

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Ярославский государственный университет им. П. Г. Демидова  
Кафедра инфокоммуникаций и радиопизики

Т. К. Артёмова  
А. С. Гвоздарев  
Ю. А. Лукашевич  
В. Л. Филимонов

**Актуальные вопросы радиопизики,  
радиотехники и инфокоммуникаций:  
руководство по выполнению  
курсовых и выпускных работ**

Учебно-методическое пособие

Ярославль  
ЯрГУ  
2021

УДК 378(075.8)+537.86(075.8)+621.37(075.8)

ББК Ч481.254я73+3841я73

А43

Рекомендовано

Редакционно-издательским советом университета  
в качестве учебного издания. План 2021 года

Рецензент

кафедра инфокоммуникаций и радиофизики  
Ярославского государственного университета им. П. Г. Демидова

А43

**Артёмова, Татьяна Константиновна.**

Актуальные вопросы радиофизики, радиотехники и инфокоммуникаций: руководство по выполнению курсовых и выпускных работ : учебно-методическое пособие / Т. К. Артёмова, А. С. Гвоздарев, Ю. А. Лукашевич, В. Л. Филимонов ; Ярослав. гос. ун-т им. П. Г. Демидова. – Ярославль : ЯрГУ, 2021. – 48 с.

Пособие посвящено вопросам организации научной работы студентов, начиная с планирования и заканчивая оценением результатов во время защиты курсовой или выпускной квалификационной (ВРК) работы.

Оно содержит практические рекомендации по выполнению исследований, компоновке и оформлению текстов курсовых и ВКР, а также по подготовке к процедуре защиты работы. В пособии также даны отсылки к требованиям нормативов, которые регулируют порядок проведения научных исследований и оформление её результатов; приведены примеры выполнения различных задач, встающих перед молодым учёным.

Пособие предназначено для бакалавров и магистрантов направлений Радиофизика, Радиотехника, Инфокоммуникационные технологии и системы связи.

УДК 378(075.8)+537.86(075.8)+621.37(075.8)

ББК Ч481.254я73+3841я73

© ЯрГУ, 2021

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
1 Актуальные вопросы радиофизики, радиотехники и инфокоммуникаций.....	5
1.1 Радиофизика, радиотехника и связь.....	5
1.2 Актуальные вопросы науки.....	7
2 Научная работа студентов.....	8
2.1 Содержание научной работы.....	8
2.2 Планирование НИР.....	12
2.3 Поиск информации.....	17
2.4 Показатели качества разработки.....	21
2.5 Подготовка публикаций.....	23
3 Курсовые и выпускные квалификационные работы как отчёты о научно-исследовательской работе.....	24
3.1 Структура отчёта.....	24
3.2 Содержание введения.....	25
3.3 Содержание заключения.....	27
3.4 Реферат к отчёту.....	28
3.5 Оформление отчёта, курсовой и ВКР.....	29
3.6 Особенности цитирования чужих результатов интеллектуальной деятельности.....	32
3.7 Оформление списка использованных источников.....	34
4 Защита курсовой или выпускной квалификационной работы.....	36
4.1 Защита курсовой работы и общая структура презентаций.....	36
4.2 Регламент ВКР.....	37
4.3 Критерии оценивания.....	39
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	44

## ВВЕДЕНИЕ

Наука обладает характерным инструментарием, а именно: методами выдвижения и проверки гипотез, методами постановки эксперимента, методами математического или натурального моделирования. Общенаучный подход, требующий достоверности и проверяемости результатов, а также их апробации в ходе обмена опытом на конференциях и семинарах или в виде реакции на публикацию в журнале или сборнике трудов, должен применяться и в студенческой научной работе.

Профессиональная честность и ответственность за корректность результатов и их представление, а также за последствия применения разработок составляют кодекс чести учёного. Кодекс самой многочисленной международной научной организации инженеров – Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE) – содержит заявление о согласии «поддерживать самые высокие стандарты добросовестности, ответственного поведения и этического поведения в профессиональной деятельности», «избегать противоправного поведения в профессиональной деятельности», «искать, принимать и предлагать честную критику работы, признавать и исправлять ошибки», «поддерживать и совершенствовать нашу техническую компетентность» [1].

Ход исследования и оформление результатов в целом подчиняются общим требованиям, зафиксированным в государственных стандартах, а необходимость корректного обращения с результатами чужой интеллектуальной деятельности прописана в гражданском, уголовном и административном кодексах Российской Федерации.

С другой стороны, для различных областей науки свойственны свои особенности проведения исследований и свои традиции изложения результатов. Поэтому помимо жёстких правил, обязательных к выполнению, в ходе НИР следует руководствоваться и практически полезными советами.

Пособие посвящено вопросам организации научной работы студентов, в том числе планированию, оформлению результатов и оцениванию во время защиты курсовой или выпускной квали-

фикационной (ВРК) работы. Оно предназначено для бакалавров и магистрантов направлений 03.03.03 и 03.04.03 Радиофизика, 11.03.01 и 11.04.01 Радиотехника, 11.03.02 и 11.04.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи.

## **1 Актуальные вопросы радиофизики, радиотехники и инфокоммуникаций**

### **1.1 Радиофизика, радиотехника и связь**

Радиофизика, радиотехника и связь – это неразрывно связанные направления современной науки. Их объединяют общие история совместного развития и основная область, в которой осуществляется профессиональная деятельность специалиста («связь, информационные и коммуникационные технологии» [2]). В этой области молодой ученый может проявить себя в сферах проектирования, разработки, производства и эксплуатации средств связи и информационных технологий [3].

Радиофизика – раздел физики, занимающийся изучением общих закономерностей генерации, передачи, приема, регистрации и анализа колебаний и волн различной физической природы и разных частотных диапазонов, а также их применением в фундаментальных и прикладных исследованиях [4]. Более узкое определение, которое соответствует направлениям бакалавриата и магистратуры «Радиофизика», следующее: радиофизика – это раздел физики, охватывающий изучение и использование электромагнитных колебаний и волн радиодиапазона, а также распространение развитых при этом принципов и методов в другие области физики и за её пределы [5]. Это наука, изучающая физические аспекты процессов, лежащих в основе функционирования современной аппаратуры связи, радиолокации, радионавигации и других близких назначений, а также свойства материалов и устройств. Радиофизика также позволяет описывать системы передачи информации на физическом уровне как порождение некоторых физических процессов в аппаратуре и в различных

средах, а также обосновывать методы испытания материалов и устройств. Актуальные радиофизические исследования могут привести к формулировке новых принципов построения перспективных устройств и систем связи.

Радиотехника – область науки и техники, использующая электромагнитные волны для передачи и приема информации в средствах телевидения и радиосвязи, в метрологии, биологии, медицине и в промышленной технологии, включающая исследования, разработку, проектирование и эксплуатацию устройств телевидения и радиосвязи различного назначения [6].

Системы, сети и устройства телекоммуникаций (связь) – область науки и техники, использующая различные каналы и линии связи в виде устройств, систем или сетей для единичного, группового, регионального и глобального информационного обмена, включающая исследования, разработку, проектирование и эксплуатацию сетей, систем и устройств, обеспечивающих абоненту обмен информацией с другими абонентами [7].

Радиотехника и связь относятся к техническим наукам, радиофизика – к физико-математическим. Радиофизика даёт радиотехнике и связи основания для выбора структуры, сигналов, методов обработки и параметров аппаратуры связи и другого назначения. Существуют и смежные темы, принадлежность которых к конкретной науке сложно установить.

История радиофизики, радиотехники и связи насчитывает менее двух веков, но, как и другая история, это история поиска, проб, ошибок, случайных озарений, а чаще закономерных результатов планомерной работы. В XX веке эти науки бурно развивались. Появлялись новые материалы и элементная база, осваивались ранее не охваченные диапазоны частот. На пути к современному состоянию был отброшен ряд технических решений, то есть сегодня мы знаем, чего не стоит делать. Научный результат – не только положительный, позволяющий выполнить задуманное, но и отрицательный, доказывающий, что какой-то путь не является эффективным. Учёному не стоит унывать, получая отрицательные результаты, так как и они имеют научную ценность. Краткое, но информативное введение в историю радиофизики можно найти в [8].

## 1.2 Актуальные вопросы науки

Научная картина мира и научный инструментарий постоянно изменяются. Возникают новые идеи и гипотезы, нуждающиеся в проверке. Результат приводит к появлению новых методов и аппаратуры. Когда накопленный багаж и опыт его применения позволяет это, появляются новые вопросы, задачи, потребности. Наука движется от прошлого к будущему, активно работая в настоящем. При этом какие-то методы и устройства остаются в инструментарии науки как хорошо себя зарекомендовавшие, а какие-то спустя некоторое время устаревают и забываются. Для описания динамики научных теорий и методов вполне применимо понятие жизненного цикла.

Научные исследования порождают новое знание, новую аппаратуру и методы. Распространяя введённый кем-то новый подход на другие области, учёные испытывают новинку, ищут границы её применения, возможности, исследуют особенности применения к различным задачам, проводят сравнительный анализ с уже существовавшими наработками. Постепенно формулируются её недостатки и одновременно – будущие потребности, которые в скором времени откроют дорогу новым идеям.

Научная новизна – одна из основных особенностей результатов научной работы. Если речь идёт, как в радиофизике, радиотехнике, связи, о процессах, происходящих преимущественно в аппаратуре, то объём статистики, необходимый для того, чтобы гарантировать достоверность результатов, набирается достаточно быстро, в отличие, например, от исследований, проводимых на биологических организмах. Поэтому, как правило, нет смысла в том, чтобы несколько различных исследований заключались в решении одной и той же задачи. Таким образом, планируя исследование, нужно сразу планировать и обзор современного состояния науки в этой области, и проверку будущих результатов на новизну ближе к концу работы.

Различные области науки в разные моменты времени развиваются неравномерно: какие-то направления исследуются мас-

сово, а какие-то – только единицами учёных. Все исследования имеют смысл и все полезны для науки, однако для более быстрого перехода общества к новому уровню техники имеет смысл сосредоточивать усилия в конкретной области, где это в текущий момент позволяют методы, аппаратура и где есть запрос от общества. Поэтому более эффективно посвящать себя поиску ответов на актуальные вопросы.

Актуальные вопросы – это злободневные, насущные, назревшие вопросы, которые требуется ставить и на которые требуется искать ответы, проводя актуальные исследования или разработки, т. е. исследования на актуальные темы. Актуальными являются работы, которые соответствуют запросам и возможностям настоящего времени, современному уровню развития науки, техники и технологии.

Актуальные темы могут формироваться, например, как ответ на потребности промышленности в каких-то устройствах или технологиях или потребности науки, в том числе метрологии, в каких-то методах. Актуальными можно считать и работы по развитию перспективных в будущем направлений, так как сегодняшние исследования закладывают фундамент будущего уровня науки, техники и технологий.

## **2 Научная работа студентов**

### **2.1 Содержание научной работы**

Научно-исследовательская работа (НИР) – это комплекс теоретических и (или) экспериментальных исследований, проводимых с целью получения обоснованных исходных данных, изыскания принципов и путей создания (модернизации) продукции [9].

НИР имеют цель; например, это:

- а) разработка макетного образца автомобильного радара,
- б) анализ свойств новой конструкции транзистора в условиях высоких температур,



в) экспериментальное определение электродинамических свойств среды,

г) разработка методики анализа направленных свойств антенны в ближней зоне,

д) построение математической модели ионосферного канала связи в приполярных широтах,

е) разработка технологии создания печатных антенн,

ж) разработка алгоритма обработки видеопотока в режиме реального времени со сжатием.

Перечисленные примеры НИР отличаются конечным результатом интеллектуальной деятельности, формируемым в ходе НИР, а следовательно, и особенностями выполнения работы, и требованиями к свойствам разработки.

В примере *а* на выходе будет **устройство** – макетный образец радара, – которое можно охарактеризовать габаритами, массой, а его функционирование – техническими параметрами, например вероятностью пропуска заданной тестовой цели или временем обработки или количеством целей, различаемых с заданной вероятностью в заданных условиях движения. Это типичная радиотехническая задача. Устройство можно будет сопоставить с другими по этим параметрам или по экономическим. Кроме того, обычно устройства создают в условиях наложенных ограничений, например, для работы в заданном диапазоне частот или температур или для размещения на компактных носителях. Эти условия зачастую и составляют сложность решения задачи разработки. Следовательно, приступая к такой работе, нужно сделать патентный поиск, стараясь отыскать приемлемый прототип, который уже можно дальше модернизировать. С другой стороны, полученное устройство нужно сопоставлять с уже существующими, чтобы определить его уровень техники, в том числе узнать, имеет ли он свойства на уровне лучших мировых образцов или превосходит их или, может быть, по крайней мере, имеет характеристики не хуже, чем средние.

В примере *б* результат – **зависимости** одних физических величин от других, возможно, их графики и аппроксимирующие выражения. Это типичная радиофизическая задача. Здесь возможно

открытие новых явлений. В таких работах огромное значение имеет достоверность результатов. Если зависимости получены экспериментально, то следует убедиться в их воспроизводимости, контролируя каждый раз условия проведения эксперимента. Если это результат исследования на моделях, то нужно убедиться в том, что модель можно применять в таких условиях, т. е. она корректна и расширение диапазона температур не делает её некорректной. Кроме того, если для получения зависимостей используются численные методы, то нужно выбрать подходящий метод и перед получением зависимостей для нового, ранее не исследованного, объекта проверить адекватность системы численного счёта на тестовых примерах с заранее известным или хотя бы предсказуемым поведением. Получив и проанализировав искомые зависимости, можно и нужно попытаться отыскать их место среди свойств объекта в других условиях. Возможно, при небольшом изменении условий новые зависимости перейдут в уже известные, что будет служить дополнительным доказательством их достоверности.

В примере *в* результатом экспериментального исследования являются определённые по данным измерений **свойства** среды (числа, массивы чисел или аппроксимирующие выражения), возможно и графически представленные. Как правило, измерения свойств среды – радиофизические задачи. Как и в примере *б*, тут нужно следить за наличием достаточной статистики, обрабатывать результаты и, помимо оценок физических величин, получать их дисперсию.

В примере *г* результат – **методика**, т. е. обоснованная совокупность условий, которые необходимо обеспечить, и действий, которые нужно выполнить в определённом порядке. Методика – это чисто научный результат интеллектуальной деятельности, который может быть использован для задач радиофизики, радиотехники или связи. Могут быть методики анализа, методики измерений, методики контроля состояния и т. д. Хотя основные шаги, необходимые для получения искомого, бывают очевидны; цель методики измерения – не просто получить измерения, но и сделать это как можно точнее. Достигнуть этого можно, наложив требования на свойства измерительной аппаратуры,

зафиксировав или даже обеспечив внешние, в том числе температурные условия, включив в методику шаги, связанные с обработкой результатов, в том числе отбрасыванием промахов (измерений со слишком грубыми погрешностями), а также тщательно продумав набор и порядок действий и организовав контроль точности, проводимый в реальном времени в ходе эксперимента. В зависимости от продуманности этих деталей можно получить более или менее точные методики.

В примере *д* результат – математическая **модель**, т. е. формула или набор формул, описывающих какие-то свойства канала в каком-то приближении, например при условии пренебрежения неоднородностью ионосферы. Модель – объект, воспроизводящий оригинал с некоторой точностью. Обычно при построении модели сосредотачиваются на одних свойствах оригинала, абстрагируясь от других. Например, закон Ома может служить математической моделью резистора, если абстрагироваться от того факта, что реальный резистор – это не кусок провода, он обладает и ёмкостью, и индуктивностью, и его работа заметно отличается на различных частотах. В качестве математических можно рассматривать и статистические модели, характеризующие вероятность того, что некоторая физическая величина (свойство объекта) примет заданное значение. Например, статистической моделью транзистора будет функция плотности вероятности шумового тока.

В примере *е* результат – **технология** создания, т. е. ещё более конкретный, чем методика, обоснованный выбор условий и шагов по достижению цели. В академических бакалавриате и магистратуре студенческие работы редко посвящают технологиям, т. к. технология, в отличие от методики, привязана к конкретному производственному оборудованию, его точности и быстродействию, к доступным, в том числе дешёвым, материалам, к требованиям по надёжности, долговечности, ремонтпригодности, которые предъявляют к конечному продукту. Выбор технологии может существенно повлиять на потребительские качества. Например, при пайке малое количество припоя может привести к прерыванию контакта уже после непродолжительного исполь-

зования устройства, но большое количество оказывает влияние на свойства, изменяя эквивалентные ёмкости в схеме. Следовательно, нужно искать оптимальное количество припоёв, исходя из влияния его на ёмкость и потребительские свойства.

Наконец, в последнем примере результат – **алгоритм**, представляемый либо в виде схемы в условных графических обозначениях, либо реализуемый в программном обеспечении. Каждый шаг алгоритма можно представить в виде элементарных операций, например: сложения, умножения, записи в память или чтения из неё, ввода с клавиатуры и т. д. Алгоритм описывают двумя способами: либо без привязки к вычислительным мощностям, подсчитывая количество операций каждого типа, которые требуется выполнить; либо указывая, сколько времени занимает выполнение программы на определённом оборудовании и какие ресурсы памяти при этом требуются.

Получение аналитических выражений, описывающих явления, процессы, характеристики исследуемых объектов, в том числе получение математических моделей, позволяющих дать прогноз поведения или оценку свойств, разработка алгоритмов – это теоретические исследования.

Экспериментальные исследования – это измерения, разработка методик измерения или постановка модельного эксперимента в системе имитационного моделирования.

## 2.2 Планирование НИР

НИР в России регламентируются ГОСТ «Порядок выполнения научно-исследовательских работ». Основанием для выполнения НИР является техническое задание (ТЗ), в котором определяется тематика работ, устанавливается объект разработки, практическое использование планируемых результатов, технико-экономические параметры и требования к уровню разработки объекта, оговариваются этапы выполнения работ, программа исследования и перечень документации и изделий, подлежащих сдаче при приемке выполненных работ.

Этапы работ, их содержание, результаты, сроки прописываются в календарном плане, включаемом в ТЗ.

Согласно [9] в общем случае НИР включает следующие этапы:

- выбор направления исследований на основе анализа состояния исследуемой проблемы, в том числе результатов патентных исследований, и сравнительной оценки вариантов возможных решений с учётом прогнозных исследований, проводившихся по аналогичным проблемам;

- теоретические и экспериментальные исследования;

- обобщение и оценка эффективности результатов исследований в сравнении с современным научно-техническим уровнем, выпуск отчётной научно-технической документации;

- предъявление работы к приемке и ее приемка.

Применительно к студенческой НИР можно переформулировать этапы, например, так:

- источниковый и патентный поиск,

- анализ существующих решений,

- разработка нового решения,

- анализ работоспособности решения на моделях и в экспериментах,

- оформление пояснительной записки,

- защита курсовой или ВКР.

Организация НИР планируется, как и любая работа: ставится цель, формулируются задачи, которые нужно решить, чтобы достигнуть цели, анализируются ресурсы и планируется конкретная деятельность.

Первое, что делает студент, задумываясь о студенческой НИР, – **выбирает направление исследований**. Здесь могут быть различные подходы, в том числе можно влиться в работу, которую проводят преподаватели (т. е. принять предложенную потенциальным руководителем тему). Можно предлагать свою тему. Выбор темы и работа над ней до результата – это зона ответственности студента. Тему можно менять каждый год, так что можно на 3-м курсе заняться наработками в какой-то одной интересующей теме, а на 4-м курсе переключиться на другую. Самый предпочтительный вариант тот, при котором студент ведёт НИР в области своей

будущей профессиональной деятельности, поэтому к 3-му курсу (если не раньше) стоит задуматься о будущем месте работы, о необходимых там навыках и умениях. Университет имеет партнёрские отношения с рядом предприятий, в том числе с Ярославским радиозаводом, с Ростелекомом. Радиозавод принимает самое активное участие в формировании направлений для НИР студентов и работе по ним. Если Вы выбираете вариант предложить научному руководителю свою тему, то нужно готовиться ответить на вопросы: в чём научная новизна, что конкретно будет на выходе (устройство, алгоритм, иное), какие ресурсы нужны для выполнения работы (материалы, программное обеспечение, вычислительные мощности). Если Ваша идея заключается в том, чтобы собрать нечто радиолюбительское, то вопрос научной новизны выходит на первое место. С одной стороны, работа «с железом» всегда приветствуется, с другой стороны – в ходе НИР Вы должны продемонстрировать квалификацию, т. е. своё умение ориентироваться в текущем уровне техники, умение осмысленно выбирать пути решения задачи, не повторяя известных результатов других разработчиков. По этой причине Вам может быть предложено переработать свою идею до удовлетворяющей требованию новизны.

Затем **формулируется цель исследований и составляется ТЗ на НИР**. Цель работы – это одно предложение, описывающее результат работы и (кратко) условия его получения (см. примеры в п. 2.1). Задачи, которые нужно решить для достижения цели, и подробные условия прописываются в ТЗ. В студенческой НИР ТЗ приобретает вид краткого документа «задание на курсовую работу» или «задание на ВКР». В нём прописывается, кому, кто, когда даёт задание, наименование темы, краткое содержание работ, срок сдачи готовой работы, прочие условия (исходные данные к работе, в том числе форматы представления результатов, условия их получения, прототипы и т. п.).

Для выполнения работы **составляется календарный план** – это грубое, поэтапное планирование. Пример календарного плана для случая, когда И. И. Иванов выполняет работу единолично, см. в таблице 1. Для внеучебных НИР добавляется ещё один столбец – цена этапа (в тыс. руб.).

Таблица 1 – Календарный план НИР

№ п.п	Наименование этапов. Содержание работ по этапу	Выдаваемая научно-техническая продукция	Исполнители	Сроки исполнения (начало – окончание)
1	Выбор направления исследований 1.1 Источниковый поиск  1.2 Патентный поиск  1.3 Отбор решений для проработки	Отчёт об источниковом поиске Отчёт о патентных исследованиях Промежуточный отчёт по 1-му этапу	Иванов И. И.	1.09.20–31.10.20
2	Теоретические и экспериментальные исследования 2.1 Разработка модели 2.2 Тестирование модели 2.3 Исследование влияния параметров (набор А) на характеристики объекта исследования (набор Б) 2.4 Планирование эксперимента (разработка программы и выбор методик измерений) 2.5 Сборка и наладка экспериментальной установки 2.6 Измерения  2.7 Обработка результатов	Описание модели Протокол тестирования Промежуточный отчёт по 2-му этапу  Программа измерений (испытаний)  Схема и фото установки  Протокол измерений Промежуточный отчёт по 2-му этапу	Иванов И. И.	1.11.20–14.04.21

Продолжение таблицы 1

№ п.п	Наименование этапов. Содержание работ по этапу	Выдаваемая научно-техническая продукция	Исполнители	Сроки исполнения (начало – окончание)
3	Обобщение и оценка эффективности результатов 3.1 Обобщение результатов 3.2 Сопоставление результатов с аналогами 3.3 Оформление документации	Отчёт о НИР	Иванов И. И.	15.04.21–31.05.21
4	Приёмка 4.1 Защита  4.2 Демонстрационные испытания	Акт сдачи-приёмки Протокол испытаний	Иванов И. И.	1.06.21–15.06.21

Практически любую НИР можно представить в таком виде, как в таблице 1. Более **детальное планирование** заключается в выделении отдельных конкретных задач, назначении задачам определённых ресурсов, в том числе исполнителей, определении сроков решения этих задач. Такое планирование отображается на диаграмме Ганта [10]. Пример см. на рисунке 1.1. Задействуются следующие ресурсы: временной; человеческий – сотрудники и их опыт; информационный – доступ к информации, в том числе оплаченный; материальные ресурсы, в т. ч. имеющееся и необходимое оборудование и материалы; финансовые ресурсы – достаточность и распределение по этапам финансовых средств.



Задача	Недели								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Поиск литературы									
Анализ существующих решений									
Разработка конструкции									
Построение модели									
Анализ свойств на модели									
Обобщение результатов									

Рисунок 1.1 – Диаграмма Ганта

Основным результатом НИР является образец устройства, алгоритм, зависимость, модель и т. п., а вспомогательным – отчёт о выполнении научных исследований.

## 2.3 Поиск информации

Для проведения источникового и патентного поиска ставится отдельное ТЗ, где определяются: цель поиска, глубина (за сколько лет), диапазон анализируемых источников, формат представления результатов. Целями поиска могут быть поиск существующих решений, которые можно использовать при разработке своих устройств и методов, доказательство новизны и патентоспособности разработки, анализ тематики и перспективных направлений для последующей разработки и продолжения работ по НИР. Поиск проводится ретроспективно, например, за 15 или 25 лет. Часто имеет смысл обратиться к работам, проводившимся в первые годы появления тематики, хотя это и было 80 лет назад и они глубоко забыты, но их наличие существенно для подтверждения новизны и патентной чистоты разработки.

Обязательно проверяйте источник на добросовестность и корректность информации. Вы не можете опираться на неизвестно чьи результаты, приведённые интернет-пиратами на ре-

сурсах без указания ответственности и контактных лиц, т. к. это будет прямым нарушением законодательства.

Так как для НИР выбирают актуальные направления науки, то вряд ли по ним уже есть учебники или монографии: для их создания и публикации требуются годы. Поэтому нет смысла искать в сети Интернет что-то, кроме строго научных публикаций (статей в рецензируемых научных журналах, сборниках трудов научных конференций, патентов) или рекламных материалов производителей.

Для того чтобы сориентироваться в ранее незнакомой тематике, можно просмотреть заголовки статей за последние два года в агрегаторах быстрых публикаций (от подачи материала до его публикации проходит не более полугода). Существуют и специальные инструменты для анализа тематик. Проверяйте на сайте библиотеки университета, доступны ли они в текущий момент.

Для поиска можно рекомендовать следующие заслуживающие доверия источники информации.

Во-первых, **публикации, агрегируемые научными обществами**, в том числе:

- **IEEE** (организация инженеров-электроников и электротехников, издаёт много стандартов и книг, проводит очень много конференций): база англоязычных публикаций <https://ieeexplore.ieee.org/Xplore/home.jsp>. Статьи в свободном доступе для всех желающих помечены знаком открытого амбарного замка. Для чтения закрытых нужно быть членом общества;

- **IET** (The Institution of engineering and technology): <https://www.theiet.org/>;

- **SPIE** (Society for optics and photonics technology, выпускает много публикаций по оптической обработке и сигналам): <https://www.spiedigitallibrary.org/>.

Во-вторых, это **научные издательства** мирового масштаба:

- **Elsevier**: <https://www.sciencedirect.com/>,

- **Springer**: <https://www.springer.com/>,

- **Hindawi**: <https://www.hindawi.com/journals/> – публикации

с открытым доступом,

- **Wiley**: <https://www.wiley.com/>.

В-третьих, это **агрегаторы публикаций**:

– **КиберЛенинка**: <https://cyberleninka.ru/> – агрегатор полнотекстовых статей с открытым доступом, их можно скачивать и удобно цитировать;

– **Научная электронная библиотека Elibrary.ru**: <https://elibrary.ru/> – агрегатор публикаций на русском языке, интегрированный с российским индексом научного цитирования (РИНЦ). Требуется регистрация для скачивания публикаций, искать можно без регистрации. Некоторые публикации становятся доступными в сети университета (идентификация происходит по IP-адресу). РИНЦ необходим всем, кто подаёт российские заявки на гранты (и при этом указывает свой индекс цитирования, ссылки на публикации, импакт-фактор журналов), поэтому на этом сайте стоит регистрироваться как пользователь и дополнительно как автор, чтобы следить, какие Ваши публикации там индексируются;

– **Гугл академия**: <https://scholar.google.com/> – агрегатор книг, статей, патентов на английском языке, их можно читать онлайн или анализировать списки публикаций автора;

– **e-Print archive**: <https://arxiv.org/> – база полнотекстовых препринтов (черновых версий статей, которые поданы в журналы и ждут результата или уже скоро будут опубликованы);

– **Российская государственная библиотека**: <https://search.rsl.ru/> – есть каталог почти всего, что издавалось в России и СССР, для некоторых публикаций есть и электронные бесплатно доступные версии. С компьютеров университета есть свободный доступ к библиотеке диссертаций, можно читать дистанционно, если зарегистрироваться в этой библиотеке;

– **Researchgate**: <https://www.researchgate.net/> – исследовательская сеть, где учёные обмениваются препринтами или полными текстами статей, выкладывают свои списки публикаций, могут дать совет. В сети стоит зарегистрироваться.

В-четвёртых, это **базы и сервисы поиска патентов**:

– **Электронные сервисы Федерального института промышленной собственности**: <https://fips.ru/elektronnyye-servisy/> – поиск патентов или заявок на изобретения или промышленные модели на русском языке;

– **База патентов США:** <https://www.uspto.gov/> – поиск патентов, выданных в США (на английском языке);

– **База патентов Европейского союза:** <https://www.epo.org/searching-for-patents.html> (на английском и национальных языках стран союза);

– **База патентов Всемирной организации интеллектуальной собственности (WIPO):** <https://patentscope.wipo.int/search/ru/search.jsf> (на английском и других официальных языках WIPO, есть встроенный переводчик);

– **поиск патентов от Яндекса:** <https://yandex.ru/patents> (поиск по номеру, элементам названия и другим полям);

– **поиск патентов от Гугл:** <https://patents.google.com/advanced> (поиск по номеру, элементам названия, языку и другим полям).

В-пятых, это **сайты университетов**, где часто выкладываются сканы публикаций сотрудников. Там же можно найти полнотекстовые диссертации тех, кто защитился или планирует защиту в диссертационном совете при этом вузе – и у нас, и за рубежом.

Университет время от времени покупает доступ к научной информации по различным областям науки, об этом смотрите на сайте библиотеки <http://lib.uniyar.ac.ru/>.

Результатом поиска в классической НИР является отчёт об источниковом поиске, который оформляется как обычный отчёт о НИР и описывает:

- цель, ключевые слова, глубину и другие параметры, т. е. регламент поиска;

- статистику полученных результатов по видам публикаций: статьи, материалы конференций, диссертации, патенты, прочие источники;

- содержательный анализ публикаций и патентов;

- выводы.

Содержательный анализ соответствует цели. Например, если проводился поиск на научную или патентную чистоту Вашей идеи, то анализ должен показать степень близости Вашей разработки и уже известных аналогов. При поиске прототипов для своей разработки или идей для создания нового объекта выделяют те публикации, которые содержат полезные идеи и примеры, и кратко описывают суть изложенного в них, указывая

на то, каким образом это можно применить в своей работе, в том числе: прямым повторением (при соблюдении авторских прав), частичным заимствованием, переработкой или доработкой, реализацией концепции в других условиях.

Если в ходе работы требуется проанализировать возможные прототипы или же создаются такие результаты интеллектуальной деятельности, которые подлежат охране в рамках патентного законодательства, то проводятся патентные исследования. Порядок их проведения и требования к оформлению отчёта о патентных исследованиях содержатся в ГОСТ Р 15.011-96 [11].

## 2.4 Показатели качества разработки

В ТЗ на НИР прописывают перечень и ожидаемые значения показателей качества разработки. Перечни формируются, исходя из вида результата интеллектуальной деятельности. Существуют группы показателей качества, например, показатели

- технического эффекта (назначения) (коэффициент усиления, время формирования кадра, количество вычислительных операций),

- надёжности, в том числе отдельно по компонентам безотказности, ремонтпригодности, долговечности и сохраняемости (средняя наработка на отказ, параметр потока отказов, средняя длительность ремонта и другие),

- экономного использования ресурсов (масса изделия, энергопотребление, требуемый объём памяти),

- безопасности,

- эргономические (антропометрические, физиологические, гигиенические),

- эстетические (рациональность формы, внешняя привлекательность),

- экологические.

Основными для студенческой НИР являются показатели технического эффекта. Значения показателей обосновывают на основе сравнения с показателями качества известных аналогов –

лучших, средних, либо определяется место разработки в спектре аналогичных. Как правило, показатели качества сводят в таблицу, шаблон которой показан на примере таблицы 2. В таблице приведены некоторые варианты показателей качества для разных видов результатов интеллектуальной деятельности.

Таблица 2 – Показатели качества разработки

№ п.п	Наименование показателя	Значение показателя		
		разработки	аналогов	
			лучших	средних
	<i>Для устройства</i>			
1	Коэффициент усиления	7 дБи	8 дБи	5 дБи
2	Рабочие частоты	2100–2200 МГц	2100–2200 МГц	2100–2200 МГц
3	Масса	50 г	60 г	120 г
	<i>Для алгоритма</i>			
4	Количество вычислительных операций	201 сложе- ний, 150 умножений	220 сложе- ний, 130 умножений	216 сложе- ний, 180 умножений
5	Скорость сходимости, итераций	50	45	70
	<i>Для программы</i>			
6	Объём необходимой для работы памяти	20 Мб	30 Мб	40 Мб
7	Время выполнения тестового задания на тестовом оборудовании	2 мс	2 мс	5 мс
	<i>Для модели (или формул или зависимостей)</i>			
8	Точность (погрешность) представления напряжения	1 нВ	1 нВ	1,5 нВ

## 2.5 Подготовка публикаций

Для того чтобы считать НИР выполненной корректно, а её результаты – достоверными, принято обсуждать ход работы и результаты в научном кругу. Такая апробация реализуется при обсуждении на научных семинарах, научно-технических конференциях, а также в ходе рецензирования материалов при подготовке к изданию. Поэтому молодому учёному важно участвовать в научных мероприятиях и публиковать результаты работы.

Основными форматами научной публикации являются статья и тезисы доклада. Статья – это развёрнутое изложение процесса и итогов работы. Тезисы доклада – формат, в рамках которого при соблюдении той же структуры изложения опускаются подробности, доказательства, вывод выражений. Фактически это тезисное изложение доклада о работе.

Публикацию начинают с введения в проблематику, кратко характеризуют состояние исследований в этой области, очерчивают границы конкретного исследования, обосновывают актуальность темы. Введение заканчивают формулировкой цели.

Далее следует постановка задачи, её математическая формализация. Вводятся обозначения, описываются все необходимые математические модели, указываются используемые приближения.

Следующий структурный элемент – описание предлагаемого решения проблемы: схемы, формулы, оценки ожидаемых характеристик.

Далее следует моделирование и/или эксперимент и их результаты: описываются условия, в которых проводились исследования, приводится перечень контролируемых величин и диапазоны их значений, даются ссылки на методику и приводятся результаты (графики, таблицы, скриншоты или фотографии и т. п.). Рисунки и таблицы нумеруют и упоминают в тексте работы, указывая, что они демонстрируют.

Важная часть работы – обсуждение результатов. Указывается характер зависимостей (монотонные, осциллирующие, нерегулярные), выдвигаются гипотезы о причинах такого их поведения, даются количественные оценки для практически важных значе-

ний величин. Они сопоставляются с известными результатами других исследований.

Публикация заканчивается заключением. Подводятся итоги работы, формулируются практические рекомендации по её использованию, в том числе указываются ограничения применимости, подчёркиваются достоинства разработки.

IEEE проводит множество конференций как в нашей стране, так и зарубежом, их можно отслеживать в календаре конференций IEEE [12]. Русскоязычные и ряд зарубежных конференций можно найти на ресурсе <https://konferencii.ru/> [13].

### **3 Курсовые и выпускные квалификационные работы как отчёты о научно-исследовательской работе**

#### **3.1 Структура отчёта**

Курсовая или выпускная квалификационная работа должна в соответствии с ГОСТ 7.32-2017 [14] содержать следующие элементы (необязательные выделены курсивом):

- титульный лист (не нумеруется, образец выдаётся на кафедре);
- задание (не является элементом работы, не нумеруется, образец выдаётся на кафедре);
- *РЕФЕРАТ* (не нумеруется, соответствует п. 5.3 и Приложению В ГОСТ 7.32-2017);
- СОДЕРЖАНИЕ;
- ВВЕДЕНИЕ;
- содержательная часть;
- ЗАКЛЮЧЕНИЕ;
- СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ (оформляется в соответствии с ГОСТ Р 7.0.5-2008 [15]);
- *ПРИЛОЖЕНИЯ*.



### 3.2 Содержание введения

Классическая структура введения к работе включает следующие элементы.

**Актуальность** тематики – краткий обзор состояния дел в этой области, почему важно этим заниматься, кому это нужно. Краткость изложения зависит от квалификации. Для 3-го курса вполне достаточно сформулировать 1-2 абзаца с множеством ссылок на литературу. Для бакалаврской и магистерской работ нужен уже хороший обзор литературы по теме типа реферата с множеством ссылок на литературу и пересказом идей, методов и эффектов решения, т. е. фактически отчёт об источниковом поиске. Такой обзор должен подводить к мысли, что в мире науки есть ещё не занятая ниша, которую Вы своей работой собираетесь (и должны, а то наука пострадает) заполнить, т. е. последнее предложение этой части является трамплином к формулировке цели работы.

**Цель работы** – одно предложение («Целью работы является ...»). Цель часто, но не всегда совпадает с темой работы.

**Постановка задачи** (иногда её делают отдельным подразделом, но во введении её уместно и красиво ставить, в принципе это условия Технического задания на НИР), которая заключается в следующем:

- математическая формулировка задачи;
- условия, в которых решается эта основная задача (достигается цель);
- заданные по ТЗ свойства разработки и/или те, которые Вы сами выбираете, сужая задачу:
- конкретный класс антенн,
  - конкретные наборы веществ,
  - конкретные диапазоны частот,
  - конкретные применения устройств и систем,
  - конкретный диапазон условий,
  - что учитывается, что нет,
  - в каком приближении будет решаться задача,

– каким требованиям должно удовлетворять решение (например, иметь лучший энергетический потенциал, чем имеют существующие аналоги, иметь более высокое быстродействие, обеспечивать лучшее амплитудно-фазовое распределение поля чего-то, иметь коэффициент усиления во всей полосе частот не хуже, чем сколько-то дБ, иметь насколько-то равномерные свойства в таком-то широком диапазоне частот, состоять из цельноизготавливаемых деталей или, наоборот, представлять собой разборный и модифицируемый конструктор и т. п.;

– конкретизация параметров исследования:

– что дано (точно известно или хочется добиться именно таких цифр);

– чем можно манипулировать;

– значения каких величин нужно определить по ходу работы, какие конструкторские решения принять (выбор схемы, способа запитки, способа соединения, формы, способа обеспечения развязки каналов, способа слежения за негеостационарным спутником, типа сигнала, критерия принятия решений в приёмнике, изгибать или нет волноводы и т. п.).

**Перечень задач**, которые ставятся в работе: перечень кратких формулировок того, что нужно сделать, обычно в порядке их решения, т. е. как в календарном плане.

**Выбор и обоснование** используемого в работе научного инструментария:

– аналитическое решение каких-то уравнений (т. е. получение формул), численное решение (каким методом?), статистическое исследование (вероятностный анализ), эксперимент на моделях (с моделями объектов, сред, антенн, устройств), натурный эксперимент (с настоящими объектами, реальными средами, целыми устройствами), компьютерный эксперимент в системе электродинамического моделирования (например, эксперимент по получению диаграммы направленности антенн или распределения тока по антенне) и т. п.;

– аргументация выбора, например: выбран типичный метод для решения подобных задач; специально разработанный для решения таких задач; в литературе описаны успешные попытки

применить такой подход в аналогичных задачах, а значит, можно ожидать такого же эффекта; наличие или отсутствие оборудования или полигона для испытаний и т. п.

### 3.3 Содержание заключения

Классическое заключение представляет собой подведение итогов и содержит:

- вступительную часть с указанием о том, **чему была посвящена работа**;

- анализ: **что удалось сделать, какие задачи оказались решены**;

- **перечень научных результатов**, которые при этом были получены:

- метод,

- структура,

- алгоритм,

- формула, описывающая характеристики или поведение объекта исследования,

- геометрия,

- схема,

- макетный образец,

- зависимости,

- требования к каким-то величинам,

- модель (какая?) объекта, процесса или явления и т. п.;

- **перечень наименований и значений показателей**, которые удалось достичь:

- какие соответствуют требованиям ТЗ, а какие их превзошли;

- как соотносятся результаты с результатами других учёных;

- анализ: **что не удалось сделать и почему** (подводя к формулировке возможных будущих задач и описывая трудности);

- **описание практического применения** работы (идеи, как применить, где и почему, что это может дать, какие количественные выигрыши или какие потребности могут быть обеспечены);

– **ТЗ на ОКР** (опытно-конструкторские работы) или на создание образца, если это подразумевается цепочкой работ.

### 3.4 Реферат к отчёту

Реферат к отчёту о НИР должен соответствовать п. 5.3 и приложению В ГОСТ 7.32-2017 и содержать статистику элементов текста, 5-7 ключевых слов и аннотацию к работе. Пример содержания и объёма реферата приведён ниже (за исключением заголовка).

Отчет 85 с, 2 кн., 22 рис., 4 табл., 21 источн., 1 прил.

## MOSFET-ТРАНЗИСТОРЫ, ШУМОВЫЕ ПАРАМЕТРЫ, ИЗМЕРЕНИЕ, ВЫСОКИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ, КЛИМАТИЧЕСКАЯ КАМЕРА, БАЗА ДАННЫХ

Работа посвящена экспериментальному получению шумовых параметров MOSFET-транзисторов при высоких (выше 80 °С) температурах.

Целью работы было выявление отличий в шумовых параметрах MOSFET от других транзисторов.

Измерения проводились в климатической камере. Контролировались: температура окружающей среды, средняя мощность входного шумового сигнала.

В результате обработки измерений получены и описаны параметры 64 транзисторов, чувствительных к температурному режиму.

Сравнительный анализ свойств MOSFET и других транзисторов показал, что существует диапазон температур, в пределах которого с точностью 1 % наблюдается сходство как в характере зависимостей, так и в значении величин. Предложено объяснение наблюдаемых явлений.

Как итог исследования создана база данных шумовых параметров MOSFET-транзисторов. База позволит уточнить модели

транзисторов и повысить точность прогноза их поведения в области высоких температур.

### 3.5 Оформление отчёта, курсовой и ВКР

При оформлении пояснительной записки необходимо руководствоваться следующими общими правилами, основанными на ГОСТ 7.32-2017 СИБИД. Отчет о научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления.

**Оформление текста работы** (п. 6.1 ГОСТ 7.32-2017). Работа печатается на одной стороне белой бумаги. Текст работы оформляется следующим образом:

- формат страницы – А4, книжная ориентация;
- поля:
  - сверху, снизу – 20 мм;
  - слева – 30 мм;
  - справа – 15 мм;
- выравнивание текста – «по ширине» (ctrl+J);
- шрифт – Times New Roman, размер шрифта – 14 пт;
- абзацные отступы:
  - слева, справа – 0 мм;
  - первая строка – 1,25 см;
- интервалы:
  - перед, после абзаца – 0 мм;
  - межстрочный интервал – 1,5.

**Оформление формул** (п. 6.8 ГОСТ 7.32-2017). Формулы делают внутритекстовыми (для них можно использовать спецсимволы (меню Вставка → Символ) или выключными, до и после которых выдерживается 1 пустая строка. Формула нумеруется, если упоминается в тексте. Выключная формула размещается в центре строки, а её номер ставится по правому краю в круглых скобках. Нумерация – сквозная по всей работе, например, (1), (2) или в рамках раздела, например, (1.1), (1.2), (2.3).

Для выключных формул лучше всего использовать редакторы формул (Microsoft Equation Editor или MathType) с настройками;

- выравнивание текста – по ширине;
- шрифт – Times New Roman;
- размер шрифта:
  - обычный – 14 пт;
  - крупный индекс – 12 пт;
  - мелкий индекс – 9 пт;
  - крупный символ – 20 пт;
  - мелкий символ – 14 пт;
  - начертание переменных: курсив.

Все переменные должны быть расшифрованы в тексте сразу после задействующей их формулы. Нужно проверить расстановку знаков препинания в предложениях с формулами. Примеры использования формул приведены ниже.

Как показал Г. Ом в работе [100], сила  $I$  тока, протекающего через резистивный участок цепи, прямо пропорциональна приложенному напряжению  $U$  и обратно пропорциональна сопротивлению участка  $R$ :

$$I = \frac{U}{R}. \quad (1.1)$$

Для двух резисторов выражение (1.1) может быть записано в виде

$$I = \frac{U}{R_1 + R_2},$$

где  $R_1$  и  $R_2$  – сопротивления резисторов.

**Оформление рисунков**, графиков, чертежей, схем, фотографий (п. 6.5 ГОСТ 7.32-2017): выравнивание рисунка и подписи – по центру, шрифт подписи – Times New Roman 14 пт. До рисунка и после подписи выдерживается одна пустая строка.

Рисунки вставляются только после их упоминания в тексте (можно даже на следующей странице). Подпись содержит слово «Рисунок» (полностью), номер рисунка (без точки после номера) и его наименование (с заглавной буквы

без точки в конце) и оформляется по образцу: «Рисунок 1.2 – Зависимость сопротивления от температуры». Нумерация сквозная по всей работе или в рамках раздела. При ссылке на рисунок в тексте слово «рисунок» пишется с маленькой буквы, полностью (например, «... на рисунке 1.2 изображено ...»). Языком всех надписей на рисунках, кроме обозначения переменных, должен быть русский. Все рисунки в этом пособии отвечают перечисленным требованиям.

Качество (dpi, ppi, lpi и др.) и формат рисунка (\*.wmf, \*.jpg, \*.png и др.) определяются научным руководителем, но они должны быть такими, чтобы при печати все линии были видны, а надписи читаемы. Не допускается растягивание рисунков, приводящее к искажению шрифтов или пикселизации линий/шрифтов.

При представлении схем следует руководствоваться ЕСКД.

**Оформление таблиц** (п. 6.6 ГОСТ 7.32-2017). Таблицы размещаются либо сразу после упоминания в тексте, либо на следующей странице. От текста до табличной надписи и после таблицы до последующего текста оставляют по одной пустой строке.

Наименование таблицы печатают над ней, слева без абзацного отступа через среднее тире после её номера (например, «Таблица 2.1 – Исходные данные») без точки в конце.

При необходимости таблицу продолжают и на следующей странице, повторив наименования колонок. В этом случае заголовки первой части делают справа без абзацного отступа с наименованием, а заголовок продолжения таблицы – справа без абзацного отступа (Продолжение таблицы 2.1). Допустимо уменьшать размер шрифта в таблице до 10 пунктов.

Заголовки колонок и строк пишут с прописной буквы в единственном числе, подзаголовки – со строчной, если они продолжают предложение, и с прописной, если нет. Точек в конце не ставят.

Если данные в какой-то ячейке таблицы не приводят, то ставят **прочерк** (среднее тире).

**Нумерация, заголовки, приложения** (п.п. 6.3, 6.14 ГОСТ 7.32-2017). Страницы следует нумеровать арабскими цифрами, соблюдая сквозную нумерацию по всему тексту. Номер страницы размещают в центре нижней части листа без точки. Титуль-

ный лист включают в общую нумерацию страниц, но номера страниц ни на титульном листе, ни на реферате не проставляют.

Основную часть текста делят на разделы, подразделы и т. д., нумеруя арабскими цифрами через разделитель-точку: разделы (сквозная нумерация по тексту – 1, 2, 3, . . . ), подразделы – 1.1, 1.2 и т. д. Заголовок раздела начинают с абзацного отступа номером (после номера точки не ставят) и затем с прописной буквы, без точки в конце (например, «2 Раздел второй» или «2.1 Первый подраздел второго раздела»). Исключениями являются наименования структурных элементов работы (РЕФЕРАТ, СОДЕРЖАНИЕ, ВВЕДЕНИЕ, ЗАКЛЮЧЕНИЕ, СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ, ПРИЛОЖЕНИЯ), которые следует располагать в середине строки без точки в конце, печатать прописными буквами, не подчеркивая.

Структурные элементы и разделы, но не подразделы начинают с новой страницы. После заголовка до текста пропускается одна пустая строка, после текста до любого заголовка – две пустые строки. Приложения (каждое с новой страницы) именуют заглавными буквами русского алфавита, располагая по центру (например, «Приложение А»), и приводят заголовок (следующей строкой по центру с заглавной буквы). Нумерация страниц во всей работе сквозная, т. е. в приложениях она продолжается.

### 3.6 Особенности цитирования чужих результатов интеллектуальной деятельности

Невозможно написать научную работу, не цитируя работы тех, кто потрудились до Вас. Мы используем ссылки на чужие разработки, формулы, законы, рисунки. Это и знак уважения к этим авторам, и аргумент в пользу того, что и Ваша работа строится на стройной системе аргументов и вполне является достоверным и заслуживающим высокой оценки исследованием или разработкой.

Права автора прописаны в ГК, наказание за их нарушение – в ГК, в административном (КОАП РФ, ст. 7.12, п. 1) и уголовном кодексах РФ (УК РФ, ст. 146). Законом разрешается безвозмездное



и без разрешения автора цитирование в ограниченных размерах для целей обучения и научных исследований. Допустимый объём заимствования определяется целями исследования, но в любом случае целые страницы дословно заимствовать нельзя.

Литература сводится в список использованных источников. Ее нумеруют по порядку упоминания и расставляют ссылки на нее в тексте. Для этого приводится номер источника в квадратных скобках, например: «Этому посвящена работа [2].». Обратите внимание на то, что между открывающей скобкой и текстом необходим пробел, а знак препинания ставится после закрывающей скобки.

Ссылки необходимо ставить в тех местах, где приводится заимствованная информация (формулы, рисунки, цифры, идеи, схемы, прогнозы науки на будущее, описания возможного рынка сбыта Ваших разработок и т. п.). Особое внимание следует уделить рисункам: закон требует указывать авторство чужих рисунков в подрисуночной подписи (см. оформление рисунка 3.1). Приведем примеры корректного заимствования чужих результатов интеллектуальной деятельности.

На сегодняшний день описаны свойства углепластиков в диапазонах частот: от 1 до 100 МГц [101], от 300 до 900 МГц [102] и от 1200 до 2400 МГц [103].

А. Эйнштейн утверждал [101]:  $E = mc^2$ .

Типичные эксперименты по проверке валидности кодов и алгоритмов требуют большого, до 10000 элементов, объема выборки [102].

Параметры экспериментов описаны в рекомендациях МСЭ [103], детали раскрыты в статьях [104, 105].

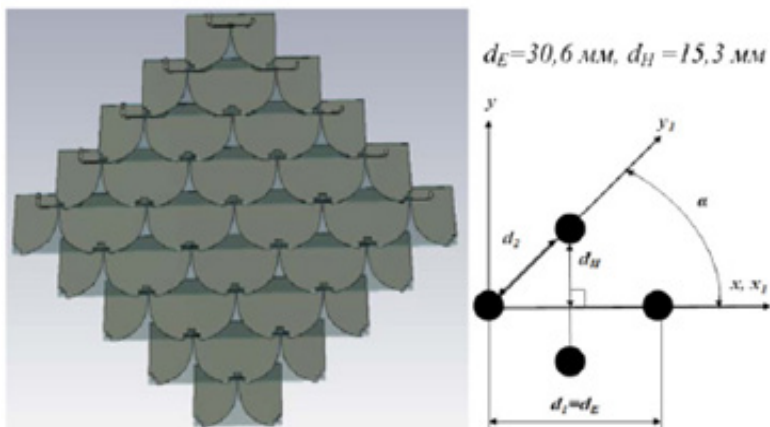


Рисунок 3.1 – Структура исследуемого сегмента АР и геометрия сетки [16]

### 3.7 Оформление списка использованных источников

Список использованных источников – это нумерованный арабскими цифрами без точки список. Отдельные его записи оформляют в соответствии с правилами формирования затекстовых ссылок по ГОСТ Р 7.0.5-2008 [15]. В сложных случаях структуру ссылки можно найти в ГОСТ 7.1-2003 или 7.0.100-2018. Пример оформления списка с комментариями (даны в скобках и выделены курсивом, в реальном списке они не нужны) приведён ниже. Дополнительными примерами могут служить интернет-ресурсы и нормативные документы из списка в конце этого пособия.

1. Sloane N. J. A., Wyner A. D. Claude Elwood Shannon: Collected papers. New York: Wiley-IEEE Press, 1993. 968 p. *(Оформление книги, не более 3 авторов.)*

2. Теория электрической связи: учебник для вузов / А. Г. Зюко [и др.]. М.: Радио и связь, 1999. 432 с. *(Оформление книги, число авторов более трёх.)*

3. Shannon C. E. Communication theory of secrecy systems // Bell System Technical Journal. 1949. Vol. 28, № 4. P. 656–715. (*Статья в журнале на иностранном языке.*)

4. Котельников В. А. Сигналы с минимальной энергией вредного спектра // Радиотехника и электроника. 1996. Т. 41, № 7. С. 773–780. (*Статья в журнале на русском языке.*)

5. Shen Y., Zhu W. A fuzzy theory-based MRI segmentation model // 2018 IEEE 15th International Conference on Networking, Sensing and Control (ICNSC). Zhuhai, China, 2018. P. 1–3. (*Материалы конференции на иностранном языке.*)

6. Брюханов Ю. А. Анализ влияния нелинейности радиотракта на прохождение сигналов с цифровыми видами модуляции // Перспективные технологии в средствах передачи информации: Материалы 12-ой международной научно-технической конференции. Т.1. Владимир: ВлГУ, 2017. С. 186–189. (*Материалы конференции на русском языке.*)

7. ГОСТ Р 7.0.53—2007 Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Библиографическая ссылка. Общие требования и правила составления. М. : Стандартинформ, 2008. 41 с. (*ГОСТ.*)

8. Пат. 2187888 Российская Федерация МПК<sup>7</sup> Н 04 В 1/38, Н 04 J 13/00. Приемопередающее устройство / Чугаева В. И.; заявитель и патентообладатель Воронеж. науч.-исслед. ин-т связи. № 2000131736/092002; заявл. 18.12.00; опубл. 20.08.02, Бюл. № 23 (2 ч.). 3 с. (*Патент или заявка.*)

9. Митрофанов Е. В. Зондирование урбанизированной среды широкополосными радиосигналами : специальность 01.04.03 Радиофизика : диссертация на соискание учёной степени кандидата физико-математических наук / Е. В. Митрофанов ; Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова. Москва, 2016. 148 с. (*Диссертация.*)

10. Екимов В. П. Моделирование полей диэлектрического волновода эллиптического сечения : специальность 010801.65 Радиофизика и электроника : выпускная квалификационная работа / В. П. Екимов ; Ярославский государственный университет им. П. Г. Демидова. Ярославль, 2011. 63 с. (*ВКР.*)

11. Документация MATLAB // Экспонента. URL: <https://docs.exponenta.ru/matlab/index.html> (дата обращения: 17.07.2020).  
(Электронный ресурс.)

## **4 Защита курсовой или выпускной квалификационной работы**

### **4.1 Защита курсовой работы и общая структура презентаций**

Защита курсовой и ВКР проходит в формате доклада и ответов на вопросы комиссии. Время, которое отводится на выступление, – 7-8 минут.

На защиту курсовой работы представляются:

- текст пояснительной записки (курсовая работа) с подписанным заданием и титульным листом в одном экземпляре;
- презентация доклада.

Можно дать общие рекомендации по **структуре презентации курсовой и ВКР**:

– первый слайд: название работы, ФИО полностью, группа, руководитель;

– второй слайд: актуальность (может быть вынесена на отдельный слайд), цель работы, задачи, решаемые в работе для достижения цели;

– современное состояние проблемы: обзор существующих методов и подходов (1-3 слайда);

– формальная постановка задачи (математическая, физическая и т. д.), описание проводимого исследования (1-2 слайда);

– сравнительный анализ полученных результатов, в том числе с известными из литературы данными или с работами коллег или теории с экспериментом или разных исследованных методов/алгоритмов/устройств друг с другом (3-7 слайдов);

– выводы и заключение: что удалось установить, как это уже было или только будет использовано, практические рекомендации. В заключение следует привести формальный перечень того, что сделано.

## 4.2 Регламент ВКР

Основные этапы подготовки к защите ВКР, их сроки и перечень необходимых документов и файлов приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Этапы подготовки в защите ВКР и необходимые материалы

№ п.п	Подготовка к процедуре защиты ВКР	Сроки
1	Основной этап – подготовка материала, составление, компоновка, оформление, распечатка ВКР, упаковка в папку.	В течение года
2	Самостоятельная проверка пояснительной записки на плагиат, определение объёма заимствований (скрин из системы Антиплагиат).	
3	Представление на выпускающую кафедру пакета документов: - пояснительную записку; - отчёт об объёме заимствования (скрин).	За 2 недели до даты защиты
4	Анализ работы научным руководителем (и рецензентом для магистерских ВКР), направление защищаемому отзыва (и рецензии)	За 3 дня до защиты
5	Анализ работы нормоконтролёром на соответствие правилам оформления и проставление штампа допуска или выдача перечня доработок	
6	Работа с замечаниями руководителя, рецензента, нормоконтролёра, исправление пояснительной записки, представление окончательного варианта работы секретарю ГАК: - распечатка 1 экз. в твёрдой пластиковой папке с зажимом и кармашком (отзыв и рецензию – в кармашек); - электронную версию ВКР в формате PDF (единым файлом, включая реферат и задание, со сканированными подписями и распознаваемым текстовым слоем); - файл скрина из системы Антиплагиат с подписью научного руководителя.	Минимум за 1 неделю до даты защиты

№ п.п	Подготовка к процедуре защиты ВКР	Сроки
7	Представление секретарю ГАК сканов: - отзыва руководителя; - рецензии на ВКР магистранта; - заполненного лицензионного договора на право размещения в базе ВКР.	Не позднее, чем за 2 дня до защиты
8	Подготовка презентации и иллюстративного материала (обязательно: распечатка презентации минимум в 3 экземплярах, по возможности разработанное устройство или ПО для демонстрации)	
9	Подготовка доклада (на 7-8 минут) и ответов на потенциальные вопросы.	
10	Предоставление ВКР в ГЭК и защита ВКР	

На защите необходимо иметь при себе папку с подписанной ВКР и вложенными оригиналами документов: отзыва руководителя, рецензии, результатов проверки на плагиат с подписью руководителя, лицензионного договора. У секретаря ГАК также должны быть к моменту защиты: электронная версия ВКР с подписями на титульном листе и задании, сканы отзыва руководителя и рецензента, скан лицензионного соглашения, скан результатов проверки на плагиат.

Помимо указанных документов, к тексту работы могут быть приложены справки о внедрении полученных результатов в практике деятельности конкретных организаций.

Защита происходит на открытом заседании ГАК. Присутствовать, задавать вопросы и участвовать в обсуждении работы могут все желающие.

Защита ВКР осуществляется в форме доклада. Доклад содержит краткую характеристику работы: объекта и предмета исследования, актуальности, научной новизны, теоретической и практической значимости работы, цели, задач и методов исследования с анализом результатов.

Порядок защиты оглашается до начала проведения заседания ГАК председателем ГАК (или секретарём):

- выступление защищающегося – 7-8 минут;
- ответы на вопросы членов комиссии;
- отзыв научного руководителя;
- рецензия;
- дискуссия;
- заключительное слово защищающегося;
- по окончании всех защит закрытое совещание членов ГАК

для принятия решений об оценке работ и о присуждении выпускникам искомой квалификации.

#### 4.3 Критерии оценивания

Оригинальная часть выпускной квалификационной работы должна удовлетворять не менее чем одному из следующих обязательных требований.

– В работе поставлена и решена оригинальная теоретическая или экспериментальная задача в области физики, техники, технологий.

– В работе осуществлено компьютерное моделирование устройств, систем или процессов с использованием пакетов прикладных компьютерных программ.

– В работе известные методы и алгоритмы применяются с получением результата, обладающего практической значимостью, либо предложено и реализовано выпускником усовершенствование известных методов и алгоритмов.

– Экспериментальная работа должна содержать программу и (или) методику испытаний и описание результатов эксперимента, выполненного выпускником или при его участии, а также может представлять собой описание действий по настройке, поверке, калибровке высокотехнологичного оборудования.

– В работе представлен разработанный студентом и хотя бы частично испытанный макетный образец установки (узел, элек-

тронная схема) или его программная реализация с описанием его функционирования.

– Работа имеет научно-методическую направленность, является законченной методической разработкой (электронный учебник, задачник, лабораторный макет и др.) и прошла апробацию.

В соответствии с Положением о государственной итоговой аттестации [17], действующим в ЯрГУ, в выпускной квалификационной работе могут использоваться только заимствования, имеющие характер необходимых для решения поставленных задач оригинальной работы цитирований, с обязательными ссылками на первоисточники. Должны быть соблюдены требования законодательства РФ в области авторского и патентного прав.

Заимствования положений, формул, рассуждений, не являющихся общеизвестными, без ссылок на первоисточники характеризуются как недобросовестные. При наличии таких заимствований в любом объеме оценка за работу снижается. В случае если оригинальный результат работы подменен недобросовестным заимствованием, выставляется оценка неудовлетворительно.

Допускается использование заимствований положений, формул, рассуждений без ссылок на первоисточники, если содержание заимствования является общеизвестным.

Дословные заимствования допускаются в исключительных случаях, когда актуальным является не только смысл, но и авторская формулировка заимствованного утверждения. В этом случае, помимо ссылки на первоисточник, должно присутствовать стандартное оформление цитаты (заключение в кавычки).

Допустимый объем заимствований со ссылкой на первоисточники в обзорном разделе (главе, параграфе) 80 %, в оригинальных разделах 30 %.

Решение об оценке принимается ГЭК после обсуждения и голосования, о чем производится соответствующая запись в Протоколе заседания ГЭК. При оценке работы комиссия принимает во внимание мнение научного руководителя, изложенное в отзыве, а также умение защищающегося излагать свои мысли и отстаивать свою позицию, проявленные в процессе защиты ВКР. Учитываются и выполнение требований к оформлению работы, и уровень



подготовки процесса защиты (доклад, иллюстративный материал и т. д.). Оценка выставляется по 5-балльной шкале.

При оценке ВКР могут быть использованы количественные критерии, приведённые в таблице 4. В столбце «шкала оценивания» для каждого критерия приведены значения баллов для трёх уровней (слева направо): «критерий не выполнен», «критерий выполнен частично», «критерий выполнен».

Таблица 4 – Критерии оценивания защиты ВКР

№	Наименование критерия	Показатели оценивания	Шкала оценивания
<b>1</b>	<b>Содержание и качество проведенного исследования</b>		
1.1	Актуальность темы исследования	Актуальность темы полностью раскрыта	0 1 2
1.2	Степень разработки исследования	Степень разработки свидетельствует о сформированном навыке критического анализа современных научных достижений и результатов деятельности по решению исследовательских и практических междисциплинарных задач	0 1 2
1.3	Качество литературного обзора	в работе дан обстоятельный анализ степени исследования проблемы, различных подходов к ее решению;	0 2 4
1.4	Методы исследования	Методы и методики исследования соответствуют заявленной теме, методы обработки и анализа данных корректны и обоснованы	0 2 4
1.5	Представление результатов	Результаты представлены в полном объеме в виде таблиц, графиков и иного иллюстративного материала	0 2 4

Продолжение таблицы 4

№	Наименование критерия	Показатели оценивания	Шкала оценивания
1.6	Интерпретация результатов	Результаты качественно проинтерпретированы с использованием современных теоретических данных, представленных в литературе. Студент способен объяснять полученные результаты, а не только констатировать их	0 3 6
1.7	Научная новизна представленных результатов	Результаты и выводы работы являются оригинальными	0 1 2
<b>2</b>	<b>Оформление ВКР</b>		
2.1	Качество оформления	Работа оформлена в соответствии с установленными требованиями	0 1 2
<b>3</b>	<b>Публичное представление ВКР</b>		
3.1	Качество презентации	Количество и качество слайдов соответствует содержанию доклада, оформление слайдов не препятствует восприятию содержания, на слайдах отражено основное содержание работы	0 1 2
3.2	Уровень представления	Доклад логично построен и хорошо представлен, полностью отражает основные результаты работы, студент свободно владеет содержанием, ясно и грамотно излагает материал, выдержан регламент выступления	0 2 4

Продолжение таблицы 4

№	Наименование критерия	Показатели оценивания	Шкала оценивания
3.3	Научная эрудиция при ответе на вопросы	Высокий уровень эрудиции, студент свободно владеет терминологией, свободно и аргументированно отвечает на вопросы и замечания комиссии	0 3 6
4	<b>Отзыв научного руководителя</b>		
4.1	Содержание отзыва научного руководителя	Руководитель позитивно оценивает процесс работы над ВКР и полученные результаты исследования	0 1 2

**Критерии оценки:**

25–40 баллов – отлично,

20–24 баллов – хорошо,

10–19 баллов – удовлетворительно,

0–10 баллов – неудовлетворительно.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. IEEE Code of etics. URL: <https://www.ieee.org/about/corporate/governance/p7-8.html> (дата обращения: 10.01.2021).

2. Реестр областей и видов профессиональной деятельности. URL: <https://profstandart.rosmintrud.ru/obshchiy-informatsionnyy-blok/natsionalnyy-reestr-professionalnykh-standartov/reestr-oblastey-i-vidov-professionalnoy-deyatelnosti/> (дата обращения: 10.01.2021).

3. Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки 11.03.01 Радиотехника, утв. приказом Минобрнауки РФ от 19 сентября 2017 г. № 931. Опубликован на официальном интернет-портале правовой информации 16.10.17 г. URL: <https://cdnimg.rg.ru/pril/146/29/65/48534.pdf> (дата обращения: 10.01.2021).

4. Паспорт специальности ВАК 01.04.03. URL: <https://www.teacode.com/online/vak/p01-04-03.html> (дата обращения: 10.01.2021).

5. Радиофизика // Физика : большой энциклопедический словарь / гл. ред. А. М. Прохоров. – 4-е изд. – М. : Большая Российская энциклопедия, 1999. –1434 с.

6. Паспорт специальности ВАК 05.12.04. URL: <https://www.teacode.com/online/vak/p05-12-04.html> (дата обращения: 10.01.2021).

7. Паспорт специальности ВАК 05.12.13. URL: <https://www.teacode.com/online/vak/p05-12-13.html> (дата обращения: 10.01.2021).

8. Кудрявцев В. В., Ильин В. А. История радиофизики – важнейшее направление в истории физики // Известия ВУЗов. Поволжский регион. Физико-математические науки. 2012. № 2 (22). С. 170–184. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/istoriya-radiofiziki-vazhneyshee-napravlenie-v-istorii-fiziki> (дата обращения: 10.01.2021).

9. ГОСТ 15.101–98 Система разработки и постановки продукции на производство. Порядок выполнения научно-исследовательских работ. Минск: ИПК Издательство стандартов, 2003. 7 с.

10. Диаграмма Ганта // Интернет-энциклопедия «Википедия». URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Диаграмма\\_Ганта](https://ru.wikipedia.org/wiki/Диаграмма_Ганта) (дата обращения: 10.01.2021).

11. ГОСТ Р 15.011-96 Системы разработки и постановки продукции на производство. Патентные исследования. Содержание и порядок проведения. М.: Стандартинформ, 2006. 16 с.

12. IEEE–Conferences. URL: <https://www.ieee.org/conferences/index.html> (дата обращения 10.01.2021).

13. Открытый каталог научных конференций, выставок и семинаров. URL: <https://konferencii.ru> (дата обращения: 10.01.2021).

14. ГОСТ 7.32–2017 СИБИБД. Отчет о научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления. М.: Стандартинформ, 2017. 33 с.

15. ГОСТ Р 7.0.5–2008 СИБИБД. Библиографическая ссылка. Общие требования и правила составления. М. : Стандартинформ, 2008. 41 с.

16. Чернышев С. Л., Виленский А. Р. Разработка и исследование модифицированной антенны Вивальди в составе плоской широкополосной антенной решётки X-диапазона // Машиностроение и компьютерные технологии. 2011. № 11. С. 44.

17. ЯрГУ-СК-П-117–2017. Положение о государственной итоговой аттестации студентов, обучающихся по образовательным программам высшего образования (с изменением от 29.03.2018 № 308). URL: [https://www.uniyar.ac.ru/upload/uf/8d7/YArGU\\_SK\\_P\\_117\\_2017-Polozhenie-o-gosudarstvennoy-itogovoy-attestatsii-s-izm.-ot-29.03.2018\\_-308.pdf](https://www.uniyar.ac.ru/upload/uf/8d7/YArGU_SK_P_117_2017-Polozhenie-o-gosudarstvennoy-itogovoy-attestatsii-s-izm.-ot-29.03.2018_-308.pdf) (доступ из сети ЯрГУ).

Учебное издание

**Артёмов** Татьяна Константиновна  
**Гвоздарев** Алексей Сергеевич  
**Лукашевич** Юрий Александрович  
**Филимонов** Владимир Львович

**Актуальные вопросы радиофизики,  
радиотехники и связи:  
руководство по выполнению  
курсовых и выпускных работ**

Учебно-методическое пособие

Редактор, корректор Л. Н. Селиванова  
Компьютерная верстка Е. Б. Половкова

Подписано в печать 28.02.2021. Формат 60×84 1/16.

Усл. печ. л. 2,79. Уч.-изд. л. 1,7.

Тираж 5 экз. Заказ

Оригинал-макет подготовлен  
в редакционно-издательском отделе  
Ярославского государственного университета

Адрес типографии:  
Ярославский государственный университет.  
150003, Ярославль, ул. Советская, 14.



