

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
**«Томский государственный университет систем управления и  
радиоэлектроники»  
(ТУСУР)**

**Кафедра радиоэлектронных технологий и экологического мониторинга  
(РЭТЭМ)**

УТВЕРЖДАЮ  
Заведующий каф. РЭТЭМ, д.т.н.

\_\_\_\_\_ В.И. Туев  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2018 г.

**ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ И СТАТИСТИЧЕСКАЯ  
ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ**

Учебно-методическое пособие для проведения лабораторных, практических  
занятий и организации самостоятельной работы для студентов направления  
подготовки:

11.03.03 «Конструирование и технология электронных средств»,  
20.03.01 «Техносферная безопасность»,  
05.03.06 «Экология и природопользование»

Разработал:  
Доцент каф. РЭТЭМ, к.т.н.

\_\_\_\_\_ В.С. Солдаткин

Солдаткин В.С. Экспериментальные исследования и статистическая обработка результатов: Учебно-методическое пособие для проведения лабораторных, практических занятий и организации самостоятельной работы для студентов. – Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2018. – 28 с.

Настоящее учебно-методическое пособие для проведения лабораторных, практических занятий и организации самостоятельной работы составлено с учетом требований федеральных государственных образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлениям подготовки: 11.03.03 Конструирование и технология электронных средств, 20.03.01 Техносферная безопасность, 05.03.06 Экология и природопользование и уровню подготовки «Бакалавриат». Учебно-методическое пособие предназначено для студентов, изучающих дисциплину «Экспериментальные исследования и статистическая обработка результатов» и содержат необходимую информацию, используемую для лабораторных, практических занятий и организации самостоятельной работы.

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение	4
Основные понятия и определения	5
1. Программа и методики экспериментальных исследований	8
2. Проведение экспериментальных исследований	11
3. Статистическая обработка результатов экспериментальных исследований	13
4. Практические занятия	15
5. Лабораторные занятия	16
6. Самостоятельная работа	17
Список использованных источников	18
Приложении А. – Программа и методики экспериментальных исследований	20

## ВВЕДЕНИЕ

Учебно-методическое пособие для проведения лабораторных, практических занятий и организации самостоятельной работы предназначено для студентов дисциплину «Экспериментальные исследования и статистическая обработка результатов». Учебно-методическое пособие составлено с учетом требований федеральных государственных образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлениям подготовки: 11.03.03 Конструирование и технология электронных средств, 20.03.01 Техносферная безопасность, 05.03.06 Экология и природопользование и уровню подготовки «Бакалавриат».

В результате изучения дисциплины «Экспериментальные исследования и статистическая обработка результатов» студень должен:

*Знать:*

- основное разработки программы и методик экспериментальных исследований;
- основы проведения экспериментальных исследований;
- основы статистической обработки результатов экспериментальных исследований.

*Уметь:*

- разрабатывать программы и методик экспериментальных исследований
- проводить экспериментальные исследования;
- проводить статистическую обработку результатов экспериментальных исследований.

*Владеть:*

- навыками разработки программы и методик экспериментальных исследований;
- навыками проведения экспериментальных исследований;
- навыками статистической обработки результатов экспериментальных исследований.

В рамках группового проектного обучения студенты получают техническое задание на выполнение работ. Данное учебно-методическое пособие направлено на помощь студентам при выполнении работ по третьим этапу группового проектного обучения «Экспериментальные исследования и статистическая обработка результатов» следующему за первым этапом «Анализ научно-технической информации» и вторым этапом «Моделирование процессов и объектов».

## ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

В соответствии с [1]:

Единство измерений – состояние измерений, при котором их результаты выражены в допущенных к применению в Российской Федерации единицах величин, а показатели точности измерений не выходят за установленные границы.

Средство измерений – техническое средство, предназначенное для измерений.

Стандартный образец – образец вещества (материала) с установленными по результатам испытаний значениями одной и более величин, характеризующих состав или свойство этого вещества (материала).

Эталон единицы величины – техническое средство, предназначенное для воспроизведения, хранения и передачи единицы величины.

В соответствии с [2]:

Величина – свойство материального объекта или явления, общее в качественном отношении для многих объектов или явлений, но в количественном отношении индивидуальное для каждого из них.

Измерение – процесс экспериментального получения одного или более значений величины, которые могут быть обоснованно приписаны величине.

Значение величины – выражение размера величины в виде некоторого числа принятых единиц, или чисел, баллов по соответствующей шкале измерений.

Метрологическая прослеживаемость – это свойство результата измерений, в соответствии с которым результат может быть соотнесен с основой для сравнения через документированную непрерывную цепь калибровок (до международной системы СИ), каждая из которых, вносит вклад в неопределенность измерений.

Метрологическая совместимость – Свойство множества результатов измерений для определенной измеряемой величины, при котором абсолютное значение разности любой пары измеренных значений величины, полученное из двух различных результатов измерений, меньше, чем некоторое выбранное кратное стандартной неопределенности измерений этой разности.

В соответствии с [3]:

Шкала измерений – отображение множества различных проявлений количественного или качественного свойства на принятое по соглашению упорядоченное множество чисел или другую систему логически связанных знаков (обозначений).

Средство контроля – техническое устройство, вещество и (или) материал для проведения контроля

Испытательное оборудование – средство испытаний, представляющее собой техническое устройство для воспроизведения условий испытаний.

В соответствии с [4]:

Полнота измерительной информации – свойство измерительной информации, определяющее её достаточность для понимания состояния наблюдаемого объекта или явления и принятия необходимого управляющего решения.

Достоверность измерительной информации – свойство измерительной информации - быть правильно воспринятой и однозначно интерпретированной для принятия управляющих решений.

Своевременность измерительной информации – свойство измерительной информации, которое состоит в том, что она поступает в момент, обеспечивающий время, необходимое для принятия и реализации управляющего решения.

Актуальность измерительной информации – свойство измерительной информации, определяющее её важность, значительность в момент принятия управляющего решения.

В соответствии с [5]:

Аттестация испытательного оборудования – определение нормированных точностных характеристик испытательного оборудования, их соответствия требованиям

нормативных документов и установление пригодности этого оборудования к эксплуатации.

В соответствии с [6]:

Приемлемый уровень качества – максимальный процент брака или максимальное количество бракованных единиц продукции на сотню единиц продукции, которое при выборочном контроле может считаться удовлетворительным в данном технологическом процессе.

Критерий допуска – критерий, на основании которого устанавливается пригодность образца продукции.

Границы допуска – набор заданных параметров, устанавливающих границы годности или браковки.

Настройка прибора; юстировка прибора – Приведение прибора в состояние, необходимое для выполнения неразрушающего контроля, его наладка, регулировка, в частности путем сравнения его показаний со значением параметра, воспроизводимого контрольным образцом.

Несплошность – нарушение сплошности или когезии, выраженное в виде естественных или искусственных разрывов физической структуры материала.

Чувствительность – способность метода неразрушающего контроля к обнаружению несплошностей.

Порог чувствительности – наименьшая регистрируемая несплошность.

Дефект – дефектность или несплошность, которая может быть обнаружена методами неразрушающего контроля и которая необязательно является недопустимой.

Показание – представление сигнала от несплошности, применяемое в данном методе неразрушающего контроля.

Неразрушающий контроль – область науки и техники, охватывающая исследования физических принципов, разработку, совершенствование и применение методов, средств и технологий технического контроля объектов, не разрушающего и не ухудшающего их пригодность к эксплуатации.

Контрольный образец – образец из материала определенного состава с заданными геометрической формой и размерами, используемый для настройки и оценки параметров аппаратуры и дефектоскопических материалов, а также в качестве индикаторов их работоспособности.

Разрешающая способность – способность достоверно, уверенно различать близко расположенные несплошности.

Анализ результатов контроля – систематическое изучение данных при проведении неразрушающего контроля за какой-то период времени для установления наличия или отсутствия дефектов, прогнозирования появления дефектов, определения необходимости корректировки технологии изготовления или эксплуатации проверяемых технических объектов, оптимизации контролируемых параметров или изменения стратегии неразрушающего контроля в целях эффективного воздействия на качество продукции на всех стадиях ее жизненного цикла.

В соответствии с [7, 8]:

Макет – упрощенное воспроизведение в определенном масштабе изделия или его части, на котором исследуются отдельные характеристики изделия, а также оценивается правильность принятых технических и художественных решений.

Модель – изделие, воспроизводящее или имитирующее конкретные свойства заданного изделия и изготовленное для проверки принципа его действия и определения характеристик.

Экспериментальный образец – образец продукции, обладающий основными признаками намечаемой к разработке продукции, изготавливаемый с целью проверки предполагаемых решений и уточнения отдельных характеристик для использования при разработке этой продукции.

*Примечание* – экспериментальный образец всегда выполняется в натуральную величину и представляет собой законченное в функциональном отношении изделие, пригодное для исследовательских испытаний.

Испытания – определение одной или нескольких характеристик продукции в соответствии с установленной процедурой.

Программа испытаний – документ, предназначенный для организации и выполнения работ, обеспечивающих проведение испытаний конкретного объекта.

Методика испытаний – документ или его часть, устанавливающие правила реализации методов испытаний.

## 1. ПРОГРАММА И МЕТОДИКИ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Программа и методики экспериментальных исследований (ПМ) – документ, содержащий технические данные, подлежащие проверке при испытании изделий, а также порядок и методы их контроля.

ПМ выполняют на формах 9 и 9а, необходимые схемы, таблицы и чертежи в бумажной форме допускается выполнять на форматах А3 по [9], при этом основную надпись и дополнительные графы к ней выполняют в соответствии с [10].

Содержание ПМ в соответствии с [11] обеспечивает объективную оценку качества экспериментальных исследований.

ПМ в общем случае должна состоять из следующих разделов:

- общие положения;
- общие требования к условиям, обеспечению и проведению экспериментальных исследований;
- требования безопасности;
- определяемые показатели (характеристики) и точность их измерения;
- режимы проведения экспериментальных исследований;
- методы проведения экспериментальных исследований;
- отчетность.

Примечание – В зависимости от особенностей экспериментальных исследований допускается объединять или исключать отдельные разделы, а также включать в нее дополнительные разделы.

В разделе «Общие положения» помещают:

- наименование и обозначение объекта экспериментальных исследований;
- цель экспериментальных исследований;
- вид (виды) экспериментальных исследований и (или) испытаний, которым подвергается изделие;
- условия предъявления объекта экспериментальных исследований на испытания экспериментальные исследования (порядок отбора, количество, комплектность, документальное сопровождение при предъявлении);
- порядок взаимодействия с другими предприятиями, участвующими в экспериментальных исследованиях.

В разделе «Общие требования к условиям, обеспечению и проведению экспериментальных исследований»:

- к месту проведения экспериментальных исследований (цех, лаборатория, полигон и т.п.);
- к средствам проведения экспериментальных исследований (приспособлениям, стендам, измерительной и вычислительной технике и т.п.);
- к условиям проведения экспериментальных исследований (состояние окружающей, искусственно создаваемой или моделируемой среды и т.п.);
- к основным и дублирующим видам топлива, масел, охлаждающей жидкости, газов и т.п.;
- к подготовке объекта экспериментальных исследований к экспериментальным исследованиям;
- к порядку работы на изделии по завершении экспериментальных исследований;
- к персоналу, осуществляющему подготовку экспериментальным исследованиям и (или) испытаниям.

В разделе «Требования безопасности» помещают:



- требования безопасности при подготовке изделия к испытаниям экспериментальным исследованиям;
- требования безопасности при проведении экспериментальных исследований;
- требования безопасности при выполнении работ по завершению экспериментальных исследований.

В разделе «Определяемые показатели (характеристики) и точность их измерений» помещают:

- перечень определяемых показателей (характеристик) с указанием наименования, обозначения (при наличии), единицы измерения;
- номинальные значения показателей (характеристик) и предельные отклонения от номинальной величины или пределы измерения;
- указания, на каких видах и на каких этапах видов испытаний определяются показатели (характеристики);
- перечень оборудования, материалов и реактивов (стенды, приборы, приспособления, оснастка, инструмент и др.) для определения каждого показателя;
- класс точности измерительного оборудования;
- допускаемую погрешность измерения (расчета) определяемых показателей;
- указания, по какой методике, инструкции или нормативному документу следует определять (измерять) показатель (характеристику);
- правила регулировки (настройки) в процессе подготовки изделия к экспериментальным исследованиям и (или) испытаниям и (или) при экспериментальных исследованиях и (или) испытаниях;
- формулы расчета для определения показателей (характеристик), которые не могут быть определены прямым или косвенным измерением.

В разделе «Режимы испытаний изделия» помещают:

- режимы экспериментальных исследований и (или) испытаний;
- ограничения и другие указания, которые необходимо выполнять на всех или на отдельных режимах экспериментальных исследований и (или) испытаний;
- условия аннулирования и возобновления экспериментальных исследований и (или) испытаний на всех или на отдельных режимах.

В разделе «Методы проведения экспериментальных исследований» помещают:

- схемы экспериментальных исследований и (или) испытаний;
- описание метода экспериментальных исследований;
- формулы расчета;
- номограммы, диаграммы, графики зависимости отдельных параметров изделия от состояния внешней среды, других параметров, необходимые для определения показателей (характеристик) изделия.

В разделе «Отчетность» помещают:

- перечень документов, в которых фиксируют результаты экспериментальных исследований, измерений и анализов в процессе экспериментальных исследований и по их завершению;
- правила оформления таких документов;
- правила хранения и рассылки отчетных документов.

Допускается выполнять ПМ отдельными частями, например:

ПМ – программа экспериментальных исследований, в которой излагают содержание следующих разделов ПМ:

- общие положения;

– общие требования к условиям, обеспечению и проведению экспериментальных исследований;

– отчетность.

ПМ1 – методика экспериментальных исследований, в которой излагают содержание следующих разделов ПМ:

– определяемые показатели (характеристики) и точность их измерений;

– режимы экспериментальных исследований;

– методы экспериментальных исследований.

Пример оформления Программы и методик экспериментальных исследований приведены в Приложении А.

## 2. ПРОВЕДЕНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Экспериментальные исследования проводятся в соответствии с Программой и методиками экспериментальных исследований утверждённой Научным руководителем проекта ГПО.

Средства измерений, указанные в ПМ должны обеспечивать требуемую точность измерений. Средства измерений, подлежащие государственному метрологическому контролю и надзору, должны быть поверены, а не подлежащие государственному метрологическому контролю и надзору – калиброваны по [12] или поверены. Испытательное оборудование должно быть аттестовано по [5].

При проведении экспериментальных исследований необходимо соблюдать требования безопасности. Требования безопасности при подготовке объекта испытаний к экспериментальным исследованиям:

- работы должны проводиться в помещении, соответствующему требованиям пожарной безопасности по [13] и гигиеническим требованиям [14];

- сборка и разборка элементов и устройств, входящих в состав оборудования для экспериментальных исследований, выполняется при отсутствии на этих элементах и устройствах электрического напряжения и остаточного заряда;

- рабочее напряжение и остаточный заряд должны быть сняты так же с других объектов или эти объекты должны быть на время подготовки и проведения работ ограждены, если не исключено прикосновение или приближение к ним;

- требования безопасности к оборудованию по [15-17].

Перед проведением работ необходимо проверить:

- исправность системы заземления и зануления;

- убедиться внешним осмотром в исправности кабеля (шнура), его защитной трубки и штепсельной вилки, целости изоляционных деталей корпуса, рукоятки и крышек щеткодержателей, защитных кожухов;

- проверить комплектность и надежность крепления деталей;

- проверить четкость работы выключателя;

- выполнить (при необходимости) тестирование устройства защитного отключения (УЗО).

Требования безопасности при проведении экспериментальных исследований:

- при проведении электрических измерений и испытаний должен быть устранен непосредственный контакт работающего с узлами и элементами, оказывающими опасное и вредное воздействие;

- безопасность проведения измерительных и испытательных работ должна обеспечиваться защитой от возможных отрицательных воздействий природного характера и погодных условий;

- при проведении экспериментальных исследований присоединение измерительных приборов выполняется после снятия напряжения;

- кабели и кабельная арматура измерительных и испытательных цепей, к которым предъявляются требования по пожарной безопасности, должны удовлетворять требованию нераспространения горения;

- конструкция и характеристики оболочек, экранов и брони кабелей, проводов и других материалов и средств, используемых в работе, должны обеспечивать электро- и пожаробезопасность эксплуатации при нормальных и аварийных режимах работы;

- каждый работник, если он сам не может принять меры к устранению нарушений требований нормативных документов в области охраны труда, обязан немедленно сообщить непосредственному, а в случае его отсутствия - вышестоящему руководителю

обо всех замеченных им нарушениях, неисправностях оборудования, применяемых при работе механизмов, приспособлений, приборов, инструментов и средств защиты, представляющих собой опасность для работников;

– при несчастных случаях с людьми снятие напряжения для освобождения пострадавшего от воздействия электрического тока должно быть произведено немедленно без предварительного разрешения.

Требования безопасности при выполнении работ по завершению испытаний:

– по окончании экспериментальных исследований производитель работ обязан: снизить напряжение испытательной (измерительной) установки до нуля; отключить установку от питающей ее сети; заземлить вывод установки и сообщить об этом бригаде словами: «Напряжение снято». Только после этого допускается пересоединять провода или в случае полного окончания испытания отсоединять их от испытательной установки и снимать ограждения.

### 3. СТАТИСТИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Статистическая обработка результатов экспериментальных исследований – это математическая обработка данных, с помощью которых результаты экспериментальных исследований можно обобщать, привести в систему и выявить скрытые в них закономерности между изучаемыми в эксперименте переменными величинами.

Статистическая обработка результатов экспериментальных исследований делится на первичную и вторичную [18].

3.1 Первичная статистическая обработка результатов экспериментальных исследований предназначена для представления результатов экспериментальных исследований с учётом генеральной совокупности, разброса результатов измерений и погрешности измерений. Для первичной статистической обработки результатов экспериментальных исследований используются такие математические методы как аппроксимация, интерполяция, экстраполяция, метод наименьших квадратов и т.д.

#### 3.1.1 Аппроксимация

Аппроксимация – это получение некоей функции, приближенно описывающей какую-то функциональную зависимость  $f(x)$ , заданную таблицей значений, либо заданную в виде, неудобном для вычислений. При этом эту функцию выбирают такой, чтобы она была максимально удобной для последующих расчетов.

#### 3.1.2 Интерполяция

Интерполяция – это способ нахождения промежуточных значений величины по имеющемуся дискретному набору известных значений. Интерполяция использует значения некоторой функции, заданные в ряде точек, чтобы предсказать значения функции между ними. Интерполяция бывает: линейная, геометрическая, кубическим сплайном, многочленом Лагранжа, полиномиальная, равномерная, повторная, по шаблону.

#### 3.1.3 Экстраполяция

Экстраполяция – это продолжение динамического ряда данных по определенным формулам.

#### 3.1.4 Метод наименьших квадратов

Метод наименьших квадратов – это математический метод, применяемый для решения статистических задач, основанный на минимизации суммы квадратов отклонений некоторых функций от искомых переменных.

3.2 Вторичная статистическая обработка результатов экспериментальных исследований предназначена для связи рядов данных экспериментов, связи разрозненных данных, обработки больших массивов данных для структурной классификации. Для вторичной статистической обработки результатов экспериментальных исследований используются такие математические методы как регрессионный, корреляционный и факторный анализ.

#### 3.2.1 Регрессионный анализ

Регрессионный анализ это – статистический метод исследования влияния одной или нескольких независимых переменных на зависимую переменную. Независимые переменные иначе называют регрессорами или предикторами, а зависимые переменные — критериальными.

### 3.2.2 Корреляционный анализ

Корреляционный анализ – это метод обработки статистических данных, заключающийся в изучении коэффициентов корреляции между переменными. При этом сравниваются коэффициенты корреляции между одной парой или множеством пар признаков для установления между ними статистических взаимосвязей.

### 3.2.3 Факторный анализ

Факторный анализ – это статистический многомерный метод, применяемый для изучения взаимосвязей между значениями переменных. Предполагается, что известные переменные зависят от меньшего количества неизвестных переменных и случайной ошибки.

Классификация отбора выборок [19]:

– Репрезентативный или расслоенный отбор выборок

Там, где это целесообразно, количество единиц в выборку следует отбирать пропорционально объему более мелких частей или слоев партии, определяемых на основе некоторого рационального критерия. При расслоенном отборе выборки единицы продукции от каждого слоя партии выбирают случайным образом.

– Время взятия выборок

Отбор выборок производят случайным образом после того, как все единицы продукции сформированы в партию, или в течение времени ее производства.

– Двухступенчатый или многоступенчатый отбор выборок

При двух- или многоступенчатом отборе выборок каждая выборка должна извлекаться из полной партии.

#### 4. ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ

В рамках ГПО на практических занятиях студенты совместно с научным руководителем проекта обсудить результаты построения гистограммы распределения результатов экспериментальных исследований [20, 21].

## 5. ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

В рамках ГПО, на лабораторных занятиях студенты проводят обработку результатов экспериментальных исследований. Для этого необходимо результаты экспериментальных исследований внести в Microsoft Excel. Построить гистограмму распределения результатов экспериментальных исследований.



## 6. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Студенты в рамках самостоятельной работы над проектом ГПО по построенным гистограммам распределения результатов экспериментальных исследований строят Гауссово распределение, оформляют статистическую обработку результатов экспериментальных исследований. Оформление отчёта по статистической обработке результатов экспериментальных исследований в соответствии с [22].

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Федеральным Законом «Об обеспечении единства измерений» от 26.06.2008 г. № 102-ФЗ (с изменениями на 13 июля 2015 года). [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/902107146>, дата обращения: 01.06.2018.
2. РМГ 29-2013 ГСИ. Метрология. Основные термины и определения. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200115154>, дата обращения: 01.06.2018.
3. ГОСТ 16504-81 Система государственных испытаний продукции. Испытания и контроль качества продукции. Основные термины и определения (с Изменением N 1). [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200005367>, дата обращения: 01.06.2018.
4. ГОСТ Р 8.820-2013 Государственная система обеспечения единства измерений (ГСИ). Метрологическое обеспечение. Основные положения. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200107589>, дата обращения: 01.06.2018.
5. ГОСТ Р 8.568-2017 Государственная система обеспечения единства измерений (ГСИ). Аттестация испытательного оборудования. Основные положения. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200158321>, дата обращения: 01.06.2018.
6. ГОСТ Р 53697-2009 (ISO/TS 18173:2005) Контроль неразрушающий. Основные термины и определения. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200078388>, дата обращения: 01.06.2018.
7. ГОСТ 2.102-2013 Единая система конструкторской документации (ЕСКД). Виды и комплектность конструкторских документов. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200106862/>, дата обращения: 01.06.2018.
8. ГОСТ 15.101-98 Система разработки и постановки продукции на производство (СРПП). Порядок выполнения научно-исследовательских работ. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200003945/>, дата обращения: 01.06.2018.
9. ГОСТ 2.301-68 Единая система конструкторской документации (ЕСКД). Форматы (с Изменениями N 1, 2, 3). [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200006582>, дата обращения: 01.06.2018.
10. ГОСТ 2.104-2006 Единая система конструкторской документации (ЕСКД). Основные надписи (с Поправками). [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200045443/>, дата обращения: 01.06.2018.
11. ГОСТ 2.106-96 Единая система конструкторской документации (ЕСКД). Текстовые документы (с Изменением N 1). [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200001979/>, дата обращения: 01.06.2018.
12. ПР 50.2.016-94 ГСИ. Требования к выполнению калибровочных работ. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/9031922>.
13. ГОСТ 12.1.004-91 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Пожарная безопасность. Общие требования (с Изменением N 1). [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/9051953/>, дата обращения: 01.06.2018.
14. СП 2.2.1.1312-03 Гигиенические требования к проектированию вновь строящихся и реконструируемых промышленных предприятий. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/901862522>, дата обращения: 01.06.2018.
15. ГОСТ 12.2.007.11-75 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Преобразователи электроэнергии полупроводниковые. Требования безопасности (с Изменениями N 1, 2). [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/9051582>, дата обращения: 01.06.2018.
16. ГОСТ 12.2.007.13-2000 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Лампы электрические. Требования безопасности. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200008520/>, дата обращения: 01.06.2018.

17. ГОСТ 12.2.007.14-75 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Кабели и кабельная арматура. Требования безопасности (с Изменениями N 1, 2). [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/9051584>, дата обращения: 01.06.2018.

18. studopedia.ru. [Электронный ресурс] – Режим доступа: [https://studopedia.ru/18\\_10297\\_ponyatie-approksimatsii.html](https://studopedia.ru/18_10297_ponyatie-approksimatsii.html), дата обращения: 01.06.2018.

19. ГОСТ Р ИСО 2859-1-2007 Статистические методы. Процедуры выборочного контроля по альтернативному признаку. Часть 1. Планы выборочного контроля последовательных партий на основе приемлемого уровня качества. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200049982>, дата обращения: 01.06.2018.

20. Смирнов, Г. В. Статистические методы обработки: Учебное методическое пособие [Электронный ресурс] / Г. В. Смирнов — Томск: ТУСУР, 2012. — 107 с. — Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/1791>, дата обращения: 01.06.2018.

21. Смирнов, Г. В. Основы научных исследований: Учебное пособие для аспирантов [Электронный ресурс] / Г. В. Смирнов — Томск: ТУСУР, 2018. — 301 с. — Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/7535>, дата обращения: 01.06.2018.

22. ОС ТУСУР 01-2013. Работы студенческие по направлениям подготовки и специальностям технического профиля. Общие требования и правила оформления. [Электронный ресурс] – Режим доступа: [https://storage.tusur.ru/files/40668/rules\\_tech\\_01-2013.pdf](https://storage.tusur.ru/files/40668/rules_tech_01-2013.pdf), дата обращения: 01.06.2018.

Приложении А.  
Программа и методики экспериментальных исследований

**УТВЕРЖДАЮ**  
*Научный руководитель проекта ГПО  
РЭТЭМ-XXXX*

*И.О.Фамилия*

«    »

20    г.

**ПРОГРАММА И МЕТОДИКИ**  
экспериментальных исследований  
(*наименование экспериментальных исследований*)

XXXXXXXXXXXX<sup>1</sup> ПМ

Разработчики:

Студент \_\_\_\_\_ *И.О.Фамилия*

Студент \_\_\_\_\_ *И.О.Фамилия*

Студент \_\_\_\_\_ *И.О.Фамилия*

---

<sup>1</sup> Вместо символов XXX... указывают обозначение, присвоенное комплекту конструкторской документации.

## Условные обозначения и сокращения, принятые в тексте

КД	Конструкторская документация
ТД	Технологическая документация
Продукция	Материал (вещество, изделие), производимый по ТП
НТД	Нормативно-техническая документация
Средства технологического оснащения ТП	Технологическое оборудование, технологическая оснастка и приспособления

### 1 Общие положения

1.1 Наименование и обозначение объектов экспериментальных исследований

1.2 Цель экспериментальных исследований

– исследование технических характеристик объекта экспериментальных исследований и путей достижения значений, установленных требованиями ТЗ.

1.3 Условия предъявления на экспериментальные исследования

1.3.1 Экспериментальные исследования проводятся на [количество] объектов экспериментальных исследований.

1.3.2 Порядок отбора объектов экспериментальных исследований

1.3.3 Объект экспериментальных исследований предъявляется на экспериментальные исследования в следующей комплектности:

*Объект экспериментальных исследований;*

*Техническое задание;*

*Настоящая ПМ;*

*Конструкторская документация объекта экспериментальных исследований;*

*Нормативная документация, указанная в ПМ;*

*Акт изготовления объекта экспериментальных исследований.*

1.3.4 Порядок взаимодействия с другими предприятиями, участвующими в экспериментальных исследованиях.

...

### 2 Общие требования к условиям, обеспечению и проведению испытаний

2.1 Место проведения экспериментальных исследований

Экспериментальные исследования проводятся на базе предприятия « \_\_\_\_\_ » в (цех, лаборатория, полигон и т.п.).

...

2.2 Требования к средствам проведения экспериментальных исследований

2.2.1 Перечень средств проведения экспериментальных исследований приведен в приложении Б.

2.2.2 Средства измерений, указанные в приложении Б, могут быть заменены другими, обеспечивающими требуемую точность измерений.

2.2.3 Средства измерений, подлежащие государственному метрологическому контролю и надзору, должны быть поверены, а не подлежащие государственному метрологическому контролю и надзору – калиброваны по [12] или поверены.

2.2.4 Испытательное оборудование должно быть аттестовано по [13].

2.3 Требования к условиям проведения испытаний (состояние окружающей, искусственно создаваемой или моделируемой среды и т.п.)

Экспериментальные исследования должны проводиться в нормальных климатических условиях:

температура окружающего воздуха, °С	20 ± 10
относительная влажность воздуха, %	от 45 до 80
атмосферное давление, мм рт. ст.	от 630 до 800

2.4 Требования к подготовке объекта экспериментальных исследований  
2.5 Требования к обслуживанию объекта испытаний в процессе экспериментальных исследований

2.6 Требования к порядку работы на объекте испытаний по завершении экспериментальных исследований

2.7 Требования к персоналу, осуществляющему подготовку к экспериментальным исследованиям

К проведению экспериментальных исследований допускается персонал, прошедший обучение и (при необходимости) аттестацию, изучивший технологическую документацию и эксплуатационную документацию на технологическое оборудование, подготовленный в соответствии с «Правилами технической эксплуатации электроустановок потребителей» и «Правилами техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей» и имеющий степень аттестации по электробезопасности не ниже третьей группы.

*и т. п.*

При проведении работ при проверке и испытаниях персонал обязан соблюдать правила техники безопасности согласно «Правилам технической эксплуатации электроустановок потребителей» и «Правилам техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей»

*и т. п.*

Порядок обучения и аттестации персонала, участвующего в испытаниях, должен соответствовать \_\_\_\_\_.

### **3 Требования безопасности**

3.1 Требования безопасности при подготовке объекта экспериментальных исследований к экспериментальным исследованиям

...

3.2 Требования безопасности при проведении экспериментальных исследований

...

3.3 Требования безопасности при выполнении работ по завершению экспериментальных исследований

...

#### 4 Программа экспериментальных исследований

Определяемые показатели и точность их экспериментальных исследований:

<b>Пример</b>
---------------

Пункт программы испытаний	Вид испытаний (проверок)	Пункт требований ТЗ	Единицы измерений	Номинальное значение	Предельные отклонения	Пункт методики экспериментальных исследований
1	2	3	4	5	6	7
4.1.	Проверка технической документации на соответствие установленной комплектности и оценка её качества.	<i>Указывается номер пункта ТЗ</i>				6.1.
4.2.	Проверка соответствия объекта экспериментальных исследований его конструкторской документации					6.2.
4.3.1.	<i>Проверка показателей назначения</i>					
4.3.1.1. ...						

#### 5 Режимы испытаний

##### 5.1 Порядок испытаний

Экспериментальные исследования проводятся в соответствии с планом-графиком, утверждаемым научным руководителем проекта ГПО.

Последовательность проведения экспериментальных исследований может быть изменена по решению научного руководителя проекта ГПО.

##### 5.2 Ограничения и другие указания, которые необходимо выполнять на всех или на отдельных режимах экспериментальных исследований

Экспериментальные исследования прекращаются в случаях  
*несоответствия получаемых результатов требованиям ТЗ;*  
возникновения аварийных ситуаций;

....

##### 5.3 Условия перерыва, аннулирования и возобновления экспериментальных исследований на всех или на отдельных режимах

*Необходимость, условия и порядок перерыва, аннулирования или прекращения экспериментальных исследований определяется научным руководителем проекта ГПО.*

## 6 Методы экспериментальных исследований

6.1 Проверка по п. 4.1. Программы выполняется следующим образом.

Проверяется соответствие технической документации на объект экспериментальных исследований комплектности, приведенной в п. 4.1. Программы, и её качества – требованиям [ЕСКД, ЕСТД, ЕСПД, другой нормативно-технической документации – указывается в соответствии с требованиями ТЗ]

Комплект технической документации считается выдержавшим испытание, если его комплектность соответствует требованиям, приведенным в п. 4.1. Программы, а качество – требованиям [ЕСКД, ЕСТД, ЕСПД, другой нормативно-технической документации – указывается в соответствии с выполненными требованиями ТЗ].

6.2 Проверка по п. 4.2. Программы выполняется следующим образом.

Проверяется соответствие объекта экспериментальных исследований КД.

Объект экспериментальных исследований считается выдержавшим проверку, если он соответствует КД.

*6.N Экспериментальные исследования по п. 4.N. Программы выполняется в соответствии с методиками...*

## 7 Отчётность

7.1 Заданные и фактические данные, полученные при экспериментальных исследованиях по каждому пункту программы, оформляются протоколами, представляемыми научному руководителю проекта ГПО. Типовая форма протокола испытаний приведена в приложении В.

В протоколы вносятся все первичные данные, получаемые в процессе экспериментальных исследований, и затем – результаты расчетов или иной обработки, предусмотренных разделом 6 ПМ.

Большой объем первичных данных (в том числе, распечаток ЭВМ, содержащих однозначную привязку к месту, времени и объекту экспериментальных исследований) допускается приводить в приложениях к протоколам, подписываемых лицами, проводящими экспериментальные исследования.

В согласованных случаях допускается оформлять одним протоколом данные, полученные при экспериментальных исследованиях по нескольким пунктам программы.

7.2 По результатам экспериментальных исследований в течение 3 дней студенты совместно с научным руководителем проекта ГПО составляют акт экспериментальных исследований.

Акт экспериментальных исследований должен содержать:

подтверждение выполнения программы экспериментальных исследований;

оценку результатов экспериментальных исследований с конкретными точными формулировками, отражающими соответствие объекта экспериментальных исследований требованиям ТЗ;

выводы по результатам экспериментальных исследований;

заключение о возможности предъявления объекта экспериментальных исследований на следующий этап экспериментальных исследований (возможности промышленного производства и реализации продукции);

К акту прилагаются протоколы экспериментальных исследований по пунктам программы.

7.3 Первичные материалы экспериментальных исследований хранятся у научного руководителя проекта ГПО в течение 1 года со дня окончания экспериментальных исследований.



## Приложения

Приложение Т4.А	Перечень ссылочных документов	
Приложение Т4.Б	Перечень средств измерений и испытательного оборудования, необходимых для проведения экспериментальных исследований	
Приложение Т4.В	Типовая форма протокола экспериментальных исследований	

<b>Пример</b>
---------------

**Перечень ссылочных документов**

ГОСТ Р 8.568-2017	Государственная система обеспечения единства измерений (ГСИ). Аттестация испытательного оборудования. Основные положения.
ГОСТ 12.1.004-91	Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Пожарная безопасность. Общие требования (с Изменением N 1).
СП 2.2.1.1312-03	Гигиенические требования к проектированию вновь строящихся и реконструируемых промышленных предприятий.  «Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей». М., Госэнергонадзор, 1994  «Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей», М., Энергосервис, 2003 г. «Измерения в электрических цепях», УМИТЦ, Мосгорэнергонадзора, М., 2001 г.

<b>Пример</b>
---------------

**Перечень средств измерений и испытательного оборудования,  
необходимых для проведения экспериментальных исследований**

Наименование, тип и марка	Кол- во	ГОСТ, ТУ или обозначение	Основные характеристики
Ампервольтметр	1	ТУ 22-04-1364	Класс точности 0,15/0,005. Пределы измерений 10 и 100 мВ; 1, 10, 100 и 350 В.
Клещи электроизмерительные Ц4501	1	ГОСТ 9071	Класс точности 4
Штангенциркуль	1	ГОСТ 166	Класс точности 2
Угольник	1	ГОСТ 3719	Класс точности 2. Цена деления 1мм
Термопара ТХК	1	ГОСТ Р 8.585	Класс точности 2
Пирометр оптический ЭОП-66	1	ТУ 50-127-77	Цена деления 10°С. Диапазон 800-10 000°С
Потенциометр ПП-63	1	ТУ-И.ОПП.533.420- 60	Класс точности 0,05
Секундомер механический СДС <sub>пр</sub> -1-2-000	1	ГОСТ 5072	Класс точности 2. Секундомерная шкала с оцифровкой от 1 до 30 с.
Фазометр трехфазный С302-М1-1	1	ГОСТ 8039	Класс точности 1,5. Диапазон измерений коэффициента мощности 0,5-1-0,5 или 0,9-1-0,2

**Типовая форма**

**ПРОТОКОЛ**  
**экспериментальных исследований по пункту № число**  
*Программы и методики экспериментальных исследований*  
*обозначение документа*

№ \_\_\_\_

*число месяц в родительном падеже 20\_\_*  
г.

- 1. Объект экспериментальных исследований:** *Наименование и обозначение.*
- 2. Цель экспериментальных исследований:** *исследование технических характеристик объекта экспериментальных исследований и путей достижения значений, установленных требованиями ТЗ.*
- 3. Дата начала экспериментальных исследований:** *число месяц в родительном падеже 20цифры г.*
- 4. Дата окончания экспериментальных исследований:** *число месяц в родительном падеже 20цифры г.*
- 5. Место проведения экспериментальных исследований:**
- 6. Средства проведения экспериментальных исследований:**  
*[наименование + тип + заводской № + дата последней и срок последующей аттестации (для средств измерений – поверки/калибровки)], например:*  
А) мегаомметр М4100/3 зав.№000000001, поверен 01.01.2013 г., следующая поверка 01012014.
- 7. Результаты экспериментальных исследований**

Наименование параметра	Ед. изм.	Номера пунктов			Требования к параметру		Измеренное значение		
		Технического задания	Программы испытаний	Методик испытаний	Номинальное значение	Предельное отклонение	Нормальные условия	Во время воздействия	После воздействия

**7. Замечания и рекомендации**

**8. Выводы**

8.1 Объект экспериментальных исследований *наименование объекта* выдержал (не выдержал) испытание по пункту № *число* Программы и методики *обозначение документа*.

8.2 Объект экспериментальных исследований *наименование* соответствует (не соответствует) требованиям пункта № *число* Технического задания.

**Испытание проводили**

*Студент*

*И.О.Фамилия*