

МЕЖГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра «Транспортные и технологические машины»

НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ РАБОТА СТУДЕНТОВ

*Методические рекомендации к практическим занятиям
для студентов специальности*

*23.03.02 «Наземные транспортно-технологические комплексы»
очной формы обучения*



Могилев 2022

УДК 001.89+338.24
ББК 60.01
Н45

Рекомендовано к изданию
учебно-методическим отделом
Белорусско-Российского университета

Одобрено кафедрой «Транспортные и технологические машины»
«7» февраля 2022 г., протокол № 7

Составитель ст. преподаватель Ю. С. Романович

Рецензент канд. техн. наук, доц. О. В. Благодарная

Методические рекомендации разработаны в соответствии с рабочей программой дисциплины «Научно-исследовательская работа студентов» специальности 23.03.02 «Наземные транспортно-технологические комплексы» и предназначены для использования при проведении практических занятий.

Учебно-методическое издание

НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ РАБОТА СТУДЕНТОВ

Ответственный за выпуск

И. В. Лесковец

Корректор

Т. А. Рыжикова

Компьютерная верстка

Н. П. Полевничая

Подписано в печать . Формат 60×84/16. Бумага офсетная. Гарнитура Таймс.
Печать трафаретная. Усл. печ. л. . Уч.-изд. л. . Тираж 36 экз. Заказ №

Издатель и полиграфическое исполнение:
Межгосударственное образовательное учреждение высшего образования
«Белорусско-Российский университет».

Свидетельство о государственной регистрации издателя,
изготовителя, распространителя печатных изданий
№ 1/156 от 07.03.2019.

Пр-т Мира, 43, 212022, г. Могилев.

© Белорусско-Российский
университет, 2022

Содержание

Введение.....	4
1 Постановка проблемы и обоснование направления научных исследований в рамках научно-исследовательской работы студентов.....	5
2 Прогнозирование тенденции развития направления в технике, основанного на методе анализа динамики патентования.....	6
3 Разработка программы и методики экспериментальных и теоретических исследований.....	10
4 Проведение экспериментальных исследований.....	14
5 Оформление отчёта по НИРС и написание научной работы по теме инновационного проекта.....	18
Список литературы.....	19
Приложение А. Структура отчета и общие требования к отчету по НИР.....	20
Приложение Б. Пример составления реферата к отчету о НИР.....	29
Приложение В. Индивидуальные задания по темам.....	30

Введение

Цель практических занятий – научить студентов проводить всестороннее, достоверное изучение объекта, процесса или явления; из структуры, связей и отношений на основе разработанных в науке принципов и методов познания получать и внедрять в производство (практику) полезные результаты.

Цель методических рекомендаций – ознакомить студентов с наиболее общими принципами и методиками проведения и организации студенческой научно-исследовательской работы.

Навыки, полученные на практических занятиях, помогут ориентироваться в вопросах:

- прогнозирования, перспективного и текущего планирования своей деятельности; обоснования необходимости выполнения конкретных работ;
- финансирования из госбюджета и инновационных фондов министерств и ведомств, проведения опытно-конструкторских, проектно-конструкторских, проектных, технологических, изыскательских и других работ;
- решения вопросов использования опыта и знаний сторонних организаций и фирм;
- осуществления научно-технического сотрудничества;
- обоснования закупок новых технологий и оборудования за рубежом, финансируемых из госбюджета и инновационных фондов министерств и ведомств;
- изготовления (поставки) при перспективном и текущем планировании развития производства или его модернизации, постановке продукции на производство;
- решения вопросов повышения конкурентоспособности и эффективности производимой продукции.

Результаты патентных исследований и другие знания помогут при разработке различных документов, охватывающих весь цикл от создания научно-технического продукта до его использования в практической деятельности:

- прогнозов, программ, бизнес-планов, планов создания и развития производства объектов техники и оказания услуг, договоров;
- планово-технической документации на выполнение научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ;
- отчетной научно-технической, конструкторской, технологической документации;
- документации, связанной с обеспечением охраны объектов промышленной собственности;
- документации, связанной с постановкой на производство объектов техники и др.

1 Постановка проблемы и обоснование направления научных исследований в рамках научно-исследовательской работы студентов

1.1 Общие сведения

Основной задачей высшей школы является подготовка специалистов все-сторонне развитых, способных непрерывно пополнять и углублять свои знания, повышать идейный, теоретический и профессиональный уровень.

Современное понятие «научно-исследовательская работа студентов» включает в себя два взаимосвязанных элемента:

- обучение студентов элементам исследовательского труда, привитие им навыков этого труда;
- собственно научные исследования, проводимые студентами под руководством научного руководителя.

Формы и методы привлечения студентов к научному творчеству условно подразделяются на научно-исследовательскую работу, включённую в учебный процесс и, следовательно, проводимую в учебное время в соответствии с учебными планами и учебными программами (включение элементов научных исследований в различные виды учебных занятий), научно-исследовательскую работу студентов (НИРС), а также научно-исследовательскую работу, выполняемую студентами во внеучебное время.

Практические занятия проводятся по расписанию в учебное время по специальному заданию преподавателя в обязательном порядке каждым студентом или группами из 2–3 человек под руководством преподавателя – научного руководителя. Основной задачей практических занятий является приобретение студентами навыков самостоятельной теоретической и экспериментальной работы, умений пользоваться приборами и оборудованием, самостоятельно проводить эксперименты, обрабатывать полученные результаты, применять свои знания при решении конкретных научных задач, ознакомление с реальными условиями труда в лаборатории. Методика постановки задачи и проведения практических занятий определяется спецификой университета, его научным направлением и материально-техническим потенциалом.

Для проведения практических занятий студенты получают рабочее место в лаборатории, необходимые приборы и материалы. Тема работы и объем задания определяется индивидуально и согласно методическим указаниям, разработанным кафедрой. Тематику исследований готовит преподаватель и согласовывает на заседании кафедры. Завершаются практические занятия оформлением отчёта, в котором студенты излагают результаты своей научной деятельности и защищают её на семинарах и студенческой научной конференции.

Важной формой практических занятий по НИРС, включённой в учебный процесс, является внедрение элементов творчества в учебные лабораторные работы, материалы лекций, курсовые и дипломные работы.

1.2 Порядок выполнения практической работы

Практическая работа выполняется в лабораториях кафедры с использованием информационных фондов университетской библиотеки.

Студентам следует ознакомиться с заданием, при необходимости уточнить область и тему (приветствуется предлагать собственную тему по проблемам предприятий практики или работы для студентов-заочников). С помощью преподавателя нужно обосновать тему.

Необходимо также учитывать, что в период производственной практики студент должен связывать выполнение на производстве конкретных заданий с тематикой научно-исследовательских работ, выполняемых кафедрой, тогда темы научных исследований в рамках практических занятий по НИРС могут быть связаны с выполнением задач по совершенствованию технологических процессов, оборудования, а также с проблемой сбора фактического материала, его обработкой с целью использования в курсовом и дипломном проектировании.

Темой научной работы, выполняемой в рамках практических занятий по НИРС, может быть тема, в которой студенты задействованы во внеучебное время и на других кафедрах. Плюсом является участие студентов в научных исследованиях, проводимых кафедрами и научными учреждениями вуза по госбюджетной и хоздоговорной тематике.

По окончании занятия студент представляет раздел общего отчёта по теме исследований с выводами и формулировкой своих предложений.

Контрольные вопросы

- 1 Принцип подбора темы исследований.
- 2 Необходимость проведения патентных исследований.
- 3 Порядок внедрения результатов исследований в учебный процесс.
- 4 Цель практических занятий в рамках учебного процесса.

2 Прогнозирование тенденции развития направления в технике, основанного на методе анализа динамики патентования

Методика разработана Н. М. Тимофеевой [1] и предназначена для прогнозирования тенденций развития отрасли техники с целью оптимизации процесса выбора направлений НИОКР.

Разработка прогноза по данной методике включает следующие этапы.

- 1 Составление системы альтернатив прогноза и выбор регламента поиска.
- 2 Разработка информационно-поискового языка для кодирования информации.
- 3 Поиск, отбор и кодирование массива патентов по изучаемой проблеме.
- 4 Обработка закодированного патентного массива методами математической статистики и получение количественных критериев перспективности анализируемых технических направлений.

5 Анализ результатов и непосредственно разработка прогноза.

При оценке патента необходимо учитывать также факторы: степень фундаментальности изобретения (пионерность); возможные территориальные широты и области применения; надежность; экономическую эффективность; актуальность и перспективность.

В основу методики положена закономерность динамики патентования (рисунок 2.1).

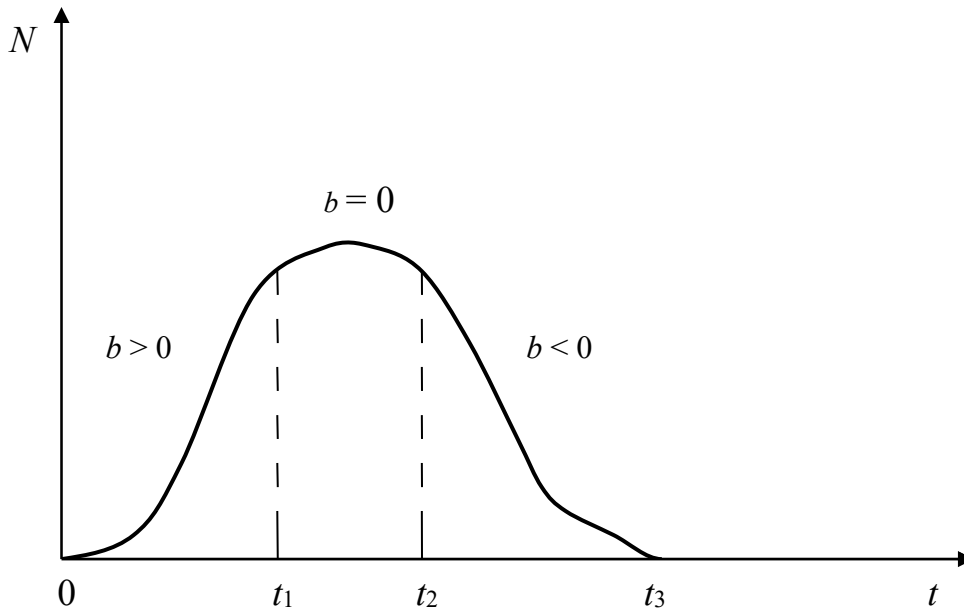


Рисунок 2.1 – Характерная кривая динамики патентования

Математическим выражением закона динамики патентования может служить экспоненциальное уравнение

$$N = a \cdot e^{bt}, \quad (2.1)$$

где N – число заявок на патентоспособные идеи, поступающих ежегодно;
 a, b – постоянные коэффициенты;
 t – годы.

Построение и анализ кривой динамики патентования для одного исследуемого технического направления позволит определить, на каком именно участке кривой находится это направление в данный момент: развивается лавинообразно (участок $0 - t_1$), стабилизировано (участок $t_1 - t_2$) или регрессирует (участок $t_2 - t_3$).

В первом случае можно ожидать, что через промежуток времени, равный периоду разработки и внедрения изобретения, данное техническое направление будет иметь тенденцию дальнейшего прогресса.

Во втором случае данное направление в рассматриваемый период будет доминировать в производстве, но с тенденцией, близкой к спаду. К определенному моменту времени может произойти новый качественный скачок, т. е. возникнуть новое изобретение, следовательно, дальнейшие капиталовложения в исследования в этом направлении менее целесообразны.

Третий случай соответствует положению, когда в конце срока прогноза оборудование, работающее на исследуемом принципе, не сможет удовлетворять требованиям уровня техники того времени и будет вытеснено другим, более прогрессивным. При этом необходимо помнить, что техническое направление, устаревшее в данный момент для исследователей, стареет для производителей только через 10–15 лет, а в рассматриваемый момент может быть весьма прогрессивным и целесообразным для внедрения.

Чтобы определить перспективность конкретного направления в рамках данного прогноза, достаточно аппроксимировать ряд динамики патентования вышеприведенной формулой и определить знак коэффициента b . При сравнении двух направлений с положительными коэффициентами b более перспективным будет направление с большим значением коэффициента, т. к. оно обладает более высокой скоростью роста.

Известна также другая методика [2], позволяющая на основании анализа количества выдаваемых в единицу времени патентов сделать качественный прогноз с некоторыми количественными оценками.

На первом этапе рассматривается последний шестилетний период времени, который называется временем основания прогноза. Первый год (нулевой) рассматривается как исходный для определения некоторого исходного уровня. Подсчитывается количество патентов, выданных в течение этого года. Это количество принимается за исходную величину и сравнивается с количеством патентов каждого последующего года.

Возможны следующие случаи.

Если число патентов в каждом из пяти последующих лет превышает их число в нулевом году, то это направление техники будет развиваться в течение 8–10 лет. Такой период называется упреждающим.

Если число патентов в каждом из пяти последующих лет меньше их числа в нулевом году, то интенсивность развития будет снижаться.

Если число патентов стабилизировано на уровне нулевого года (случай маловероятный), то это направление техники будет развиваться с двумя возможными результатами в конце периода упреждения: или подъем, или спад.

Если патенты в течение изучаемого периода не появляются, направление явно бесперспективно.

Если рост патентов характеризуется экспоненциальной кривой, направление будет развиваться бурно.

Второй этап прогнозирования развития отдельных направлений при технических разработках сводится к решению следующих вопросов: каково современное состояние разработок в перспективном направлении; насколько полно существующие патенты закрыли дорогу для разработок в перспективном направлении; какие патенты следует ожидать в ближайшем будущем?

Описываемая методика основывается на количественной оценке патентов по определенным критериям. При этом используются некоторые идеи теории информации. Рассмотрим эту методику.

Определяется объект прогноза. Затем из патентного фонда отбираются все патенты, касающиеся данного объекта за некоторый промежуток времени,

например за 10 лет. В отобранных патентах выделяются все возможные признаки, относящиеся к объекту. Далее устанавливается, какие признаки зависимы от других признаков, а какие – независимы. Далее подсчитываются частоты появления каждого зависимого и независимого признака. По этим частотам определяются вероятности появления каждого признака, а также условные вероятности двух, трех, n признаков.

Затем патент принимается за источник сообщений, символами которого является множество выявленных признаков. В связи с тем, что вероятности признаков определены, подсчитываются энтропия \mathcal{E} патента и максимальная энтропия \mathcal{E}_{\max} . Тогда избыточность U может служить критерием для оценки патентов:

$$U = 1 - \frac{\mathcal{E}}{\mathcal{E}_{\max}}, 0 < U < 1. \quad (2.2)$$

Чем больше U , тем больше возможность (мощность) патента.

Эта методика позволяет с большой вероятностью подсчитывать возможность появления в будущем патентов, в которых будут сочетаться определенные признаки.

2.1 Метод прогнозирования, основанный на оценке инженерно-технической значимости патентов

Методика оценки перспективности того или иного направления развития техники, базирующаяся только на подсчете общего числа патентов, может привести к неверным результатам, если не проводится анализ значимости изобретений, неоднородных по своему составу.

Под научно-технической значимостью патентов следует понимать совокупность технико-экономических параметров, которые можно получить, используя патент.

Основой методики является идея оценки существующих патентов по n -балльной системе с последующим «разнесением» оценок по двум критериям, характеризующим ценность и перспективности изобретения [2].

Начнем постепенно «материализовать» идею, введем два критерия оценки изобретения: коэффициент инженерно-технической значимости изобретения (коэффициент полноты) Z , характеризующий вероятность внедрения в производство единичного изобретения и его потенциальный уровень в перспективе.

Коэффициент инженерно-технической значимости изобретения определяется по формуле

$$Z = \frac{q}{Q}, \quad (2.3)$$

где q – сумма действительных (наших) оценок изобретения;

Q – сумма максимально возможных оценок, предъявляемых к изобретению.

Теоретически коэффициент Z может изменяться от нуля до единицы. Практически его значения находятся в пределах $0,2 < Z < 1$.

Конкретные значения q и Q определяются по единой для каждой отрасли техники таблице, в которую заносят характеристики технических решений из патентных описаний. В процессе составления таблицы характеристикам присваивается порядковый номер или индекс.

Чтобы «уравнять в правах» значимость характеристик, балльные оценки умножаются на поправочный коэффициент [3].

Контрольные вопросы

- 1 Необходимость проведения патентных исследований.
- 2 Порядок проведения патентных исследований.
- 3 Источники информации при проведении патентных исследований.
- 4 Необходимость определения динамики патентования.
- 5 Глубина ретропоиска патентной информации.

3 Разработка программы и методики экспериментальных и теоретических исследований

3.1 Общие положения

Планирование в сфере науки – это процесс выбора целей, фундаментальных и приоритетных прикладных направлений научных исследований и разработок с учетом потребностей общества.

В научно-исследовательских и образовательных учреждениях по теме научно-исследовательских работ составляются рабочие программы и планы-графики их выполнения [2].

Рабочая программа – это изложение общей концепции исследования в соответствии с его целями и гипотезами. Она состоит, как правило, из методологического и процедурного разделов.

Методологический раздел включает в себя:

- формулировку проблемы или темы;
- определение объекта и предмета исследования;
- определение цели и задач исследования;
- интерпретацию основных понятий;
- формулировку рабочих гипотез.

Формулировка проблемы (темы) – это определение задачи, которая требует решения. Проблемы бывают социальные и научные.

Социальная проблема – это противоречие в развитии общественной системы или отдельных ее элементов.

Научная (гносеологическая) проблема – это противоречие между знаниями о потребностях общества и незнанием путей и средств их удовлетворения. Такие

проблемы решаются путем создания теории, выработки практических рекомендаций. Например, научной проблемой является разработка теоретических основ развития промышленного производства изделий по нанотехнологиям.

Объект исследования – это то социальное явление (процесс), которое содержит противоречие и порождает проблемную ситуацию.

Предмет исследования – это те наиболее значимые с точки зрения практики и теории свойства, стороны, особенности объекта, которые подлежат изучению. Например, если тема научной работы – производство изделий по нанотехнологиям, то объектом исследования являются нанотехнологии, а предметом – совокупность теоретических и практических проблем становления и развития данной технологии.

Определение цели и задач исследования. Цель исследования – это общая направленность исследования на конечный результат. Задачи исследования – это то, что требует решения в процессе исследования. Научная цель – это разработка теоретико-методологических основ производства изделий по нанотехнологиям и совершенствование формирования и функционирования технологии в РФ.

Этим целям соответствуют задачи:

- рассмотрение теоретических основ нанотехнологических процессов в новых условиях промышленного производства;
- сравнительная оценка развития производств на основе нанотехнологических процессов в зарубежных странах и в России;
- разработка методологии внедрения нанотехнологий и др.

Гипотеза как научное предположение, выдвигаемое для объяснения каких-то фактов, явлений и процессов, является важным инструментом успешного решения исследовательских задач. Программа исследования может быть ориентирована на одну или несколько гипотез. Различают гипотезы описательные, объяснительные и прогнозные, основные и неосновные, первичные и вторичные, гипотезы-основания и гипотезы-следствия.

Процедурный раздел рабочей программы включает в себя принципиальный план исследования и изложение основных процедур сбора и анализа эмпирического материала.

Конкретное научное исследование осуществляется по принципиальному плану, который строится в зависимости от количества информации об объекте исследования. Планы бывают разведывательные, аналитические (описательные) и экспериментальные.

Разведывательный план применяется в случае, если об объекте и предмете исследования нет ясных представлений и трудно выдвинуть рабочую гипотезу. Цель составления такого плана – уточнение темы (проблемы) и формулировка гипотезы. Обычно он применяется тогда, когда по теме отсутствует литература или ее очень мало.

Описательный план используется, если можно выделить объект и предмет исследования и сформулировать описательную гипотезу. Цель плана – проверить эту гипотезу, описать факты, характеризующие объект исследования.

Экспериментальный план включает проведение социального (правового) эксперимента. Он применяется, когда сформулированы научная проблема и

объяснительная гипотеза. Цель плана определение причинно-следственных связей в исследуемом объекте.

В процедурном разделе программы обосновывается выбор методов исследования, показывается связь данных методов с целями, задачами и гипотезами исследования. При выборе того или иного метода следует учитывать, что он должен быть:

- эффективным, т. е. обеспечивающим достижение поставленной цели и необходимую степень точности исследования;

- экономичным, т. е. позволяющим сэкономить время, силы и средства исследователя;

- простым, т. е. доступным исследователю соответствующей квалификации;

- безопасным для здоровья и жизни людей;

- допустимым с точки зрения морали и норм права;

- научным, т. е. имеющим прочную научную основу.

Студенты вузов рабочие программы научных исследований не разрабатывают, но планы подготовки учебных работ составлять обязаны. План магистерской диссертации, дипломной или курсовой работы должен содержать введение, основную часть, разбитую на главы и параграфы (вопросы), и заключение. Он может быть простым или сложным. Простой план содержит перечень основных вопросов. В сложном плане каждая глава разбивается на параграфы. Иногда составляют комбинированный план, где одни главы разбиваются на параграфы, а другие оставляют без дополнительной рубрикации.

Методика эксперимента включает в себя: цель и задачи эксперимента; выбор варьируемых факторов; обоснование средств и потребного количества измерений; описание последовательности проведения эксперимента; обоснование способов обработки и анализа результатов эксперимента.

Выбор варьируемых факторов – установление основных и второстепенных характеристик (параметров), влияющих на исследуемый процесс или машину.

Обоснование средств и потребного количества измерений – выбор необходимых для наблюдений и измерений приборов, аппаратов, инструментов, машин и оборудования с учетом действующих стандартов и положений метрологии. Минимальное количество измерений с заданной точностью и надёжностью должно обеспечивать устойчивое среднее значение измеряемой величины.

В зависимости от задания по теме последовательность проведения эксперимента планируется студентом и согласовывается с преподавателем.

Обоснование способов обработки и анализа результатов эксперимента – осуществление на примере однофакторного эксперимента обработки и анализа полученных данных, контроля точности, надежности и адекватности выбранной модели. На основании анализа делается вывод о подтверждении гипотезы научного исследования и о возможности практической реализации результатов исследований в конструкции машины, воспроизводимости процесса.

3.2 Порядок выполнения практической работы

При составлении плана следует стремиться, чтобы:

- включаемые вопросы соответствовали выбранной студентами теме и не выходили за ее пределы;
- вопросы темы должны располагаться студентами в логической последовательности;
- в список вопросов по теме студенты включали вопросы, отражающие основные аспекты исследования.

План не является окончательным и в процессе исследования может меняться, т. к. могут быть найдены новые аспекты изучения объекта и решения научной задачи.

Чтобы основные этапы научного исследования соответствовали плану (программе) исследования, календарным срокам и материальным затратам, студентами составлялся рабочий план (план-график) выполнения работ.

Студент должен уметь так выстроить логическую очередность выполнения работ, чтобы она в установленные сроки привела к достижению поставленной цели и решению научной задачи. В работе необходимо выделить главное, на чем следует сосредоточить внимание в данный момент, но вместе с тем нельзя упускать из поля зрения детали. Студент как исследователь должен не только смотреть, но и видеть, замечать важные частности, большое в малом, не уклоняясь от намеченной главной линии исследования, это очень важное качество ученого. Также студенту-исследователю следует научиться самостоятельно составлять план исследований, подбирать необходимую литературу, производить математическую обработку и анализировать результаты эксперимента, оформлять научный отчет.

Студенту необходимо ознакомиться с оборудованием и методами испытаний, изучить соответствующую литературу.

Для испытания студентом-исследователем могут использоваться различные приборы и устройства, инструменты, приспособления, установки и другое оборудование, которое нужно досконально изучить. Все перечисленные технические средства называют лабораторным оборудованием. Выбор лабораторного оборудования зависит от исследуемых материалов и соответствующих требований и методик.

Контрольные вопросы

- 1 Назначение программы и методики экспериментальных и теоретических исследований.
- 2 По каким параметрам выбирается лабораторное оборудование?
- 3 Классификация планов исследований.
- 4 Какие разделы включает в себя план экспериментальных исследований?
- 5 Задачи экспериментальных и теоретических исследований.

4 Проведение экспериментальных исследований

4.1 Общие положения

Конечной целью экспериментальных исследований является нахождение таких условий, при которых процессы, установки, аппараты и прочие устройства работали бы при оптимальных условиях, а производимая продукция обладала бы оптимальными свойствами [2].

Экспериментальные исследования, которые проводятся в различных отраслях науки, классифицируют по ряду признаков.

По способу формирования условий выделяют естественный и искусственный эксперименты.

По целям исследования различают эксперименты преобразующие, констатирующие, контролируемые, поисковые и решающие.

По организации проведения бывают эксперименты лабораторные и натурные.

По структуре изучаемых объектов и явлений различают простой и сложный эксперименты.

По характеру внешних воздействий на объект исследования выделяют вещественный, энергетический и информационный эксперименты.

По характеру взаимодействия средства экспериментального исследования с объектом исследования существуют обычный и модельный эксперименты.

По типу моделей, исследуемых в эксперименте, выделяют материальный и мысленный эксперименты.

По контролируемым величинам эксперименты разделяют на пассивный и активный.

По числу варьируемых факторов существуют однофакторный и многофакторный эксперименты.

Конечно, для классификации могут быть использованы и другие признаки. Приведенная классификация экспериментальных исследований не может быть признана полной, поскольку с расширением научного знания расширяется и область применения экспериментального метода. Кроме того, в зависимости от задач эксперимента различные его типы могут объединяться, образуя комплексный, или комбинированный, эксперимент.

В учебных целях с учетом возможностей базы университета студентам предлагается следующий план.

Эксперимент *искусственный* связан с формированием искусственных условий (широко применяется в естественных и технических науках).

Преобразующий (созидательный) эксперимент включает активное изменение структуры и функций объекта исследования в соответствии с выдвинутой гипотезой, формирование новых связей и отношений между компонентами объекта или между исследуемым объектом и окружающей средой. В нем преднамеренно создают условия, которые должны способствовать формированию новых свойств и качеств объекта.

Контролирующий эксперимент сводится к контролю за результатами внешних воздействий на объект исследования с учетом его состояния, характера

воздействия и ожидаемого эффекта.

Лабораторный эксперимент проводится в лабораторных условиях с применением типовых приборов, специальных моделирующих установок, стендов, оборудования и т. д., и изучается не сам объект, а его образец. Этот эксперимент позволяет изучить влияние одних характеристик при варьировании других, получить научную информацию с минимальными затратами времени и ресурсов. Возможен переход лабораторного эксперимента на натурный.

Натурный эксперимент проводится в естественных условиях и на реальных объектах. Он часто используется в процессе испытаний изготовленных систем. В зависимости от места проведения испытаний натурные эксперименты подразделяются на производственные, полевые, полигонные, полунатурные и т. п. Натурный эксперимент всегда требует тщательного продумывания и планирования, рационального подбора методов исследования.

Простой эксперимент используется для изучения объектов с небольшим количеством взаимосвязанных и взаимодействующих элементов, выполняющих простейшие функции и не имеющих разветвленной структуры.

Активный эксперимент связан с выбором входных сигналов (факторов) и контролирует вход и выход исследуемой системы. В этом случае исследователь организует и активно влияет на ход эксперимента, задавая различные нагрузки, изменяя продолжительность их воздействия, изменяя количество и виды входных параметров и их вариацию. В настоящее время активные эксперименты проводят по специальным планам (программам), которые разрабатывают перед их проведением. План активного эксперимента включает: цель и задачи эксперимента; выбор варьируемых факторов; обоснование объема эксперимента, числа опытов; порядок реализации опытов, определение последовательности изменения факторов, задание интервалов между будущими экспериментальными точками; обоснование средств измерений; описание проведения эксперимента; обоснование способов обработки и анализа результатов эксперимента.

Решение названных вопросов производится на основании специальной математической теории планирования эксперимента, что позволяет оптимизировать объем исследований и повысить их точность.

Однофакторный эксперимент предполагает исключение малозначимых факторов, выделение существенных факторов и их поочередное варьирование.

Вещественный эксперимент рассматривает влияние воздействия физических тел на состояние объекта исследования.

Обычный (или классический) эксперимент включает экспериментатора как познающего субъекта, а также объект или предмет экспериментального исследования и средства его осуществления (инструменты, приборы, экспериментальные установки). Причем экспериментальные средства непосредственно взаимодействуют с объектом исследования.

В некоторых случаях заданием может быть *модельный* эксперимент, который в отличие от обычного имеет дело с моделью исследуемого объекта. Модель входит в состав экспериментальной установки, замещая не только объект исследования, но часто и условия, в которых изучается некоторый объект. Различие

между моделью и реальным объектом может стать источником ошибок, что требует дополнительных затрат времени и теоретического обоснования свойств модели.

В *материальном* эксперименте используются материальные объекты исследования.

Для систематизации полученного опыта при проведении экспериментов необходимо обеспечить следующие качества – всеобщность, проверенность, воспроизводимость явлений и устойчивость знаний.

Важным инструментом для обеспечения качества эксперимента является метрология.

4.2 Общие положения метрологии

Основными компонентами метрологии являются [4]:

- общая теория измерений; единицы физических величин (величины, которым по определению присвоено числовое значение, равное единице) и их системы (совокупность основных и производных единиц, образованная в соответствии с некоторыми принципами);
- методы и средства измерений;
- методы определения точности измерений;
- основы обеспечения единства измерений, при которых результаты измерения выражены в узаконенных единицах, а погрешности измерений известны с заданной вероятностью, что возможно при единообразии средств измерения (средства измерения должны быть проградуированы в узаконенных единицах и их метрологические свойства должны соответствовать нормам).

Метрологическая служба Российской Федерации связана со всей системой стандартизации в стране, т. к. обеспечивает достоверность, сопоставимость показателей качества, закладываемых в стандарты, дает методы определения и контроля таких показателей.

В основу деятельности службы положен закон РФ «Об обеспечении единства измерений», принятый в 1995 г.

Важнейшие значения в метрологии отводятся средствам измерений и эталонам. Согласно стандарту РМГ 29-99 (Рекомендации межгосударственные по стандартизации «Метрология. Основные требования и определения»), в измерениях необходимо пользоваться только единицами, составляющими международную *систему единиц* (СИ) – согласованную систему, в которой для любой физической величины предусматривается только одна единица измерения. Некоторым из единиц даны особые названия, примером может служить единица давления – паскаль, тогда как названия других образуются из названий тех единиц, от которых они произведены, например, единица скорости – метр в секунду. В СИ входят семь основных единиц измерения (метр, килограмм, секунда, кельвин, моль, ампер, кандела) и две дополнительные (радиан и стерадиан).

В настоящее время официальные определения основных и дополнительных единиц СИ таковы:

- метр (м) – длина пути, проходимого в вакууме светом за $1/299792458$ долю секунды;
- килограмм (кг) – масса международного прототипа килограмма;
- секунда (с) – продолжительность 9192631770 периодов колебаний излучения, соответствующего переходам между двумя уровнями сверхтонкой структуры основного состояния атома цезия-133;
- кельвин (К) – $1/273,16$ части термодинамической температуры тройной точки воды;
- моль – количество вещества, в составе которого содержится столько же структурных элементов, сколько атомов в изотопе углерода-12 массой 0,012 кг;
- ампер (А) – сила неизменяющегося тока, который при прохождении по двум параллельным прямолинейным проводникам бесконечной длины с бесконечно малой площадью поперечного сечения, расположенным в вакууме на расстоянии 1 м один от другого, вызывал бы на каждом участке проводника длиной 1 м силу взаимодействия, равную $2 \cdot 10^{-7}$ Н;
- кандела (кд), ранее называвшаяся свечой, – это единица силы света в данном направлении источника, испускающего монохроматическое излучение частоты $540 \cdot 10^{12}$ Гц, энергетическая сила светового излучения которого в этом направлении составляет $1/683$ Вт/ср. Это примерно соответствует силе света спермацетовой свечи, которая когда-то служила эталоном;
- радиан (рад) – плоский угол между двумя радиусами окружности, длина дуги между которыми равна радиусу;
- стерадиан (ср) – телесный угол с вершиной в центре сферы, вырезающий на ее поверхности площадь, равную площади квадрата со стороной, равной радиусу сферы.

С помощью основных и дополнительных единиц образуются все производные. Из них наиболее важное значение имеют единица силы – ньютон, единица энергии – джоуль и единица мощности – ватт. Ньютон определяется как сила, которая придает массе в один килограмм ускорение, равное одному метру за секунду в квадрате. Джоуль равен работе, которая совершается, когда точка приложения силы, равной 1 Н, перемещается на расстояние один метр в направлении действия силы. Ватт – это мощность, при которой работа в 1 Дж совершается за 1 с.

4.3 Порядок выполнения работы

На основании исходных данных задания по теме занятий перед проведением эксперимента любого типа студенту-исследователю необходимо провести ряд предварительных действий: разработать гипотезу, подлежащую проверке; создать программу экспериментальных работ; определить способы и приемы вмешательства в объект исследования; обеспечить условия для осуществления процедуры экспериментальных работ; разработать пути и приемы фиксирования хода и результатов эксперимента; подготовить средства эксперимента (приборы, установки, модели и т. п.); обеспечить эксперимент необходимым обслуживающим персоналом (состав группы) [4–7].

Важным этапом методики является выбор методов обработки и анализа экспериментальных данных. Обработка данных студентом-исследователем сводится к систематизации всех значений, классификации, анализу. Результаты экспериментов должны быть студентом-исследователем сведены в удобочитаемые формы записи – таблицы, графики, формулы, позволяющие быстро сопоставлять и анализировать полученные результаты. Размерность всех параметров должна соответствовать единой системе физических величин. Особое внимание в методике студентом-исследователем должны быть уделено математическим методам обработки и анализу опытных данных, в том числе установлению эмпирических зависимостей, аппроксимации связей между варьируемыми характеристиками, установлению критериев и доверительных интервалов.

Контрольные вопросы

- 1 Классификационные признаки экспериментальных исследований.
- 2 Сущность активного эксперимента.
- 3 Основные единицы измерений системы СИ.
- 4 Какие предварительные действия необходимо произвести перед экспериментальным исследованием?
- 5 Назначение математических методов обработки результатов экспериментальных исследований.

5 Оформление отчёта по НИРС и написание научной работы по теме инновационного проекта

Цель: ознакомиться с ГОСТ 7.32–2001 *Отчёт о научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления отчёта* [4]; с ГОСТ 7.1–84 *Библиографическое описание документа* [5].

5.1 Теоретическая часть

Научно-исследовательская работа студентов выполняется в рамках курса изучаемой дисциплины.

Структура научно-исследовательской работы, содержание и правила оформлению пояснительной записки и (или) отчёта соблюдаются в соответствии с требованиями ГОСТ 7.32–2001 *Отчёт о научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления отчёта* (приложение А).

Пример оформления реферата по выполненной НИР представлен в приложении Б.

Примерный перечень индивидуальных заданий приведен в приложении В.

Сведения об источниках, включённых в список, необходимо давать в соответствии с требованиями ГОСТ 7.1–84 *Библиографическое описание документа. Общие требования и правила оформления*.

Источники следует располагать в порядке появления ссылок на них в тексте,

нумеровать арабскими цифрами без точки, печатать с абзацного отступа.

Ссылки в тексте на источники допускается приводить в подстрочном примечании или указывать порядковый номер по списку источников в квадратных скобках, например [8–12].

5.2 Порядок выполнения работы

Работа выполняется работу индивидуально или в составе группы из 2–3 человек.

Ознакомиться с ГОСТ 7.32–2001. *Отчёт о научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления.*

Ознакомиться с ГОСТ 7.1–84. *Библиографическое описание документа. Общие требования и правила оформления.*

Оформить отчёт.

Контрольные вопросы

- 1 Назначение отчета по НИРС. Его основные разделы.
- 2 Основные правила оформления отчета по НИРС.
- 3 Основные правила оформления библиографических записей документа.

Список литературы

1 **Шевелёва, Г. И.** Патентоведение и основы научных исследований: учебное пособие / Г. И. Шевелёва. – Кемерово: Кемеровский технол. ин-т пищевой промышленности, 2003. – 80 с.

2 Основы научных исследований: учебник для технических вузов / В. И. Крутов [и др.]; под ред. В. И. Крутова, В. В. Попова. – Москва: Высшая школа, 1989. – 400 с.

3 **Прахов, Б. Г.** Изобретательство и патентоведение / Б. Г. Прахов, Н. М. Зенкин. – 2-е изд., перераб. и доп. – Киев: Техника, 1988. – 356 с.

4 **ГОСТ 7.32–2001.** Отчёт о научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления. – Введ. 19.05.2001. – Москва: Изд-во стандартов, 2008. – 18 с.

5 **ГОСТ 7.1–84.** Библиографическое описание документа. Общие требования правила оформления. – Введ. 01.01.86. – Москва: Изд-во стандартов, 1984. – 72 с.

6 Патентоведение: учебник для вузов / Е. И. Артемьев [и др.]; под ред. В. А. Рясенцева. – 3-е изд. перераб. и доп. – Москва: Машиностроение, 1984. – 352 с.

7 **Сергеев, А. П.** Право интеллектуальной собственности в Российской Федерации: учебное пособие / А. П. Сергеев. – Москва: Проспект, 1996. – 122 с.

8 **Яковлев, Б. А.** Интеллектуальная собственность (создание, правовая охрана и использование объектов промышленной собственности): учебное пособие / Б. А. Яковлев. – Новосибирск, 1998. – 153 с.

9 Справочник библиотекаря / Под ред. А. Н. Ванеева, В. А. Минкиной. – Санкт-Петербург: Профессия, 2000. – С. 54–90.

Приложение А (рекомендуемое)

Структура отчета и общие требования к отчету по НИР

Стандарт распространяется на отчеты о фундаментальных, поисковых, прикладных научно-исследовательских работах (НИР) по всем областям науки и техники, выполняемых научно-исследовательскими, проектными, конструкторскими и технологическими организациями (учреждениями), высшими учебными заведениями, научно-производственными и производственными объединениями, промышленными предприятиями, опытно-экспериментальными производствами и другими организациями, которые подлежат регистрации во Всесоюзном научно-техническом информационном центре.

Стандарт устанавливает общие требования к структуре и правила оформления отчетов о НИР.

1 Общие положения

1.1 Отчет о НИР – научно-технический документ, содержащий систематизированные данные о научно-исследовательской работе, описывающий процесс или результаты научно-технического исследования либо состояние научно-технической проблемы.

1.2 При выполнении НИР, кроме заключительного отчета о работе в целом, могут быть составлены промежуточные отчеты по отдельным этапам НИР.

1.3 Отчет о НИР подлежит обязательному нормоконтролю в организации-исполнителе. При проведении нормоконтроля рекомендуется руководствоваться ГОСТ 2.111-68–1995 *Единая система конструкторской документации. Нормоконтроль*.

1.4 Ответственность за достоверность данных, содержащихся в отчете, и за соответствие отчета требованиям стандарта несет организация-исполнитель.

2 Структура отчета

Структурными элементами отчета о НИР являются:

- титульный лист;
- список исполнителей;
- реферат;
- содержание;
- перечень сокращений, условных обозначений, символов, единиц и терминов;
- введение;
- основная часть;
- заключение;
- список использованных источников;
- приложения.

Обязательные структурные элементы выделяются полужирным шрифтом. Остальные структурные элементы включают в отчет по усмотрению исполнителя НИР.

3 Требования к структурным элементам отчета

3.1 Титульный лист

3.1.1 Титульный лист является первой страницей отчета о НИР и служит источником информации, необходимой для обработки и поиска документа.

3.1.2 На титульном листе приводят следующие сведения:

- наименование организации-исполнителя НИР;
- индекс УДК;
- коды высших классификационных группировок Общесоюзного классификатора промышленной и сельскохозяйственной продукции для НИР, предшествующих постановке продукции на производство;
- номера, идентифицирующие отчет;
- грифы согласования и утверждения;
- наименование работы;
- наименование отчета;
- вид отчета (заключительный, промежуточный);
- номер (шифр) темы;
- должности, ученые степени, ученые звания, фамилии и инициалы руководителей организации-исполнителя НИР, руководителей НИР;
- место и дата составления отчета.

3.1.3 Если отчет о НИР состоит из двух и более книг, каждая книга должна иметь свой титульный лист, соответствующий титульному листу первой книги и содержащий сведения, относящиеся к данной книге.

3.2 Список исполнителей

3.2.1 В список исполнителей должны быть включены фамилии и инициалы, должности, ученые степени, ученые звания руководителей НИР, ответственных исполнителей, исполнителей и соисполнителей, принимавших творческое участие в выполнении работы. В конце списка помещают подпись нормоконтролера.

3.2.2 Если отчет выполнен одним исполнителем, его должность, ученую степень, ученое звание, фамилию и инициалы, а также подпись нормоконтролера следует указывать на титульном листе отчета.

3.3 Реферат

3.3.1 Общие требования к реферату на отчет о НИР по ГОСТ 7.9–95 Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Реферат и аннотация. Общие требования.

3.3.2 Реферат должен содержать:

- сведения об объеме отчета, количестве иллюстраций, таблиц, приложений, количестве книг отчета, количестве использованных источников;
- перечень ключевых слов;
- текст реферата.

3.3.2.1 Перечень ключевых слов должен включать от 5 до 15 слов или словосочетаний из текста отчета, которые в наибольшей мере характеризуют его содержание и обеспечивают возможность информационного поиска. Ключевые слова приводятся в именительном падеже и печатаются прописными буквами в строку через запятые.

3.3.2.2 Текст реферата должен отражать:

- объект исследования или разработки;
- цель работы;
- метод исследования и аппаратуру;
- полученные результаты и их новизну;
- основные конструктивные, технологические и технико-эксплуатационные характеристики;
- степень внедрения;
- рекомендации по внедрению или итоги внедрения результатов НИР;
- область применения;
- экономическую эффективность или значимость работы;
- прогнозные предположения о развитии объекта исследования.

Если отчет не содержит сведений по какой-либо из перечисленных структурных частей реферата, то в тексте реферата она опускается, при этом последовательность изложения сохраняется.

3.3.3 Пример составления реферата приведен в приложении Б.

3.4 Содержание

3.4.1 Содержание включает введение, наименование всех разделов, подразделов, пунктов (если они имеют наименование) и заключение с указанием номеров страниц, с которых начинаются эти элементы отчета о НИР.

3.4.2 При составлении отчета, состоящего из двух и более книг, в каждой из них должно быть свое содержание. При этом в первой книге помещают содержание всего отчета с указанием номеров книг, в последующих – только содержание соответствующей книги. Допускается в первой книге вместо содержания последующих книг указывать только их наименования.

3.4.3 В отчете о НИР объемом не более 10 страниц содержание допускается не составлять.

3.5 Перечень сокращений, условных обозначений, символов, единиц и терминов

3.5.1 Принятые в отчете малораспространенные сокращения, условные обозначения, символы, единицы и специфические термины должны быть представлены в виде отдельного списка.

3.5.2 Если сокращения, условные обозначения, символы, единицы и термины повторяются в отчете менее трех раз, отдельный список не составляют, а расшифровку дают непосредственно в тексте отчета при первом упоминании.

3.6 Введение

3.6.1 Введение должно содержать оценку современного состояния решаемой научно-технической проблемы, основание и исходные данные для разработки темы, обоснование необходимости проведения НИР, сведения о планируемом научно-техническом уровне разработки, о патентных исследованиях и выводы, сведения о метрологическом обеспечении НИР. Во введении должны быть показаны актуальность и новизна темы, связь данной работы с другими научно-исследовательскими работами.

3.6.2 Во введении промежуточного отчета по этапу НИР должны быть приведены цели и задачи исследований на этапе, их место в выполнении НИР в целом и обоснование выделения этапа.

3.6.3 Во введении заключительного отчета о НИР помещают перечень наименований всех подготовленных промежуточных отчетов по этапам и их инвентарные номера.

3.7 Основная часть

3.7.1 Основная часть отчета должна содержать данные, отражающие существо, методику и основные результаты выполненной НИР.

3.7.2 Основная часть должна содержать:

- выбор направления исследований, включающий обоснование выбора принятого направления исследования, методы решения задач и их сравнительную оценку, разработку общей методики проведения НИР;

- теоретические и (или) экспериментальные исследования, включающие определение характера и содержания теоретических исследований, методы исследований, методы расчета, обоснование необходимости проведения экспериментальных работ, принципы действия разработанных объектов, их характеристики, обоснование выбранного метрологического обеспечения работ, данные об объектах измерений, измеряемых величинах и средствах измерений, их метрологические характеристики, оценку правильности и экономичности выбора средств измерений (в том числе и нестандартизируемых) и методик выполнения измерений, сведения об их аттестации, оценку погрешности измерений, полученные экспериментальные данные;

- обобщение и оценку результатов исследований, включающие оценку полноты решения поставленной задачи и предложения по дальнейшим направлениям работ, оценку достоверности полученных результатов и их сравнение с аналогичными результатами отечественных и зарубежных работ, обоснование необходимости проведения дополнительных исследований, отрицательные результаты, приводящие к необходимости прекращения дальнейших исследований.

3.7.3 В зависимости от особенностей выполненной НИР основную часть излагают в виде текста, таблицы, сочетания иллюстраций и таблиц или сочетания

текста, иллюстраций и таблиц.

Основную часть отчета следует делить на разделы и пункты. Разделы основной части могут делиться на пункты или на подразделы и пункты. Пункты, при необходимости, могут делиться на подпункты. Каждый пункт должен содержать законченную информацию.

3.7.4 Представление в отчете данных о свойствах веществ и материалов по ГОСТ 7.54–88 *Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Представление численных данных о свойствах веществ и материалов в научно-технических документах. Общие требования.*

3.7.5 Единицы физических величин в отчете по ГОСТ 8.417–2002 *Государственная система обеспечения единства измерений. Единицы величин.*

3.8 Заключение

Заключение должно содержать: краткие выводы по результатам выполненной НИР или отдельных ее этапов, оценку полноты решений поставленных задач, разработку рекомендаций и исходных данных по конкретному использованию результатов НИР, оценку технико-экономической эффективности внедрения. Если определение технико-экономической эффективности невозможно, необходимо указать народно-хозяйственную, научную, социальную значимость работы, оценку научно-технического уровня выполненной НИР в сравнении с лучшими достижениями в данной области.

3.9 Список использованных источников

Список должен содержать сведения об источниках, использованных при составлении отчета. Сведения об источниках приводятся в соответствии с требованиями ГОСТ 7.1–2003 *Библиографическая запись. Библиографическое описание.*

3.10 Приложения

3.10.1 В приложения рекомендуется включать материалы, связанные с выполненной НИР, которые по каким-либо причинам не могут быть включены в основную часть.

3.10.2 В приложения следует включать протоколы испытаний, иллюстрации, акты внедрения результатов НИР, таблицы и распечатки с ЭВМ, выполненные на листах формата А3.

4 Правила оформления отчета

4.1 Общие требования

4.1.1 Страницы текста отчета о НИР и включенные в отчет иллюстрации, таблицы и распечатки с ЭВМ должны соответствовать формату А4 по ГОСТ 9327 *Бумага и изделия из бумаги. Потребительские форматы.* Допускается представлять иллюстрации таблицы и распечатки с ЭВМ на листах

формата А3.

4.1.2 Отчет о НИР должен быть выполнен машинописным способом или с применением печатающих и графических устройств вывода ЭВМ на одной стороне листа белой бумаги через полтора интервала. Для отчетов, выполненных на печатающих и графических устройствах вывода ЭВМ, высота букв и цифр должна быть не менее 1,8 мм.

Текст отчета следует печатать, соблюдая следующие размеры полей: левое – не менее 30 мм, правое – не менее 10 мм, верхнее – не менее 15 мм, нижнее – не менее 20 мм.

4.1.3 При выполнении отчета необходимо соблюдать равномерную плотность. Вписывать в отпечатанный текст отчета отдельные слова, формулы, знаки допускается только черными чернилами или черной тушью, при этом плотность вписанного текста должна быть максимально приближена к плотности основного изображения.

4.1.4 Опечатки, опiski и графические неточности допускается исправлять подчисткой или закрашиванием белой краской и нанесением на том же месте исправленного изображения машинописным способом или от руки черными чернилами или черной тушью.

4.1.5 Фамилии, названия учреждений, организаций, фирм, название изделий и другие имена собственные в отчете приводят на языке оригинала.

4.1.6 Сокращение русских слов и словосочетаний в отчете по ГОСТ 7.12–93 *Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Библиографическая запись. Сокращение слов на русском языке. Общие требования и правила.*

4.1.7 Наименования структурных элементов отчета «СПИСОК ИСПОЛНИТЕЛЕЙ», «РЕФЕРАТ», «СОДЕРЖАНИЕ», «ПЕРЕЧЕНЬ СОКРАЩЕНИЙ, УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ, СИМВОЛОВ, ЕДИНИЦ И ТЕРМИНОВ», «ВВЕДЕНИЕ», «ЗАКЛЮЧЕНИЕ», «СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ» служат заголовками структурных элементов отчета.

4.1.8 Заголовки структурных элементов отчета и разделов основной части следует располагать в середине строки без точки в конце и печатать прописными буквами, не подчеркивая.

4.1.9 Заголовки подразделов и пунктов следует начинать с абзацного отступа и печатать с прописной буквы вразрядку, не подчеркивая, без точки в конце.

4.1.10 Если заголовок включает несколько предложений, их разделяют точками. Переносы слов в заголовках не допускаются.

4.1.11 Расстояние между заголовками структурных элементов отчета и разделов основной части и текстом должно быть не менее 3–4 интервалов.

4.2 Нумерация страниц отчета

4.2.1 Страницы отчета следует нумеровать арабскими цифрами, соблюдая сквозную нумерацию по всему тексту отчета. Номер страницы проставляют в правом верхнем углу без точки в конце.

4.2.2 Титульный лист включают в общую нумерацию страниц отчета. Номер страницы на титульном листе не проставляют.

4.2.3 Иллюстрации и таблицы, расположенные на отдельных листах, и распечатки с ЭВМ включают в общую нумерацию страниц отчета.

4.3 Иллюстрации

4.3.1 Иллюстрации (чертежи, графики, схемы, диаграммы, фотоснимки) следует располагать в отчете непосредственно после текста, в котором они упоминаются впервые, или на следующей странице.

4.3.3 На все иллюстрации должны быть даны ссылки в отчете.

4.3.4 Иллюстрации должны иметь название, которое помещают над иллюстрацией. При необходимости под иллюстрацией помещают поясняющие данные (подрисовочный текст). Иллюстрация обозначается словом «Рисунок», которое помещают после поясняющих данных.

4.3.5 Иллюстрации следует пронумеровать арабскими цифрами порядковой нумерацией в пределах всего отчета.

4.3.6 Если в отчете только одна иллюстрация, ее пронумеровать не следует и слово «Рисунок» под ней не пишут.

4.4 Таблицы

4.4.1 Цифровой материал должен оформляться в виде таблиц.

4.4.2 Таблицу следует располагать в отчете непосредственно после текста, в котором она упоминается впервые, или на следующей странице. На все таблицы должны быть ссылки в отчете.

4.4.3 Таблицы следует пронумеровать арабскими цифрами порядковой нумерацией в пределах всего отчета. Номер следует размещать в правом верхнем углу над заголовком таблицы после слова «Таблица».

4.4.4 Если в отчете одна таблица, ее не нумеруют и слово «Таблица» не пишут.

4.4.5 Оформление таблиц в отчете по ГОСТ 2.105–95.

4.5 Формулы и уравнения

4.5.1 Пояснение значений символов и числовых коэффициентов следует приводить непосредственно под формулой в той же последовательности, в которой они даны в формуле. Значение каждого символа и числового коэффициента следует давать с новой строки. Первую строку пояснения начинают со слова «где» без двоеточия.

4.5.2 Уравнения и формулы следует выделять из текста в отдельную строку. Выше и ниже каждой формулы или уравнения должно быть оставлено не менее одной свободной строки.

4.5.3. Формулы в отчете следует пронумеровать порядковой нумерацией в пределах всего отчета арабскими цифрами в круглых скобках в крайнем правом положении на строке.

4.6 Ссылки

4.6.1 Ссылки на источники следует указывать порядковым номером по списку источников, выделенным двумя косыми чертами.

4.7 Титульный лист

4.7.1 Титульный лист содержит реквизиты:

- наименование министерства (ведомства) или другого структурного образования, в систему которого входит организация-исполнитель, наименование организации (в том числе и сокращенное);

- индекс УДК, код ВКГ ОКП (для отчетов о НИР, предшествующих разработке и модернизации продукции) и номер государственной регистрации, проставляемые организацией-исполнителем, а также надпись «Инв. №» размещаются одно под другим;

- гриф согласования, гриф утверждения.

Гриф согласования или утверждения состоит из слова «СОГЛАСОВАНО», «УТВЕРЖДАЮ», должности с указанием наименования организации, ученой степени, ученого звания лица, согласовавшего или утвердившего отчет, личной подписи, ее расшифровки, даты, печати организаций.

Подписи и даты подписания должны быть выполнены только черными чернилами или тушью;

- вид документа; строчными буквами с первой прописной – наименование зарегистрированной НИР, прописными буквами – наименование отчета, строчными буквами в круглых скобках – вид отчета (промежуточный или заключительный), строчными буквами с первой прописной – номер книги отчета (если наименование зарегистрированной НИР совпадает с наименованием отчета, его печатают прописными буквами);

- шифр государственной научно-технической программы, шифр работы, присвоенный организацией-исполнителем;

- должности, ученые степени, ученые звания руководителей организации-исполнителя НИР, руководителей НИР, затем оставляют свободное поле для личных подписей и помещают инициалы и фамилии лиц, подписавших отчет, ниже личных подписей проставляют даты подписания (если на титульном листе не размещаются все необходимые подписи, то допускается переносить их на следующую страницу);

- город и год выпуска отчета.

4.8 Список исполнителей

4.8.1 Фамилии и инициалы, должности, ученые степени, ученые звания в списке следует располагать столбцом. Слева указывают должности, ученые степени, ученые звания исполнителей и соисполнителей, затем оставляют свободное поле для подлинных подписей, справа указывают инициалы и фамилии исполнителей и соисполнителей. Возле каждой фамилии в скобках следует

указывать номер раздела (подраздела) и фактическую часть работы, подготовленную конкретным исполнителем.

4.9 Перечень сокращений, условных обозначений, символов, единиц и терминов

4.9.1 Перечень должен располагаться столбцом. Слева в алфавитном порядке приводят сокращения, условные обозначения, символы, единицы и термины, справа – их детальную расшифровку.

4.10 Список использованных источников

4.10.1 Сведения об источниках следует располагать в порядке появления ссылок на источники в тексте отчета и нумеровать арабскими цифрами с точкой.

4.11 Приложения

4.11.1 Приложения следует оформлять как продолжение отчета на его последующих страницах или в виде отдельной книги, располагая приложения в порядке появления на них ссылок в тексте отчета.

4.11.2 Каждое приложение должно начинаться с новой страницы и иметь содержательный заголовок, напечатанный прописными буквами. В правом верхнем углу над заголовком прописными буквами должно быть напечатано слово «ПРИЛОЖЕНИЕ».

Если приложений в отчете более одного, их следует нумеровать арабскими цифрами порядковой нумерацией.

4.11.3 При оформлении приложений отдельной книгой отчета на титульном листе под номером книги следует писать прописными буквами слово «ПРИЛОЖЕНИЯ».

4.11.4 При необходимости текст приложений может быть разбит на разделы, подразделы, пункты, которые следует нумеровать.

4.11.5 Имеющиеся в тексте приложения иллюстрации, таблицы, формулы и уравнения следует нумеровать в пределах каждого приложения.

4.11.6 Если в качестве приложения в отчете используется документ, имеющий самостоятельное значение и оформляемый согласно требованиям к документу данного вида, его вкладывают в отчет без изменений в оригинале. На титульном листе документа в правом верхнем углу печатают слово «ПРИЛОЖЕНИЕ» и проставляют его номер, а страницы, на которых размещен документ, включают в общую нумерацию страниц отчета.

Приложение Б (справочное)

Пример составления реферата к отчету о НИР

РЕФЕРАТ

Отчет 85 с., 2 кн., 24 рис., 12 табл., 50 источников, 2 приложения.

РАСХОДОМЕРНЫЕ УСТАНОВКИ. ПОРШНЕВЫЕ РАСХОДОМЕРЫ, ТАХОМЕТРИЧЕСКИЕ РАСХОДОМЕРЫ, ИЗМЕРЕНИЕ, БОЛЬШИЕ РАСХОДЫ, ГАЗЫ.

Объектом исследования являются поршневые установки для точного воспроизведения и измерения больших расходов газа.

Цель работы – разработка методики метрологических исследований установок и нестандартной аппаратуры для их осуществления.

В процессе работы проводились экспериментальные исследования отдельных составляющих и общей погрешности установок.

В результате исследования впервые в Республике Беларусь были созданы две поршневые реверсивные расходомерные установки: первая на расходы до $0,07 \text{ м}^3/\text{с}$, вторая – до $0,33 \text{ м}^3/\text{с}$.

Основные конструктивные и технико-эксплуатационные показатели: высокая точность измерения при больших значениях расхода газа.

Степень внедрения – вторая установка по разработанной методике аттестована как образцовая.

Эффективность установок определяется их малым влиянием на ход измеряемых процессов.

Обе установки могут применяться для градуировки и поверки промышленных ротационных счетчиков газа, а также тахометрических расходомеров.

Приложение В (справочное)

Индивидуальные задания по темам

1 Перспективные технологии металлообработки на токарно-фрезерном станке «Корвет-407».

2 Разработка технологии для повышения точности выполнения работ контроля развал-схождения колес на оборудовании RAFTD 3000 ВК.

3 Разработка технологии для повышения точности выполнения балансировочных работ на оборудовании ЛС-11 «Патриот -2».

4 Разработка технологии для повышения точности выполнения работ контроля качества топлива на оборудовании «Мотортестер FSA 500».

5 Разработка технологии для повышения точности выполнения работ контроля вредных выбросов ДВС на газоанализаторе фирмы BOSCH.

6 Разработка технологии для повышения точности выполнения работ контроля вредных выбросов ДВС на дымомере «Инфракар Д1-3.01».

7 Исследование режимов работы контрольного стенда для электрооборудования самоходных машин.

8 Исследование режимов работы контрольного стенда для топливной аппаратуры современных самоходных машин.

9 Перспективы применения эффективных присадок к моторным и трансмиссионным маслам.

10 Теоретические и практические возможности диагностического оборудования контроля качества топлива для дизельных двигателей внутреннего сгорания.

11 Теоретические и практические возможности диагностического оборудования контроля качества бензинов для двигателей внутреннего сгорания.

12 Теоретические и практические возможности диагностического оборудования контроля качества охлаждающих жидкостей для двигателей внутреннего сгорания.

13 Теоретические и практические возможности диагностического оборудования контроля качества моторных масел для двигателей внутреннего сгорания.

14 Теоретические и практические возможности диагностического оборудования контроля качества трансмиссионных масел в машинах транспортного и технологического оборудования.

15 Теоретические и практические исследования процессов измельчения волокнистых материалов строительного комплекса.

16 Теоретические и практические исследования процессов измельчения стекловидных материалов строительного комплекса.

17 Теоретические и практические исследования процессов переработки стекловидных отходов строительного комплекса и бытового мусора.

18 Самостоятельно предложенная тема исследований по интересующей проблеме.