

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Локтионова Оксана Геннадьевна  
Должность: проректор по учебной работе  
Дата подписания: 04.03.2022 10:03:42  
Уникальный программный ключ:  
0b817ca911e6668abb13a5d426d39e5f1c11eabbf73e943d144850da56000

# МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Юго-Западный государственный университет»  
(ЮЗГУ)

Кафедра фундаментальной химии и химической технологии  
УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе

О.Г. Локтионова

2022 г.



## Основы научных исследований

Методические указания к самостоятельной работе по курсу  
«Основы научных исследований» для студентов направления  
подготовки 04.04.01 «Химия»

Курск 2022

УДК 547 (075.8)

Составитель: Лавров Р.В.

Рецензент

Кандидат химических наук, доцент *Пожидаева С. Д.*

Основы научных исследований: Методические указания к самостоятельной работе по курсу «Основы научных исследований» для студентов направления подготовки 04.04.01 – Химия / Юго-Зап. гос. ун-т; сост.: Борщ Н. А., Лавров Р.В. Курск, 2022. 17 с. рис.2

Содержат методические указания к выполнению самостоятельной работы.

Приведены содержание и объём выполнения самостоятельной работы, что помогает понять теоретические положения курса. В методические указания включены краткие теоретические сведения и задания для самостоятельной работы.

Методические указания предназначены для магистров направления 04.04.01 «Химия»

Текст печатается в авторской редакции  
Подписано в печать *28.02.22*. Формат 60x84 1/16.  
Усл. печ. л. Уч.-изд.л. *018* Тираж 35 экз. Заказ *998*. Бесплатно  
Юго-Западный государственный университет.  
305040, г. Курск, ул. 50 лет Октября, 94.

## Содержание

1. Краткие теоретические сведения	4
2. Задания для самостоятельного решения	12
Литература	16

## Основные понятия и определения. Основные методологические принципы научного познания

Научное исследование – это форма существования и развития науки. Структуру организации научных исследований целесообразно представить в виде четырех компонентов : первый - общие вопросы научных исследований (теория, методология и методы); второй – процессы научных исследований (формы, методы и средства познания); третий – методика научных исследований (выбор конкретных форм, методов и средств, эффективных для соответствующей области науки или отрасли профессиональной деятельности); четвертый – технология научных исследований (совокупность знаний о процессах научных исследований и методике их выполнения).

Научный метод – это система правил и предписаний, направляющих человеческую деятельность (производственную, политическую, культурную, научную, образовательную и т.д.) к достижению поставленной цели.

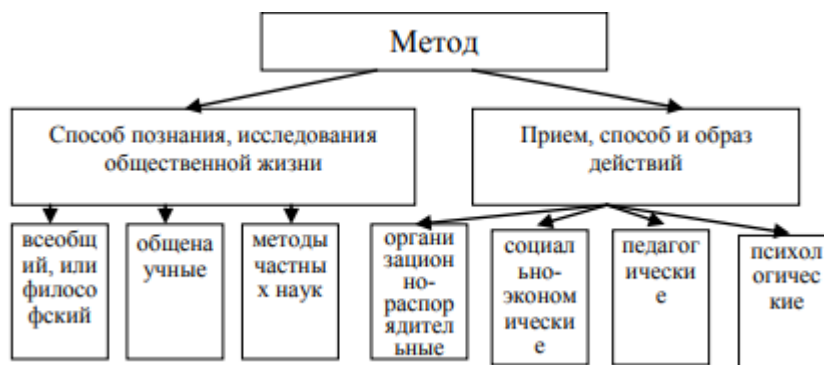


Рисунок 1. Характеристика метода научного познания

Методы эмпирического уровня: наблюдение, сравнение, счет, измерение, анкетный опрос, собеседование, тесты, метод проб и ошибок и т.д. Методы экспериментально-теоретического уровня: эксперимент, анализ и синтез, индукция и дедукция, моделирование, гипотетический, исторический и логический методы. Методы теоретического уровня: абстрагирование, идеализация, формализация, анализ и синтез, индукция и дедукция,

аксиоматика, обобщение и т.д. К методам метатеоретического уровня относятся диалектический и метод системного анализа.

### **Планирование эксперимента, обработка его результатов, построение уравнений регрессии**

Эксперимент – метод исследования, в основе которого лежит целенаправленное воздействие на объект в заданных контролируемых условиях, опосредованное рациональным (в идеале теоретическим) знанием. Эксперимент может быть активным и пассивным. Пассивный эксперимент проводят в условиях, когда исследователь не может контролировать параметры процесса. По сути, пассивный эксперимент является наблюдением. Основной, дающий наиболее полную и достоверную информацию вид эксперимента – активный, проводится в контролируемых и управляемых условиях.

Проведение эксперимента в большинстве случаев связано с материальными затратами, отсюда встает задача получения максимума информации об объекте исследования при минимуме материальных затрат. Решением этой задачи и занимается планирование эксперимента.

При исследовании объекта, как правило, не удастся выявить и контролировать все факторы, влияющие на исследуемые параметры объекта. Поэтому, исходя из предварительной информации об объекте, выявляют основные влияющие факторы, а воздействие остальных рассматривают как «белый шум», наложенный на истинные результаты эксперимента (так называемая рандомизация эксперимента).

Сущность планирования эксперимента заключается в выборе числа и условий проведения опытов, необходимых и достаточных для решения с требуемой точностью и достоверностью и минимальной стоимостью поставленной задачи.

В результате проведения эксперимента, как правило, требуется получить математическую модель исследуемого объекта. На эмпирическом уровне исследований в качестве математических моделей обычно используют алгебраические полиномы

(полиномиальные математические модели). Подобные модели называют так же уравнениями регрессии.

При планировании эксперимента исследуемый объект представляется «черным ящиком» (рис. 1), на который воздействуют факторы  $x_i$ , и на выходе из которого фиксируются исследуемые параметры  $y_i$ .

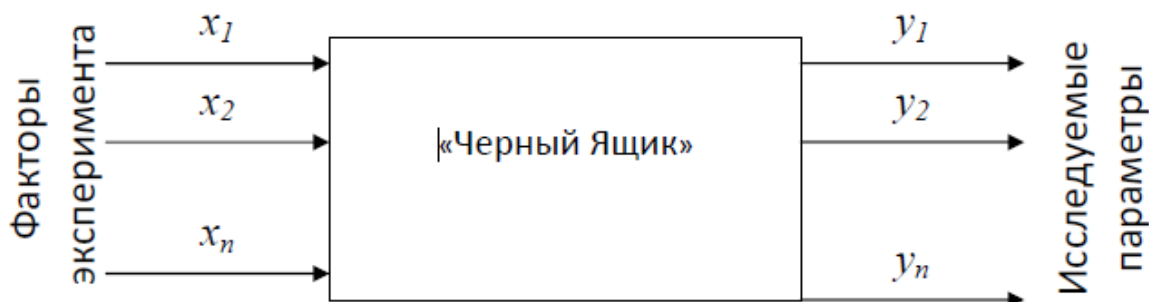


Рисунок 2. Представление эксперимента в виде черного ящика

### Порядок постановки эксперимента

Для оценки точности эксперимента для каждой  $i$ й точки факторного пространства проводят  $K$  опытов. В результате получают значения  $y_{i1}, y_{i2}, \dots, y_{iK}$  исследуемого параметра, для которых находят

среднее значение  $\bar{y}_i$ . При этом опыты в одной точке проводят не под

ряд, а обходят все точки в первой серии опытов, затем во второй, и так далее до  $K$ й.

Для уменьшения влияния внешней среды и неконтролируемых факторов внутри каждой серии точки факторного пространства обходят случайным образом – рандомизируют последовательность опытов. Для большей точности рандомизацию опытов можно провести с помощью генератора случайных чисел. Например, в случае постановки двух серий опытов для экспериментов получим с учетом данных таблицы такие последовательности:

1 серия

1, 6, 5, 2, 7, 3, 8, 4;

2 серия

3, 1, 7, 2, 4, 6, 8, 5.

Таким образом, в первой серии опытов первым выполняется опыт в точке факторного пространства № 1, вторым – в точке № 6

и т. д. Во второй серии первым выполняется опыт в точке № 3, вторым – в точке № 1 и т. д.

## **Информационное обеспечение научных исследований и опытно-конструкторских разработок**

Информационное обеспечение научных исследований, образовательных программ как основы создания и развития новых технологий и инновационных производств является важнейшим средством выполнения программы модернизации страны.

Интеграция существующих и создаваемых научно-образовательных информационных ресурсов в рамках единого информационного пространства – основа для построения инфраструктуры информационного общества.

Базовыми элементами этой инфраструктуры являются суперкомпьютерные системы, телекоммуникационные сети, информационные ресурсы.

Сегодня инфраструктура – это совокупность суперкомпьютерных центров, ведомственных и корпоративных сетей, разрозненных наборов научных данных и материалов, созданных в рамках самостоятельных и невзаимосвязанных проектов.

Значительные усилия предпринимаются в направлении формирования единой вычислительной среды за счет создания и развития суперкомпьютерных центров в научно-исследовательских и образовательных учреждениях, которые совместно создают и используют масштабируемые суперкомпьютерные мощности на основе глубокой интеграции средствами GRID-технологий.

Важным шагом на пути интеграции вычислительных средств является вхождение РАН в европейский консорциум суперкомпьютерных центров DEISA.

Проект направлен на коллективное использование вычислительных ресурсов европейских стран, проведение совместных исследований и разработок в области архитектур суперкомпьютеров и организации суперкомпьютерных вычислений, создания и совместного использования

распределенных информационных ресурсов. В проекте участвуют пятнадцать крупнейших европейских суперкомпьютерных центров, включая и Межведомственный суперкомпьютерный центр (МСЦ) РАН.

В России насчитывается более двадцати научно-исследовательских и образовательных сетей, являющихся компонентами общероссийской телекоммуникационной сети науки и образования. Среди них следует выделить RASNet (сеть, представляющую РАН и МГУ), RBNet (Курчатовский научный центр), RUNNet (Минобрнауки РФ).

Общими усилиями были заложены основы инфраструктуры научно-образовательной телекоммуникационной сети России с опорными узлами в ведущих научных и образовательных центрах.

Важным шагом в формировании единой интегрированной высокоскоростной телекоммуникационной сетевой инфраструктуры в научно-образовательной и исследовательской сферах явилось создание Национальной ассоциации исследовательских и научно-образовательных электронных инфраструктур e-АРЕНА, объединяющей крупнейшие научно-образовательные сети страны и обеспечивающей их интеграцию с европейской научно-образовательной сетью GEANT.

В настоящее время под управлением ассоциации e-АРЕНА функционирует базовый узел межсетевого обмена научно-образовательных сетей «GigaNAP/Москва». Научно-образовательные сети подключены к данному базовому узлу каналами связи 1–10 Гбит/с.

Европейская научно-образовательная сеть GEANT имеет в своей основе 50 тысяч километров сетевой инфраструктуры, объединяет более 8 тысяч исследовательских институтов, обеспечивает доступ к вычислительным, сетевым и информационным ресурсам около 40 миллионов ученых, специалистов и студентов, включая и российских.

Развитие сетевых и компьютерных технологий привело к тому, что в настоящее время в мире стало возможным объединение



распределенных разнородных вычислительных ресурсов, хранилищ данных, соответствующего ПО в единую инфраструктуру, на базе которой можно обеспечивать доступ к ресурсам, в том числе к различным имитационным моделям, как к web-сервису в рамках так называемой концепции облачных вычислений.

Российское научно-образовательное сообщество, и в первую очередь РАН, является обладателем и генератором огромного научного информационного фонда, сконцентрированного в научных институтах и центрах РАН, а также в библиотеках, архивах и музеях. Эффективное использование этих уникальных информационных фондов в интересах науки, образования и инноваций требует кардинально новых подходов к их организации, формированию и сопровождению, обеспечивающих широкий доступ.

Вместе с тем сложившаяся система информационной поддержки научных исследований, образовательных программ и инновационных производств является разрозненной и неоднородной, носит преимущественно узконаправленный и внутриотраслевой характер, ограничивает доступ к накопленным массивам знаний и информации, ведет к потере данных. Это не позволяет в полной мере обеспечить решение задач по формированию и актуализации БД и БЗ, повышению эффективности взаимодействия научных коллективов.

### **Погрешенности при проводимых измерениях в эксперименте**

1. **Грубая погрешность (или промахи)** – погрешность, существенно превышающая погрешность большинства результатов наблюдений при заданных условиях. Причиной такого вида погрешности может являться сбой измерительной аппаратуры. Грубые погрешности обнаруживают статистическими методами и обычно исключают из рассмотрения.
2. **Систематическая погрешность** – погрешность измерения, которая либо остается постоянной, либо закономерно изменяется в

большую или меньшую сторону. Причиной такой погрешности может быть неправильная калибровка прибора или, например, резкое изменение внешних воздействий на исследуемую систему, когда крайне необходимо их постоянное влияние. Обнаружение и устранение систематической погрешности является одной из самых сложных задач при измерениях. Такие погрешности можно выявить с помощью образцовых приборов и эталонов. Оценка систематической погрешности может быть проведена также по результатам измерения искомой величины независимыми методами с применением различной аппаратуры. В результате обнаруженная и оцененная систематическая погрешность должна устраняться путем введения поправок. Однако даже введением поправок не удастся полностью избавиться от этой погрешности и какая-то ее остаточная часть, оставшаяся не устраненной, будет представлять собой систематическую составляющую погрешности результата измерения.

**3. Случайная погрешность** – неустраняемая погрешность измерения, представляющая собой отклонения от истинного значения измерения, меняющиеся при повторных измерениях. Данная погрешность обусловлена влиянием многих факторов, воздействие которых невозможно заранее предсказать. Такими причинами могут быть перепады давления, температуры, напряжения в сети, а также ошибки, связанные с действиями экспериментатора. Случайные ошибки нельзя исключить из результатов измерения. Однако они могут быть уменьшены с помощью статистической обработки результатов эксперимента.

**4. Инструментальная погрешность** – погрешность средств измерений, обусловленная конструктивными и/или технологическими недостатками средств измерений, а также следствиями их износа, неисправности. Является видом систематической погрешности.

**5. Методическая погрешность** – вид систематической погрешности, связанный не с прибором измерения, а с методом его использования.

Полная погрешность измерения является суммой указанных выше составляющих.

По форме представления погрешности различают:

1. **Абсолютная погрешность** – разность между измеренным и истинным значением величины. Поскольку истинное значение величины неизвестно, то на практике вместо него используют действительное значение измеряемой величины, найденное экспериментально.

2. **Относительная погрешность** – отношение абсолютной погрешности измерения к истинному (действительному) значению измеряемой величины

Процесс измерения всегда представляет собой сравнение измеряемой величины с эталоном. Эталоном является некоторая другая величина (такой же размерности), принимаемая за единицу измерения. Сравнение редко осуществляется непосредственным наложением эталона на исследуемый объект, чаще используется какой-либо прибор.

Измерение физической величины не может быть выполнено абсолютно точно. Любое измерение дает приближенный результат, иначе говоря, содержит погрешность измерения.

Погрешностью измерения называется разность между истинным значением измеряемой величины  $X$  и результатом измерения  $x_i$ .

$$\Delta x = X - x_i. \quad (1)$$

Абсолютная точность – понятие идеальное, а в реальных технических изделиях на их функционирование влияет слишком большое число всевозможных факторов, и интерес, как правило, представляет не точное значение, а диапазон изменения значения измеряемой величины.

Таким образом, технические науки довольствуются приближенными результатами измерения. Но при этом необходимо знать величину погрешности результата измерения. Выражение (1) нельзя использовать для расчета погрешности, т. к. сама измеряемая величина  $X$  нам неизвестна. Погрешность результата

зависит от используемого измерительного прибора и условий проведения измерений.

Систематические погрешности вызываются факторами, действующими либо одинаковым образом при повторных измерениях, либо изменяющимися по определенному закону.

Систематические погрешности возникают из-за неправильного выбора метода измерения, неправильной установки прибора и т. п. Систематическими являются ошибки при округлении математических и физических констант (например, таких, как число  $\pi$ , гравитационная постоянная, элементарный заряд и т. п.). Как правило, источники систематических погрешностей тщательно анализируются, выявляются причины этих ошибок, затем, по возможности, они устраняются.

В других случаях систематические погрешности учитываются в виде поправок. Например, при измерении длины может быть рассчитана поправка на удлинение, вызванное изменением температуры. Можно вычислить поправку на выталкивающую силу воздуха при определении массы тела взвешиванием и т. п.

Отличительная черта систематических погрешностей – возможность их предварительного расчета или полного устранения совершенствованием экспериментальной методики.

### **Задачи для самостоятельного решения:**

1. Опишите структуру НИР.
2. Дайте определение направленности исследования исходя из понятий фундаментальной, прикладной и исследовательской разработки.
3. Охарактеризуйте компоненты исследования.
4. Дайте классификацию представленного методологического знания в виде дескриптивной или прескриптивной форме.
5. Перечислите критерии оценки качества НИР.
6. Дайте характеристику процессуального раздела исследования.

7. Проведите поиск с использованием ресурсов сайта ФИПС патентной информации за 2017 г. по разделу МПК C02F – Обработка воды.

8. С использованием меню сайта в разделе «Информационно-поисковая система» проведите поиск изобретений за 2020 г, заявителем по которым является Юго-Западный государственный университет (г.Курск).

9. Проведите патентный поиск по изобретениям за период с 2010 по 2020 по разделу МПК C07C Ациклические или карбоциклические соединения.

10. На примере лабораторной работы «Перекристаллизация щавелевой кислоты» :

« Реактивы и оборудование:  
щавелевая кислота (техн.),

- стаканы,
- колбы,
- химические воронки,
- электроплитка,
- эксикатор,
- чашки Петри,
- фильтровальная бумага,
- воронка Бюхнера,
- колба Бунзена,
- насос Комовского.

Сущность метода: перекристаллизация - один из самых эффективных методов очистки твердых соединений. Этот метод основан на различной растворимости химических соединений в горячем и холодном растворителе (изогидрическая кристаллизация) или на изменении концентрации раствора (изотермическая кристаллизация).

Растворимость большинства органических соединений существенно зависит от температуры растворителя: с увеличением температуры – увеличивается растворимость. В итоге в горячем растворителе удастся растворить большее количества вещества, чем может содержать тот же самый растворитель при низкой

температуре. И, при охлаждении, из насыщенного при высокой температуре раствора выпадает "лишнее" вещество.

Ход работы:

Перекристаллизацию щавелевой кислоты проводят следующим образом: 5 г щавелевой кислоты взвешивают с точностью до первого десятичного знака и растворяют при кипячении в 8,5 см<sup>3</sup> воды. Горячий раствор быстро фильтруют на воронке с обрезанным носиком через фильтровальную бумагу и охлаждают, непрерывно перемешивая. Выделившиеся кристаллы отфильтровывают на воронке Бюхнера и повторно перекристаллизовывают, растворяя при кипячении в 7,0 см<sup>3</sup> воды.

Затем раствор охлаждают, непрерывно перемешивая. Выделившиеся кристаллы отфильтровывают на воронке Бюхнера, отжимают между листами фильтровальной бумаги и высушивают на воздухе в течение 30 мин (кристаллы не должны прилипнуть к стеклянной палочке). Кристаллы щавелевой кислоты переносят, рассыпая тонким слоем, в чашку Петри, помещают в сушильный шкаф и выдерживают при температуре  $(100,0 \pm 2,5)^\circ\text{C}$  в течение 1 ч, периодически перемешивая.

Далее чашку Петри с кристаллами щавелевой кислоты помещают в эксикатор с водой, где выдерживают не менее 2 суток. Крышка эксикатора должна быть закрыта негерметично (между крышкой и эксикатором прокладывают фильтровальную бумагу толщиной в 2-4 сложения). Полученные кристаллы гидрата щавелевой кислоты хранят в стеклянной банке с притертой пробкой»

осуществите классификацию проведенного эксперимента:

- по способу проведения;
- по целям исследования;
- по организации проведения;
- по структуре изучаемых объектов и явлений

11. Дайте описание методики эксперимента как совокупность мыслительных и физических операций, размещенных в определенной последовательности.

12. По теме текущей выпускной квалификационной работы подготовьте доклад (проект) по следующим требованиям:

- Необходимо предоставить файл в формате MS Word с полным описанием проекта.
- В предоставленном файле необходимо раскрыть следующие пункты:
  - формулировку проблемы или темы;
  - определение объекта и предмета исследования;
  - определение цели и задач исследования;
  - интерпретацию основных понятий;
  - формулировку рабочих гипотез.
- Требования к оформлению статьи: статья состоит из шапки и текста. Шапка набирается строчными буквами с полужирным начертанием и выравниванием по центру.

Состав шапки:

1. УДК.
2. Заглавие доклада или сообщения.
3. Фамилии и инициалы авторов.
4. Научный руководитель: должность, звание, ученая степень, фамилия и инициалы научного руководителя.
5. Название учебного заведения или организации.
6. Почтовый адрес, телефон, факс и электронный адрес.

После шапки следует текст статьи. В тексте могут использоваться формулы и иллюстрации. Иллюстрации должны быть в разрешении 600 dpi (картинка размерами 1×1 см должна быть не менее 240×240 пикселей).

- Текст формата А4, гарнитура - Times New Roman, размер – 12 пт, выравнивание по ширине, межстрочный интервал – одинарный, использование заголовков 1, 2 и т. д. уровней.
- Размер полей: левое – 3 см, верхнее, нижнее, правое – 2 см.
- Нумерация страниц: правый нижний угол, номер на титульном листе не ставится.
- Проекты представляются преподавателю в распечатанном или электронном виде.

#### Литература.

1. Шкляр, М. Ф. Основы научных исследований [Электронный ресурс]: учебное пособие / М. Ф. Шкляр. - 6-е изд. - Москва:

- Издательско-торговая корпорация «Дашков и К<sup>о</sup>», 2017. - 208 с. // Режим доступа - <http://biblioclub.ru/>
2. Шкляр, М. Ф. Основы научных исследований [Текст] : учебное пособие / М. Ф. Шкляр. - 5-е изд. - М. : Дашков и К, 2014. - 244 с.
  3. Кане, М. М. Основы научных исследований в технологии машиностроения [Текст]: учебное пособие для машиностроит. спец. вузов / М. М. Кане. - Минск: Высшая школа, 1987. - 231с.
  4. Андреев, Г. И. Основы научной работы и оформление результатов научной деятельности [Текст]: учебное пособие / Г. И. Андреев, С. А. Смирнов, В. А. Тихомиров. - М.: Финансы и статистика, 2004. - 272 с.: ил.
  5. Шкляр, М. Ф. Основы научных исследований [Текст]: учебное пособие / М. Ф. Шкляр. - 3-е изд. - М.: Дашков и К, 2009. - 244 с.
  6. Основы учебно-исследовательской деятельности студентов [Текст]: учебник / Е. В. Бережнова, В. В. Краевский. - 5-е изд., стер. - М.: Академия, 2008. - 128 с.
  7. Вайнштейн, М. З. Основы научных исследований [Электронный ресурс]: учебное пособие / М. З. Вайнштейн, В. Вайнштейн, О. Кононова. - Йошкар-Ола: МарГТУ, 2011. - 216 с. // Режим доступа - <http://biblioclub.ru/>
  8. Алексеев, В. П. Основы научных исследований и патентоведение [Электронный ресурс]: учебное пособие / В. П. Алексеев, Д. Озёркин. - Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2012. - 172 с. // Режим доступа - <http://biblioclub.ru/>
  9. Филиппова, А. В. Основы научных исследований [Электронный ресурс]: учебное пособие / А. В. Филиппова. - Кемерово: Кемеровский государственный университет, 2010. - 75 с. // Режим доступа - <http://biblioclub.ru/>
  10. Мусина, О. Н. Основы научных исследований [Электронный ресурс]: учебное пособие / О. Н. Мусина. - М.; Берлин: Директ-Медиа, 2015. - 150 с. // Режим доступа - <http://biblioclub.ru/>
  11. Сафронова, Т. Н. Основы научных исследований [Электронный ресурс]: учебное пособие / Т. Н. Сафронова, А. М. Тимофеева. -



Красноярск: Сибирский федеральный университет, 2015. - 131 с. // Режим доступа - <http://biblioclub.ru/>

12. Шульмин, В. А. Основы научных исследований [Электронный ресурс]: учебное пособие / В. А. Шульмин. - Йошкар-Ола: ПГТУ, 2014. - 180 с. // Режим доступа - <http://biblioclub.ru/>

13. Ганжа, О. А. Основы научных исследований [Электронный ресурс]: учебное пособие / О. А. Ганжа, Т. В. Соловьева. - Волгоград: Волгоградский государственный архитектурно-строительный университет, 2013. - 97 с. // Режим доступа - <http://biblioclub.ru/>

14. Дрейзин В. Э. Основы научных исследований и инженерного творчества [Текст]: учебное пособие / В. Э. Дрейзин, И. С. Захаров. - Курск: КурскГТУ, 2005. - Кн. 1: Методология научных исследований / Министерство образования Российской Федерации, Курский государственный технический университет. - 174 с.

15. Дрейзин В. Э. Основы научных исследований и инженерного творчества [Электронный ресурс]: учебное пособие / В. Э. Дрейзин, И. С. Захаров. - Курск: КурскГТУ, 2005. - Кн. 1: Методология научных исследований / Министерство образования Российской Федерации, Курский государственный технический университет. - 174 с.