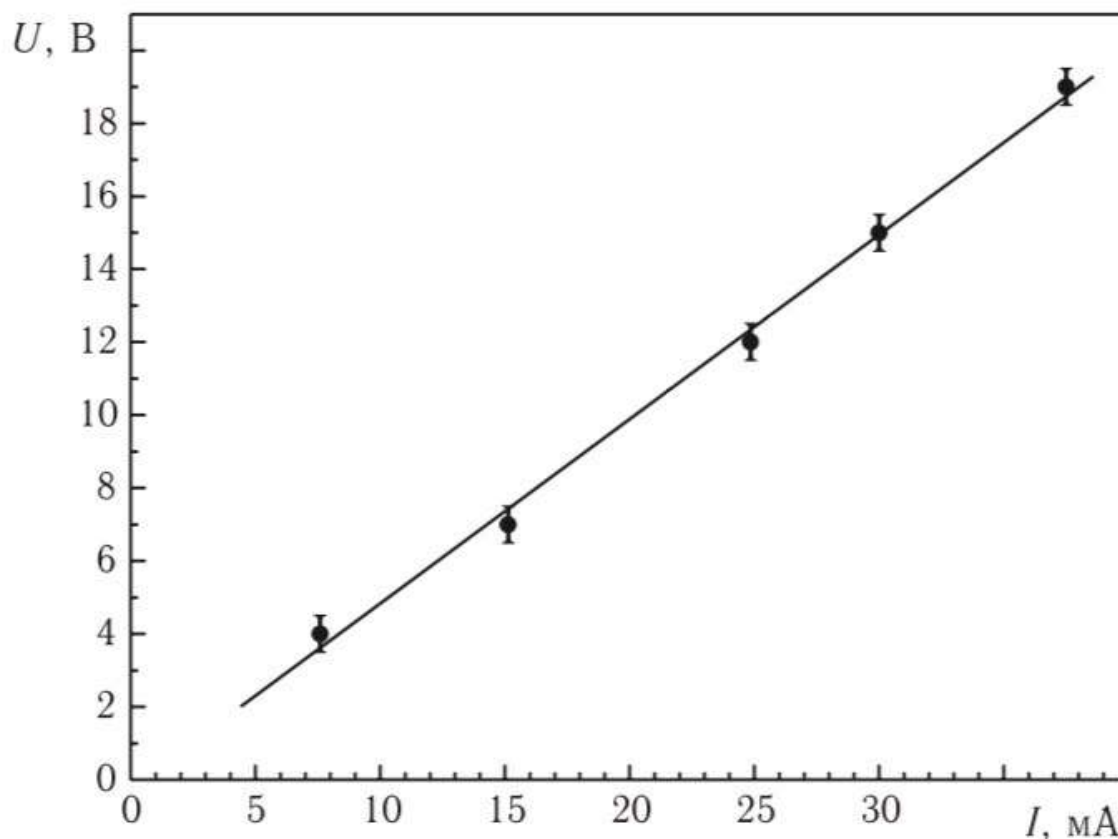


Рисунок 3 – Зависимость тока  $I$  от напряжения  $U$

После построения точек, на графике откладываются доверительные интервалы. Так как измерения однократные, то доверительные интервалы будут представлять собой абсолютные погрешности приборов, с помощью которых проводились измерения тока и напряжения. При классе точности вольтметра 1,0 и максимальном значении шкалы прибора 50 В абсолютная погрешность равна 0,5 В. Поэтому параллельно оси напряжения вверх и вниз от каждой экспериментальной точки откладывается 0,5 В в масштабе графика.

У миллиамперметра абсолютная погрешность изменяется, чем больше величина тока, тем больше погрешность, но при этом ее максимальная величина не

превышает 0,6 мА, что в масштабе графика составляет 1 мм и такая величина обычно не откладывается.

Прямую следует провести так, чтобы она прошла внутри всех доверительных интервалов. Если через какой-то интервал ее провести невозможно, то это значение является грубой ошибкой эксперимента или «промахом». Во многих случаях оказывается, что провести прямую с соблюдением этого условия возможно единственным образом. При нахождении какой-либо величины  $x$  из графика абсолютная погрешность этой величины  $\Delta(x)$  равна половине цены деления соответствующей шкалы графика.

## 5.2 Задание для самостоятельной работы

Имеется источник шума интенсивностью 110 дБА. В ходе эксперимента устанавливаются звукопоглощающие экраны различной толщины  $b$  и производится измерение сниженного уровня шума  $x$ . Результаты измерений представлены в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Результаты экспериментальных измерений

Толщина экрана, $b$ , см	5	10	15	20
Уровень шума, $x$ , дБА	100	95	90	80

Построить точки зависимости снижения уровня шума от толщины экрана. Отложить от точек вверх и вниз значения абсолютной погрешности измерений  $\Delta(x)$  равные половине цены деления соответствующей шкалы графика. Провести прямую, которая проходит внутри всех доверительных интервалов. Сделать выводы. Альтернативой этому заданию может быть построение собственных графиков экспериментальных исследований.

В качестве основной формы отчетности по НИР бакалавров устанавливается письменный отчет. Отчет по НИР должен содержать не менее 10 и не более 30 страниц текста и следующие разделы:

- обоснование темы исследования (выявление актуальности);
- постановка цели и задач исследования;
- определение объекта и предмета исследования;
- анализ и ознакомление с тематикой исследовательских работ в выбранной научной области (примерами может загрязнение биосферы вредными веществами, негативной энергией, отходами; закономерности возникновения и прогнозирования ЧС на объектах техносферы, показателей и критериев допустимого риска, интегральных показателей, характеризующих комплексный уровень защиты объектов экономики);
- анализ инновационных путей решения и устранения проблемы;
- результаты выполненных заданий по пунктам 3 – 5;
- оценка полученных результатов и основные выводы.

Пример оформления титульного листа представлен в Приложении Б (оформляется согласно СТО 02069024.101-2015 РАБОТЫ СТУДЕНЧЕСКИЕ. Общие требования и правила оформления).

На научно-исследовательскую работу выдается задание, содержащее необходимый ряд компетенций, которые должны быть сформированы у обучающихся в процессе прохождения практики. Пример индивидуального задания представлен в приложении В. В приложении Г предлагается календарный план – дневник поэтапного прохождения практики.

Форма контроля выполнения НИР – дифференцированный зачет. Зачет по НИР приравнивается к зачетам по теоретическому обучению и учитывается при подведении итогов общей успеваемости студентов.

## Список использованных источников

1. Лабораторный практикум по общей физике: учеб. пособие. В трёх томах. Т.1. Механика / А.Д. Гладун, Д.А. Александров, Ф.Ф. Игошин и др.; Под ред. А.Д. Гладуна. – М.: МФТИ, 2004. – 316 с.

2. Гаибова, Т. В. Статистические методы системного анализа : метод. указания к лаб. практикуму / Т. В. Гаибова, Н. А. Шумилина; М-во образования и науки Рос. Федерации, Федер. агентство по образованию, Гос. образоват. учреждение высш. проф. образования "Оренбург. гос. ун-т", Каф. систем. анализа и упр. – Оренбург: ГОУ ОГУ, 2005. – 18 с. Электронный источник [http://artlib.osu.ru/web/books/metod\\_all/609\\_20110708.pdf](http://artlib.osu.ru/web/books/metod_all/609_20110708.pdf)

4. Симчера, В. М. Методы многомерного анализа статистических данных /В.М. Симчера. – М.: Финансы и статистика, 2008. – 398 с. [Электронный ресурс] ЭБС [http://biblioclub.ru/index.php?page=book\\_view&book\\_id=59559](http://biblioclub.ru/index.php?page=book_view&book_id=59559)

5. Костин, В. Н. Статистические методы и модели : учеб. пособие для вузов / В. Н. Костин, Н. А. Тишина; М-во образования Рос. Федерации Гос. образоват. учреждение высш. проф. образования "Оренбург. гос. ун-т". - Оренбург : ГОУ ОГУ, 2004. - 138 с. - Библиогр.: с. 125. Электронный источник [http://artlib.osu.ru/web/books/metod\\_all/516\\_20110701.pdf](http://artlib.osu.ru/web/books/metod_all/516_20110701.pdf)



## Приложение А (справочное)

### Значения коэффициентов Стьюдента

Таблица А.1 - Значения коэффициентов Стьюдента,  $t(\alpha; m)$

$m$	Доверительная вероятность, $\alpha$								
	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	0,95	0,98	0,99	0,999
2	1,0	1,38	2,0	3,1	6,3	12,7	31,8	63,7	63,6
3	0,82	1,06	1,3	1,9	2,9	4,3	7,0	9,9	31,6
4	0,77	0,98	1,3	1,6	2,4	3,2	4,5	5,8	12,9
5	0,74	0,94	1,2	1,5	2,1	2,8	3,7	4,6	8,7
6	0,73	0,92	1,2	1,5	2,0	2,6	3,4	4,0	6,9
7	0,72	0,90	1,1	1,4	1,9	2,4	3,1	3,7	6,0
8	0,71	0,90	1,1	1,4	1,9	2,4	3,0	3,5	5,4
9	0,71	0,89	1,1	1,4	1,8	2,3	2,9	3,4	5,0
10	0,70	0,88	1,1	1,4	1,8	2,3	2,8	3,3	4,8
15	0,69	0,87	1,1	1,3	1,8	2,1	2,6	3,0	4,1
20	0,69	0,86	1,1	1,3	1,7	2,1	2,5	2,9	3,9
25	0,69	0,86	1,1	1,3	1,7	2,1	2,5	2,8	3,7
30	0,68	0,85	1,1	1,3	1,7	2,0	2,5	2,8	3,7
40	0,68	0,85	1,1	1,3	1,7	2,0	2,4	2,7	3,6
60	0,68	0,85	1,0	1,3	1,7	2,0	2,4	2,7	3,5
120	0,68	0,84	1,0	1,3	1,7	2,0	2,4	2,6	3,4

**Приложение Б**  
(рекомендуемое)

**Пример оформления титульного листа**

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ОРЕНБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Геолого-географический факультет

Кафедра безопасности жизнедеятельности

УТВЕРЖДАЮ

Зав. кафедрой безопасности  
жизнедеятельности

Ф.И.О.

\_\_\_\_\_

подпись

«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

**ОТЧЕТ**

по научно-исследовательской деятельности

ОГУ 20.03.01.50 \_\_.XXX Н

Руководитель

(ученая степень, звание)

\_\_\_\_\_

(подпись, дата)

Ф.И.О.

Нормоконтролер

(ученая степень, звание)

\_\_\_\_\_

(подпись, дата)

Ф.И.О.

Студент группы

\_\_\_\_\_

(подпись, дата)

Ф.И.О.

Оренбург 20\_\_

# Приложение В (рекомендуемое)

## Пример оформления листа задания на практику

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Оренбургский государственный университет»

Геолого-географический факультет

Кафедра безопасности жизнедеятельности

### ИНДИВИДУАЛЬНОЕ ЗАДАНИЕ на научно-исследовательскую работу студента

\_\_\_\_\_  
(фамилия, имя, отчество студента, номер группы)

Содержание задания на НИР (перечень подлежащих рассмотрению вопросов):

- 1) теоретическая часть - анализ научной проблемы в сфере техносферной безопасности и путей ее инновационного решения (обоснование актуальности, постановка цели и задач исследования, описание процесса исследования, оценка полученных результатов и основные выводы);
- 2) расчетная часть - определение доверительного интервала оценки среднеквадратичного отклонения, определение грубых ошибок (промахов), определение доверительного интервала оценки измеряемой величины по данным экспериментальных исследований.

Процесс изучения практики направлен на формирование следующих результатов обучения

Планируемые результаты обучения при прохождении практики	Формируемые компетенции
<p><b>Знать:</b> характер взаимоотношений общества, человека и взаимосвязи его производственной деятельности со средой обитания;</p> <p><b>Уметь:</b> анализировать и оценивать степень опасности антропогенного воздействия на среду обитания;</p> <p><b>Владеть:</b> контроля акустической, вибрационной, электромагнитной и радиационной обстановки в среде обитания.</p>	ПК-19 способностью ориентироваться в основных проблемах техносферной безопасности
<p><b>Знать:</b> методы, приборы и системы контроля состояния среды обитания;</p> <p>- законодательные и нормативно-технические акты, регулирующие безопасность жизнедеятельности;</p> <p><b>Уметь:</b></p> <p>- проводить эксперименты по различным методикам;</p> <p>- пользоваться современными приборами контроля среды обитания;</p> <p><b>Владеть:</b></p> <p>- методами описания экспериментальных исследований;</p> <p>- методами контроля воздушной и водной среды с использованием современных приборных средств.</p>	ПК-20 способностью принимать участие в научно-исследовательских разработках по профилю подготовки: систематизировать информацию по теме исследований, принимать участие в экспериментах, обрабатывать

Планируемые результаты обучения при прохождении практики	Формируемые компетенции
	полученные данные
<p><b>Знать:</b> - способы и технику защиты человека и окружающей среды от антропогенного воздействия, обеспечения комфортных условий жизнедеятельности;</p> <p><b>Уметь:</b> - пользоваться современными приборами контроля среды обитания;</p> <p><b>Владеть:</b> методами контроля акустической, вибрационной, электромагнитной и радиационной обстановки в среде обитания.</p>	ПК-21 способностью решать задачи профессиональной деятельности в составе научно-исследовательского коллектива
<p><b>Знать:</b> - способы организации жизнедеятельности человека в чрезвычайных ситуациях;</p> <p><b>Уметь:</b> анализировать, выбирать, разрабатывать и эксплуатировать системы и методы защиты среды обитания;</p> <p><b>Владеть:</b> инженерно-экономических расчетов в области охраны среды обитания.</p>	ПК-22 способностью использовать законы и методы математики, естественных, гуманитарных и экономических наук при решении профессиональных задач
<p><b>Знать:</b> методы определения и нормативные уровни допустимых негативных воздействий на человека и природную среду;</p> <p><b>Уметь:</b> использовать современные программные продукты в области безопасности жизнедеятельности.</p> <p><b>Владеть:</b> разработки систем защиты среды обитания от воздействия технологических процессов, производств, транспортных средств.</p>	ПК-23 способностью применять на практике навыки проведения и описания исследований, в том числе экспериментальных

Руководитель практики от университета \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

*(должность, ФИО)*

\_\_\_\_\_

*(подпись)*

\_\_\_\_\_

*(дата выдачи задания)*

## Приложение Г (рекомендуемое)

### Пример оформления плана-дневника практики

Вид, тип практики производственная практика

Тип научно-исследовательская работа

Обучающийся \_\_\_\_\_  
(Фамилия, Имя, Отчество)

Курс \_\_\_\_\_

Факультет (филиал, институт) геолого-географический

Форма обучения \_\_\_\_\_

Направление подготовки (специальность) 20.03.01 – Техносферная безопасность

Место прохождения практики кафедра безопасности жизнедеятельности ОГУ

Срок прохождения практики: \_\_\_\_\_

Руководитель практики от ОГУ \_\_\_\_\_  
(ФИО, должность)

Дата (период)	Содержание и планируемые результаты практики	Отметка о выполнении
	Анализ состояния вопроса. Постановка цели и задач исследований	
	Теоретические исследования по оценке безопасности территорий и объектов экономики и населения	
	Выполнение расчетной части	
	Написание отчета	
	Защита отчета	

Руководитель практики от Университета \_\_\_\_\_  
подпись И.О. Фамилия