

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Владимирский государственный университет
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»

Е. С. Прусов В. А. Кечин

ОРГАНИЗАЦИЯ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО УГСН «ТЕХНОЛОГИИ МАТЕРИАЛОВ»

Учебное пособие

*Допущено Федеральным учебно-методическим объединением
по укрупненной группе специальностей и направлений 22.00.00
«Технологии материалов» в качестве учебного пособия
при подготовке бакалавров, магистров и аспирантов, обучающихся
по направлениям «Материаловедение и технологии материалов»,
«Металлургия» и 22.06.01 «Технологии материалов»*



Владимир 2020

УДК 621.74
ББК 34.61
П85

Рецензенты:

Доктор физико-математических наук, профессор
зав. кафедрой физики и прикладной математики
Владимирского государственного университета
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых
С. М. Аракелян

Доктор технических наук, доцент
зав. кафедрой технологии материалов, стандартизации и метрологии
Ярославского государственного технического университета
В. А. Иванова

Издается по решению редакционно-издательского совета ВлГУ

Прусов, Е. С. Организация научно-исследовательской ра-
П85 боты обучающихся по УГСН «Технологии материалов» : учеб.
пособие / Е. С. Прусов, В. А. Кечин ; Владим. гос. ун-т им. А. Г.
и Н. Г. Столетовых. – Владимир : Изд-во ВлГУ, 2020. – 116 с. –
ISBN 978-5-9984-1176-2.

Рассмотрены общие организационные вопросы планирования и выполнения научно-исследовательской работы студентами и аспирантами. Даны рекомендации по основным этапам научно-исследовательской работы, включая подготовку литературно-патентных обзоров, разработку методологии экспериментальных исследований, их проведение и обработку полученных данных. Изложены способы представления результатов завершённых научных исследований.

Предназначено для студентов и аспирантов высших учебных заведений, выполняющих научно-исследовательскую работу в условиях уровневой подготовки специалистов по укрупнённой группе направлений 22.00.00 «Технологии материалов».

Рекомендовано для формирования профессиональных компетенций в соответствии с ФГОС ВО.

Табл. 8. Ил. 14. Библиогр.: 27 назв.

УДК 621.74
ББК 34.61

ISBN 978-5-9984-1176-2

© ВлГУ, 2020

ВВЕДЕНИЕ

Научно-исследовательская работа студентов и аспирантов в условиях уровневой подготовки кадров – обязательный раздел образовательных программ высшего образования и одно из важнейших средств подготовки квалифицированных специалистов, способных к самостоятельной творческой работе. Необходимость формирования и развития компетенций в области научно-исследовательской деятельности закреплена в требованиях федеральных государственных образовательных стандартов. Выполнение научно-исследовательской работы способствует расширению и углублению теоретических знаний, полученных в рамках образовательной части учебных программ, а также овладению практическими навыками и методами экспериментальных исследований при решении научно-технических задач производственной направленности.

В пособии приведены рекомендации по организации научно-исследовательской работы студентов и аспирантов с учетом требований компетентностного подхода и видов профессиональной деятельности в соответствии с федеральными государственными образовательными стандартами высшего образования по направлениям, входящим в укрупненную группу 22.00.00 «Технологии материалов». Представлены общее содержание и основные формы проведения научно-исследовательской работы, определены функции научного руководителя, выделены ключевые показатели эффективности научной работы студентов и аспирантов. Значительное внимание уделено теоретической и экспериментальной работе, включая работу над литературно-патентными источниками по теме исследований, разработку методологии экспериментальных исследований и рекомендации по их проведению с использованием методов математического планирования и обработки результатов.

Авторы не ставили цель подготовить всеобъемлющее универсальное руководство для начинающих исследователей. Процесс научной работы творческий и многогранный, поэтому не может быть формализован. Кроме того, в пособии не рассматриваются общенаучные гносеологические понятия, поскольку они изучаются в специальных курсах в рамках бакалаврской и магистерской подготовки. В пособии освещены лишь общие принципы и подходы, призванные сориентировать приступающих к научной деятельности студентов и аспирантов.

Глава 1. ОРГАНИЗАЦИЯ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ И АСПИРАНТОВ

1.1. Особенности научно-исследовательской работы в условиях уровневой подготовки специалистов

Цель научно-исследовательской работы (НИР) студентов и аспирантов – подготовка к самостоятельной научно-исследовательской деятельности, основным результатом которой являются написание и успешная защита выпускной квалификационной работы (или диссертационной работы), а также к проведению научных исследований в составе творческого коллектива кафедры или лаборатории. НИР направлена на формирование и развитие соответствующих компетенций с учетом требований федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования.

Основными задачами научно-исследовательской работы студентов и аспирантов, обучающихся по укрупненной группе направлений подготовки 22.00.00 «Технологии материалов», являются:

- приобретение опыта в решении актуальных научно-технических задач в профессиональных областях, соответствующих направлению подготовки;
- приобретение компетенций в области проведения теоретических и экспериментальных научных исследований, анализа и представления их результатов;
- формирование навыков проведения библиографической работы с привлечением современных информационных технологий и систематизация необходимых материалов для выполнения выпускной квалификационной работы или диссертационной работы;
- обеспечение становления научно-исследовательского мышления и формирование представлений об основных профессиональных задачах и эффективных способах их решения;
- обеспечение готовности к профессиональному самосовершенствованию, развитию инновационного мышления и творческого потенциала, профессионального мастерства;
- овладение навыками получения новых знаний с использованием современных образовательных технологий;
- приобретение навыков проведения лабораторных и производственных экспериментов с применением методов математического

планирования, а также обработки и интерпретации полученных результатов с помощью специализированного программного обеспечения;

– овладение современными методами исследований структуры и свойств материалов.

Научно-исследовательская работа – один из основных видов профессиональной деятельности выпускников, предусмотренных федеральными государственными образовательными стандартами и учебными планами по всем направлениям и уровням подготовки в рамках укрупненной группы 22.00.00 «Технологии материалов». При переходе к многоуровневой модели образования компетенции в области научно-исследовательской деятельности становятся одними из наиболее важных и системообразующих. Федеральные государственные образовательные стандарты высшего образования по соответствующему направлению подготовки содержат целый ряд компетенций, ориентированных на развитие у выпускника способностей к решению различных профессиональных задач в аспекте научно-исследовательской деятельности.

Результаты обучения, достигаемые при выполнении научно-исследовательской работы на различных уровнях высшего образования, определяются спектром формируемых компетенций и в общем случае могут включать:

1) на уровне бакалавриата:

а) *знать*: понятия о научных фактах, принципах, законах, теориях, методах, гипотезах; определение, цели и принципы научного исследования; эмпирические и теоретические задачи, классификацию научных исследований; этапы научного исследования; основные цели, функции, составляющие элементы государственной системы научно-технической информации; понятия научного направления, проблемы и темы, этапы процесса постановки проблем и выбора темы исследования; требования к теме научного исследования; понятия цели, задачи, объекта и предмета исследования; общие и специальные методы исследования, классификацию и характеристику составляющих их элементов; принципы оценки эффективности научных исследований; этапы процесса внедрения результатов научных исследований; особенности профессиональной речи и текста научной работы;

основные направления научно-исследовательской работы выпускающей кафедры;

б) уметь: развивать свой общекультурный и профессиональный уровень и самостоятельно осваивать новые методы исследования; изменять профиль своей профессиональной деятельности; самостоятельно приобретать и применять на практике новые знания и умения; использовать современные источники научной информации; обобщать и критически оценивать результаты, полученные отечественными и зарубежными исследователями; выявлять и формулировать актуальные научно-технические задачи; обосновывать актуальность, теоретическую и практическую значимость выбранной темы научного исследования; представлять результаты проведенного исследования в виде отчетов, научных статей и докладов; оформлять заявки на изобретения или рационализаторские предложения;

в) владеть: навыками публичных деловых и научных коммуникаций; планирования и проведения самостоятельных экспериментальных исследований в соответствии с разработанной программой; обработки и представления результатов исследований; подготовки отчетов о научно-исследовательской работе; методами структурного анализа материалов и испытаний свойств изделий;

2) на уровне магистратуры:

а) знать: понятия научного направления, проблемы и темы, этапы процесса постановки научных проблем и выбора темы: формулирование, требования к теме научного исследования, основные требования к целям, задачам, объектам и предметам исследования; цели и задачи научной коммуникации, особенности научного стиля речи, теоретико-методологические основы научной риторики; методы технико-экономической оценки научных и инновационных решений; требования к содержанию и правила оформления рукописей для публикации с применением современных программных средств редактирования; регламентирующие нормативно-технические документы по оформлению отчетов о НИР, патентных обзоров и библиографических списков; теоретико-методологические основы научной деятельности в части планирования и проведения аналитических, имитационных и экспериментальных исследований; принципы и методы обработки и анализа данных;

б) уметь: определять содержание изучаемой проблемы, самостоятельно формулировать цели и задачи исследования, выдвигать и обосновывать исследовательские гипотезы; представлять результаты научной деятельности в устной и письменной формах, самостоятельно мыслить, обосновывать, аргументированно доказывать и отстаивать собственные убеждения; применять современные математические методы анализа при оценке целесообразности разработки и внедрения научно-технической и инновационной продукции; представлять полученные научные результаты академической общественности и бизнес-сообществу в форме законченных научно-исследовательских разработок, включая отчеты о научно-исследовательской работе, литературные и патентные обзоры, тезисы докладов и научных статей, текст выпускной квалификационной работы (или диссертационной работы); самостоятельно планировать и проводить экспериментальные исследования, критически оценивать данные и делать выводы;

в) владеть: системными, аспектными и концептуальными подходами к формулированию целей и задач исследований в соответствии со спецификой решаемой научно-технической проблемы; навыками применения риторических приемов и принципов построения научной речи, навыками полемики и участия в научной дискуссии; методами количественного анализа эффективности научно-исследовательских работ, навыками расчета и анализа технико-экономических показателей производственно-технологических систем; навыками разработки и оформления научно-технической документации, опубликования результатов выполненных научных исследований; навыками самостоятельного планирования и проведения экспериментальных исследований по профилю профессиональной деятельности;

3) на уровне аспирантуры:

а) знать: методы научно-исследовательской деятельности; методы критического анализа и оценки современных научных достижений; приемы генерирования новых идей при решении исследовательских задач; особенности представления результатов научной деятельности в устной и письменной формах при работе в российских и международных исследовательских коллективах; методы и техноло-

гии научной коммуникации на государственном и иностранном языках; требования к содержанию и правила оформления статей для публикации в рецензируемых научных изданиях; нормативно-правовые основы и этические нормы научной деятельности;

б) уметь: осуществлять отбор материала, характеризующего достижения науки с учетом специфики направления подготовки; ставить задачи и выполнять научные исследования при решении конкретных задач по направлению подготовки с использованием современной аппаратуры и вычислительных средств; формировать и отстаивать собственную позицию по различным направлениям исследований; анализировать альтернативные варианты решения исследовательских задач и оценивать потенциальный эффект от реализации этих вариантов; при решении исследовательских и практических задач – генерировать новые идеи, исходя из имеющихся ресурсов и ограничений; формулировать цели личностного и профессионального развития и условия их достижения, исходя из тенденций развития области профессиональной деятельности; следовать нормам, принятым в научном общении при работе в российских и международных исследовательских коллективах с целью решения научных и научно-образовательных задач; осуществлять личностный выбор в процессе работы в российских и международных исследовательских коллективах, оценивать последствия принятых решений и нести за них ответственность перед коллегами и обществом;

в) владеть: навыками анализа основных методологических проблем, в том числе междисциплинарного характера, возникающих при решении исследовательских и практических задач; навыками критической оценки результатов коллективной деятельности по решению научных и научно-образовательных задач, в том числе ведущейся на иностранном языке; технологиями планирования и реализации профессиональной деятельности в сфере научных исследований; приемами выявления и осознания своих возможностей, личностных и профессионально значимых качеств с целью их совершенствования; организаторскими способностями, навыками планирования и распределения работы между членами исследовательского коллектива.

1.2. Содержание и формы научно-исследовательской работы

Содержание и формы научно-исследовательской работы основываются на требованиях, определённых федеральными государственными образовательными стандартами высшего образования. Выполнение заданий по НИР предполагает наличие у студентов и аспирантов соответствующих знаний в области физической химии, материаловедения, теории литейных процессов, технологии литейного производства, технологии получения отливок из сплавов на основе черных и цветных металлов, методологии научных исследований.

В зависимости от вида научного исследования, проводимого студентом или аспирантом по теме выпускной квалификационной работы или диссертационного исследования (теоретико-прикладное, системно-проблемное, экспериментальное, теоретико-методическое и др.), выполняются производственно-технологические или лабораторные НИР: первые – с привлечением экспериментальной базы предприятий-партнеров, вторые – на базе научных лабораторий выпускающих кафедр.

Ниже рассмотрено содержание научно-исследовательской работы, выполняемой студентами и аспирантами с учетом различных уровней подготовки (бакалавриат, магистратура, аспирантура) по реализуемым кафедрой образовательным программам.

В рамках образовательных программ бакалавриата следует выделить три основных вида учебно-исследовательской и научно-исследовательской работы:

- учебно-исследовательская работа, интегрированная в учебный процесс и выполняемая в обязательном порядке (практические и лабораторные занятия, курсовые работы, содержащие элементы научных исследований);
- научно-исследовательская работа, дополняющая учебный процесс и выполняемая во внеучебное время (участие студентов в научных кружках, семинарах, конференциях, выставках, олимпиадах и конкурсах);
- научно-исследовательская работа, выполняемая параллельно учебному процессу и ориентированная на подготовку студента к конкретной области научной деятельности (участие в плановых научных исследованиях кафедры).

В задачи будущего бакалавра при выполнении научно-исследовательской работы входит:

- освоение методов рационального математического планирования экспериментальных исследований и статистической обработки результатов;
- овладение навыками работы на лабораторном оборудовании и методами проведения научных исследований в области материаловедения;
- овладение навыками презентации результатов научных исследований;
- формирование навыков работы в научных коллективах и освоение методов организации научной работы;
- изучение правил оформления научно-технических отчетов.

Структура научно-исследовательской деятельности студентов, обучающихся по программам **бакалавриата**, предусматривает непрерывное участие в научной работе в течение всего периода обучения. При этом система подготовки студентов построена таким образом, чтобы сложность и объемы приобретаемых знаний, умений и навыков в ходе выполнения научной работы возрастали постепенно. На первом и втором курсах основное содержание учебно-исследовательской работы состоит в общенаучной подготовке, направленной на формирование перспективных навыков и приобретение базовых знаний, необходимых для выполнения научной работы. Для этого выполняется реферативная работа, проводятся лабораторные практикумы с элементами научных исследований. На третьем курсе в ходе общетехнической и специальной подготовки и при выполнении самостоятельных исследовательских заданий формируются навыки научной работы, осваиваются методы и средства проведения исследований. На этом и последующих этапах предусмотрено обязательное участие в студенческих конференциях и конкурсах научных работ. На завершающем, четвертом, курсе обучения происходит закрепление и совершенствование знаний, умений и навыков, развитие творческого мышления и подходов к решению конкретных исследовательских задач. На этом этапе обеспечивается методологическая подготовка к научной деятельности в рамках изучения специальных дисциплин: «Методы исследо-

вания материалов и процессов», «Основы инженерного и научного эксперимента», «Защита интеллектуальной собственности» и др. Реализуются различные формы самостоятельной научно-исследовательской деятельности студентов по индивидуальным заданиям и – в отдельных случаях – подготовка специальных научно-исследовательских выпускных квалификационных работ.

В отличие от программ бакалавриата **магистратура** представляет собой особую форму обучения специалистов, подготовленных к научно-исследовательской деятельности в конкретной предметной области. Научно-исследовательская работа магистрантов проводится согласно графику учебного процесса в течение первых трех семестров обучения в магистратуре, при этом последний (четвертый) семестр отводится на анализ, обобщение и оформление полученных результатов. Содержание научно-исследовательской работы определяют руководители программ подготовки магистров с учетом интересов и возможностей образовательных организаций, в которых она проводится.

В задачи магистранта при выполнении научно-исследовательской работы входит:

- исследование структуры и содержания выполняемых работ по предмету исследования;
- ознакомление с опытом кафедры по изучению объекта исследования;
- анализ, систематизация и обобщение научно-технической, в том числе патентной, информации по теме исследований;
- проведение теоретических и экспериментальных исследований в рамках поставленных задач;
- обработка и анализ полученных экспериментальных результатов с применением математических методов;
- сравнение результатов исследований с отечественными и зарубежными аналогами.

Примерное содержание и этапы научно-исследовательской работы магистрантов приведены в табл. 1.

Таблица 1

*Примерное содержание и этапы научно-исследовательской
работы магистрантов*

Этап научно-исследовательской работы	Виды научной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Формы текущего контроля успеваемости
	Консультации	Экспериментальная работа	Публикационная работа	СРС*	
1-й семестр					
Подготовительный этап: инструктаж по технике безопасности; составление плана работы; знакомство с информационно-методическими источниками; теоретическая подготовка по программе НИР; ознакомление с тематикой научно-исследовательских работ кафедры и выбор темы исследования, оценка ее актуальности	10	–	–	40	Собеседование
Основной этап: библиографическое исследование и патентный поиск по выбранной теме научной работы с постановкой цели и задач исследований; участие в организации и проведении научных, научно-практических конференций, круглых столов, дискуссий, диспутов, организуемых кафедрой	10	–	–	90	Собеседование
Заключительный этап: составление литературно-патентного обзора состояния исследований в предметной области, подготовка промежуточного отчета о НИР за семестр, защита отчета	–	–	–	30	Защита отчета о НИР

*СРС – самостоятельная работа студентов.

Продолжение табл. 1

Этап научно-исследовательской работы	Виды научной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Формы текущего контроля успеваемости
	Консультации	Экспериментальная работа	Публикационная работа	СРС*	
2-й семестр					
Подготовительный этап: инструктаж по технике безопасности; составление плана работы; знакомство с информационно-методическими источниками; теоретическая подготовка по программе НИР; ознакомление с экспериментально-исследовательским и технологическим оборудованием кафедры и/или предприятия – индустриального партнера	10	–	–	40	Собеседование
Основной этап: разработка методологии проведения исследований, выбор методов и средств для выполнения теоретических, лабораторно-экспериментальных и/или производственных научно-исследовательских работ; участие в организации и проведении научных, научно-практических конференций, круглых столов, дискуссий, диспутов, организуемых кафедрой	10	30	–	60	Собеседование
Заключительный этап: подготовка промежуточного отчета о НИР за семестр, защита отчета	–	–	–	30	Защита отчета о НИР

Продолжение табл. 1

Этап научно-исследовательской работы	Виды научной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Формы текущего контроля успеваемости
	Консультации	Экспериментальная работа	Публикационная работа	СРС*	
3-й семестр					
Подготовительный этап: инструктаж по технике безопасности; составление плана работы; знакомство с информационно-методическими источниками; теоретическая подготовка по программе НИР; подготовка к проведению экспериментально-исследовательских работ на базе кафедры и/или предприятия – индустриального партнера	10	–	–	40	Собеседование
Основной этап: выполнение теоретических и экспериментальных научно-исследовательских работ и обработка полученных данных; участие в организации и проведении научных, научно-практических конференций, круглых столов, дискуссий, диспутов, организуемых кафедрой; участие в конкурсах научно-исследовательских работ; публикация результатов исследований	10	30	20	40	Собеседование
Заключительный этап: подготовка промежуточного отчета о НИР за семестр, защита отчета	–	–	–	30	Защита отчета о НИР

Окончание табл. 1

Этап научно-исследовательской работы	Виды научной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Формы текущего контроля успеваемости
	Консультации	Экспериментальная работа	Публикационная работа	СРС*	
4-й семестр					
Подготовительный этап: инструктаж по технике безопасности; составление плана работы; знакомство с информационно-методическими источниками; теоретическая подготовка по программе НИР; подготовка к проведению экспериментально-исследовательских работ на базе кафедры и/или предприятия – промышленного партнера	10	–	–	40	Собеседование
Основной этап: выполнение теоретических и экспериментальных научно-исследовательских работ и обработка полученных данных; участие в организации и проведении научных, научно-практических конференций, круглых столов, дискуссий, диспутов, организуемых кафедрой, участие в конкурсах научно-исследовательских работ; публикация результатов исследований	40	170	50	160	Собеседование
Заключительный этап: подготовка итогового отчета о НИР, защита отчета	10	–	–	60	Защита отчета о НИР
<i>Всего</i>	120	230	70	660	–

Конкретное содержание научно-исследовательской работы магистранта планирует научный руководитель. Оно отражается в индивидуальном плане НИР, который утверждает заведующий кафедрой.

В ходе научно-исследовательской работы магистрант обязан выполнять все виды работ, предусмотренные индивидуальным планом, подчиняться правилам внутреннего распорядка университета и требованиям техники безопасности, отчитываться о проделанной работе.

Аспирантура как третья ступень высшего образования представляет собой систему подготовки кадров высшей квалификации в научно-педагогической сфере. Срок получения образования по программе аспирантуры при очной форме обучения составляет четыре года. Научно-исследовательская работа аспирантов по форме и содержанию должна соответствовать требованиям федерального государственного образовательного стандарта и критериям, установленным для научно-квалификационной работы (диссертации) на соискание ученой степени кандидата наук и регламентированным Постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 года № 842 (ред. от 01 октября 2018 года, с изм. от 26 мая 2020 года) «О порядке присуждения ученых степеней».

Содержание научно-исследовательской работы аспиранта может включать научную деятельность по тематике диссертационной работы, доклады на научных конференциях и семинарах, подготовку научных статей, оформление заявок на патенты, участие в конкурсах грантов различного уровня, а также подготовку и защиту диссертации на соискание ученой степени кандидата наук.

В процессе организации и проведения научно-исследовательской работы студентов и аспирантов могут быть использованы следующие **образовательные и научно-исследовательские технологии**:

1) *образовательные технологии*: семинары в диалоговом режиме с элементами дискуссии, лабораторные практикумы, выступления с научными докладами, разбор конкретных ситуаций научно-производственной направленности;

2) *научно-исследовательские технологии*: а) *структурно-логические технологии*, представляющие собой поэтапную организацию постановки дидактических задач, выбора способа их решения, анализа и оценки полученных результатов; б) *проектные технологии*, направленные на формирование критического и творческого мышления, умения работать с информацией и реализовывать собственные проекты в рамках выпускной квалификационной работы; в) *диагностические технологии*, позволяющие выявить проблему, обосновать ее актуальность, провести предварительную оценку применения комплекса исследовательских методов и их возможностей для решения конкретных научно-технических задач;

3) *мультимедийные технологии*: ознакомительные лекции и инструктаж студентов и аспирантов во время научно-исследовательской работы проводят в аудиториях, оборудованных экраном, видеопроектором и персональными компьютерами. Это позволяет экономить время, затрачиваемое на изложение необходимого материала, и увеличить его объем. Кроме того, в мультимедийных аудиториях проводят научные семинары студентов и аспирантов;

4) *дистанционная форма консультаций* реализуется во время выполнения конкретных этапов научно-исследовательской работы и подготовки отчета;

5) *компьютерные технологии и программные продукты* применяются для сбора и систематизации научно-технической информации, разработки планов, моделирования различных процессов, проведения требуемых программой научно-исследовательской работы расчетов, математической обработки результатов экспериментальных исследований и т. д.;

6) *использование интернет-технологий* способствует индивидуализации учебного процесса и обращению к современным познавательным средствам.

Аттестация по итогам НИР проводится на основании защиты оформленного отчета. Результаты аттестации приравниваются к оценкам по дисциплинам образовательного цикла и учитываются при

подведении итогов промежуточной (сессионной) аттестации студентов и аспирантов.

При аттестации отчет о научно-исследовательской работе оценивается по следующим критериям:

- соответствие содержания отчета теме выпускной квалификационной работы, целям и задачам НИР;
- логичность и последовательность изложения материала;
- корректное изложение смысла основных научных идей, их теоретическое обоснование;
- наличие и обоснованность выводов по НИР;
- объем проработки патентных источников;
- широкое использование иностранных источников;
- использование методов математического планирования и статистической обработки результатов экспериментальных исследований;
- применение специализированного программного обеспечения;
- правильность оформления (структурная упорядоченность, ссылки на цитаты, оформление графических материалов, соответствие ГОСТам и правилам компьютерного набора текста и т. д.);
- объем и качество графических материалов;
- отсутствие орфографических и пунктуационных ошибок.

Рекомендации по составлению отчета о НИР с учетом действующих стандартов приведены в гл. 3.

1.3. Планирование научно-исследовательской работы

Планирование научно-исследовательской работы студентов и аспирантов координирует выпускающая кафедра. Общее руководство научно-исследовательской работой – обязанность заведующего кафедрой, который контролирует деятельность научных руководителей студентов и аспирантов.

Непосредственное руководство выполнением плана научно-исследовательской работы студента или аспиранта – обязанность его

научного руководителя. Состав научных руководителей определяется в начале учебного года заведующим кафедрой и утверждается приказом по университету.

Конкретное содержание научно-исследовательской работы определяет научный руководитель и отражает в индивидуальном плане, который утверждают на заседании кафедры и фиксируют в каждом семестре в отчете по научно-исследовательской работе.

Требования к руководителю НИР и количественный предел одновременного руководства несколькими студентами (аспирантами) одним руководителем установлены в федеральных государственных образовательных стандартах высшего образования. В частности, непосредственное руководство магистрантами осуществляется руководителями, имеющими ученую степень и ученое звание. При этом допускается одновременное руководство не более чем тремя магистрантами. Научный руководитель аспиранта должен иметь ученую степень, вести самостоятельную научно-исследовательскую деятельность по направлению подготовки, иметь публикации в ведущих отечественных и (или) зарубежных рецензируемых научных журналах и изданиях, а также проводить апробацию результатов указанной научно-исследовательской деятельности на национальных и международных конференциях.

Научный руководитель студента или аспиранта:

- согласовывает программу научно-исследовательской работы и календарные сроки ее проведения;
- проводит необходимые организационные мероприятия по выполнению программы научно-исследовательской работы;
- ставит задачи студентам по самостоятельной работе в период научно-исследовательской работы, выдает индивидуальные задания, оказывает соответствующую консультационную помощь;
- дает рекомендации по подбору и использованию литературных источников по теме НИР;
- согласовывает график проведения научно-исследовательской работы и контролирует ход ее выполнения;

- оказывает помощь по всем вопросам, связанным с выполнением научно-исследовательской работы, в том числе по подготовке докладов на конференциях и научных семинарах, оформлению результатов НИР в виде статей и заявок на объекты интеллектуальной собственности, подготовке работ для представления на конкурсы и выставки студенческих работ, а также по оформлению отчета;
- участвует в работе комиссии по защите отчетов студентов по НИР.

Составление индивидуального плана начинают с конкретизации темы и формулировки цели работы и задач исследований. Далее определяют этапы работы, которые, как правило, соответствуют учебным семестрам. В начале каждого семестра составляют рабочий календарный план научно-исследовательской работы с указанием сроков выполнения отдельных пунктов. Пункты календарного плана могут содержать составление литературно-патентного обзора по теме НИР, выполнение экспериментальных исследований, оформление результатов в виде подготовки докладов на конференции, заявок или статей, составление отчета и др.

Если в процессе выполнения исследований получены неожиданные результаты, влияющие на направление дальнейшей работы, студент (аспирант) может внести необходимые уточнения или изменения в план работ по согласованию с научным руководителем.

Студент (аспирант) при осуществлении научно-исследовательской работы получает от руководителя указания, рекомендации и разъяснения по всем вопросам, связанным с организацией и выполнением НИР, отчитывается о промежуточных результатах в соответствии с графиком ее проведения.

По итогам выполнения индивидуального плана НИР на основании представленного отчета в конце каждого семестра научный руководитель проводит аттестацию магистрантов и аспирантов. Отчет о НИР, завизированный научным руководителем, представляется на кафедру. К отчету прилагают ксерокопии статей и тезисов докладов,

опубликованных магистрантом (аспирантом) за текущий семестр. Наличие утвержденного отчета о НИР – условие допуска магистранта к защите магистерской диссертации. Обсуждение результатов научно-исследовательской работы магистрантов должно быть проведено с привлечением представителей работодателя.

1.4. Показатели эффективности научно-исследовательской работы

Эффективность научно-исследовательской работы студентов (НИРС) – один из показателей, по которым оценивается научная работа университета в целом. **Критерии оценки результативности научно-исследовательской работы студентов и аспирантов** включают:

- доклады на научных конференциях и семинарах регионального, всероссийского и международного уровней;
- экспонаты, представленные на выставках с участием студентов и аспирантов;
- научные публикации в отечественных и зарубежных изданиях;
- медали, дипломы, грамоты, премии, полученные на различных конкурсах и выставках;
- заявки, поданные на объекты интеллектуальной собственности;
- охранные документы, полученные на объекты интеллектуальной собственности;
- заключенные лицензионные договоры на использование интеллектуальной собственности;
- проекты, заявленные на конкурсы грантов;
- гранты, выигранные студентами и аспирантами;
- стипендии президента и правительства Российской Федерации, получаемые студентами и аспирантами.

Формы стимулирования студентов за высокие результаты в сфере научно-исследовательской деятельности:

- публикации научных работ;
- выдвижение на конкурсной основе наиболее одаренных студентов на соискание государственных научных стипендий, стипендий Ученого совета университета, именных стипендий и стипендий, учреждаемых различными организациями и фондами, предоставление грантовой поддержки при проведении НИР и др.;
- представление лучших студенческих работ на конкурсы, выставки с награждением победителей грамотами, дипломами, медалями, присвоением звания лауреата;
- командирование для участия в студенческих научных конференциях и олимпиадах;
- рекомендации для обучения или стажировки за рубежом;
- рекомендации для обучения в аспирантуре университета с предоставлением права преимущественного зачисления;
- моральное и материальное поощрение студентов с объявлением благодарности, награждением грамотами, дипломами, денежными и иными премиями за высокие результаты в научно-исследовательской деятельности.

Итогом выполнения научно-исследовательской работы студентов и аспирантов считается защита выпускных квалификационных работ и формирование рекомендаций по внедрению результатов при решении конкретных производственных задач в условиях промышленных предприятий.

Контрольные вопросы

1. Каковы основные цели и задачи научно-исследовательской работы студентов и аспирантов?
2. Каковы различия в содержании научно-исследовательской работы, выполняемой при обучении на каждом из уровней высшего образования?

3. Какие образовательные технологии используются при организации научно-исследовательской работы студентов и аспирантов?

4. Какие результаты образования достигаются с помощью выполнения НИР?

5. В чем заключаются функции научного руководителя студента или аспиранта?

6. Какие требования предъявляют к квалификации научного руководителя студента или аспиранта?

7. По каким критериям оценивается результативность научно-исследовательской работы студентов и аспирантов?

8. Каковы основные формы поощрения студентов и аспирантов за высокие показатели в научно-исследовательской работе?

Глава 2. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЫ

Перед началом выполнения НИР научный руководитель проводит общий инструктаж с прикрепленными студентами или аспирантами, разъясняет цели, задачи и порядок выполнения работ, общие требования по технике безопасности, форме и срокам отчетности. Индивидуальный инструктаж по технике безопасности проводится с соответствующей регистрацией в специальных журналах. Перед допуском к работе на отдельных видах оборудования работники лаборатории проводят дополнительный инструктаж, регистрируя процесс в специальном журнале, если это предусмотрено правилами работы на данном оборудовании.

Работая в лаборатории, студенты и аспиранты несут ответственность за сохранность оборудования и приборов. После окончания работы в их обязанности входит уборка рабочего места, приведение в порядок и сдача учебному мастеру или другому работнику лаборатории используемого оборудования, установок и приборов.

Студенты и аспиранты обязаны вести конспект проработанной литературы по тематике НИР и дневник работы, в который подробно вносятся все исходные данные об исследуемых материалах и процессах, описание оборудования и методик исследования, результаты всех опытов и расчетов: табличные данные, основные и вспомогательные графики, диаграммы, фотографии и др. В дневнике систематически фиксируются дата проведения эксперимента, условия опыта, все полученные экспериментальные данные и наблюдения. Обрабатывать экспериментальные данные рекомендуется сразу после окончания опыта, поскольку это позволяет своевременно обнаружить ошибки и внести соответствующие корректировки в план и методику дальнейших исследований.

Рабочий дневник – основной первичный документ по НИР, который служит основой для составления отчета; он аккуратно заполняется студентами и регулярно просматривается научным руководителем.

2.1. Поиск научной информации и подготовка литературно-патентного обзора по теме исследования

Перед началом экспериментальных работ необходимо провести информационный поиск в форме литературно-патентного обзора, цель которого – ознакомление с отечественной и зарубежной научно-технической информацией по исследуемому вопросу. Экспоненциальный рост научных данных за последнее столетие существенно ограничивает возможности их своевременного восприятия и усвоения, поэтому для специалистов возникает угроза нарастающего отставания от современного уровня развития науки и техники. По статистическим сведениям, около одной трети выполняемых экспериментальных работ проводятся вследствие **недостаточной информированности экспериментаторов об аналогичных исследованиях**. В этой связи систематическая работа с источниками научно-технической информации – один из основных видов деятельности современного ученого или практикующего специалиста.

Изучение истории разработок в проблемной области позволяет избежать дублирования ранее выполненных работ и повторения уже раскритикованных ошибок, раскрывает нерешенные вопросы, облегчает использование опыта предшественников. Рассмотрение проблемы в динамике дает возможность проследить общие тенденции ее развития и наметить дальнейшие пути решения поставленных задач.

Виды научных изданий и их классификация

На первом этапе информационного поиска следует подобрать основные научные издания по рассматриваемой проблеме. Издания классифицируются по различным критериям, которые регламентирует ГОСТ 7.0.60-2020 «Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Издания. Основные виды. Термины и определения». В зависимости от целевого назначения различают научные, научно-популярные, производственно-практические, учебные, справочные и другие издания. Согласно стандарту **по характеру информации** выделяют следующие виды научных и научно-популярных изданий:

- *монография* – научное или научно-популярное издание, содержащее полное и всестороннее исследование одной проблемы или темы и принадлежащее одному или нескольким авторам;

- *сборник научных трудов* – сборник, содержащий исследовательские материалы научных учреждений, учебных заведений или обществ;
- *материалы конференции* (съезда, симпозиума) – неперIODический сборник, содержащий итоги конференции в виде докладов, рекомендаций, решений;
- *препринт* – научное издание, содержащее материалы предварительного характера, опубликованные до выхода в свет издания, в котором они могут быть помещены;
- *тезисы докладов или сообщений научной конференции* (съезда, симпозиума) – научный неперIODический сборник, содержащий опубликованные до начала конференции материалы предварительного характера (аннотации, рефераты докладов или сообщений);
- *автореферат диссертации* – научное издание в виде брошюры, содержащее составленный автором реферат проведенного им исследования, представляемого на соискание ученой степени.

Для систематизации научной и других видов литературы применяют различные **варианты библиотечно-библиографической классификации**. Наиболее широко распространена международная система *универсальной десятичной классификации (УДК)*, лежащая в основе организации систематических каталогов библиотек по содержанию признаков. Система УДК охватывает все области знаний и строится по иерархическому десятичному принципу, в соответствии с которым вся совокупность знаний делится на десять отделов, каждый из них в свою очередь делится на десять подразделов и т. д. Система предусматривает неограниченные возможности деления на подклассы, при этом каждые последующие три цифры индекса отделяются точкой. Присоединение последующего знака означает, что рассматриваемая область знания представляет собой подраздел более крупной тематической области. Чем уже тематическая направленность индексируемого документа, тем более дробный индекс ему присваивается.

Для поиска индексов УДК наиболее часто используется справочник по универсальной десятичной классификации (УДК) (URL: <http://teacode.com>). Рассмотрим *последовательность выбора индекса УДК* для документов по общим вопросам литейного производства. Прикладные науки отнесены к отделу 6. Инженерному делу и технике

соответствует индекс 62. Общее машиностроение и технология машиностроения характеризуются индексом 621. Индексом 621.7 обозначены различные технологические процессы в машиностроении. Таким образом, подразделу «Литейное производство. Технология (способы) и оборудование» соответствует индекс 621.74.

Если документ имеет отношение к нескольким областям науки, ему может быть присвоен комбинированный индекс УДК, образованный путем объединения кодов различных классов. В этом случае последующие индексы присоединяют к первому с помощью знаков «+» или «:». При равном значении классов их перечисляют в алфавитном порядке, а при заметном преобладании значения какого-либо класса его выносят на первое место. В качестве вспомогательных средств индексирования могут быть использованы общие и специальные определители, применяемые для индексирования документов по дополнительным признакам.

Методика индексирования документов по УДК регламентируется ГОСТ 7.90-2007 «Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Универсальная десятичная классификация. Структура, правила ведения и индексирования».

Государственный рубрикатор научно-технической информации (ГРНТИ) регламентирован ГОСТ Р 7.0.49-2007 и представляет собой универсальную иерархическую классификацию областей знания, принятую для систематизации всего потока научно-технической информации в Российской Федерации и странах СНГ. Последнее печатное издание рубрикатора датировано 2007 годом и включает в качестве справочной информации индексы УДК и коды «Номенклатуры специальностей научных работников». Электронное издание ГРНТИ доступно на сайте ФГБНУ НИИ РИНКЦЭ (URL: <http://www.extech.ru>). ГРНТИ предназначен для описания тематики информационных потоков в различных процессах научно-информационной деятельности при решении следующих задач [1; 2]:

- определении тематического охвата информационных служб, систем, баз и банков данных;
- формировании информационных массивов с целью обмена;
- систематизации материала в информационных изданиях;
- тематическом индексировании и поиске документов в фондах;
- адресации запросов в информационных сетях;

- объединении системы локальных классификаций научной и технической информации в единую понятийную иерархию;
- обеспечении совместимости различных информационных классификаций через систему сопоставительных (трансляционных) таблиц.

ГРНТИ используется в Российском индексе научного цитирования (РИНЦ), а также при отнесении научно-исследовательских работ к конкретной области знаний.

В отличие от УДК рубрикатор строится по центимальному принципу (на каждом уровне возможно деление на 100 подклассов) и в каждом тематическом разделе содержит три уровня классификационной иерархии. Рубрики верхнего уровня разделены на четыре группы: «Общественные науки» (коды с 00 по 26), «Естественные и точные науки» (коды с 27 по 43), «Технические и прикладные науки. Отрасли экономики» (коды с 44 по 80) и «Межотраслевые проблемы» (коды с 81 по 90). Для студентов и аспирантов группы направлений подготовки 22.00.00 «Технологии материалов» интерес представляют следующие разделы рубрикатора:

- 53 – Metallургия;
- 55 – Машиностроение;
- 61 – Химическая технология. Химическая промышленность.

Основным источником информации для литературных обзоров являются **статьи в научных журналах**, которые оперативно и обстоятельно освещают определенный вопрос. Статьи в журналах проходят строгий отбор и рецензирование, что способствует предоставлению только качественной научной информации. При этом чем выше уровень авторитета журнала, тем жестче критерии отбора публикуемых в нем статей.

Статьи в научных журналах делятся на три основные категории:

- *оригинальное научное исследование* (Original Research Article) – последовательное изложение основных результатов и выводов по итогам выполнения научно-исследовательских работ;
- *обзорная статья* (Review Article) – анализ опубликованной информации в определенной тематической области;

- *краткие сообщения* (Letters/Communications) – сжатое описание новых результатов для быстрого закрепления приоритета в открытии обнаруженных явлений или закономерностей.

При подготовке литературного обзора важно оценить качество источника научной информации, используя общепринятые **библиометрические показатели** [3]. Основным критерием уровня журнала и характеристикой его авторитетности является **импакт-фактор** (Impact Factor), позволяющий по формальным признакам сравнивать различные научные издания. Он показывает среднее число цитирований каждой опубликованной в журнале статьи в течение двух последующих лет после ее выхода. Различные реферативно-библиографические базы используют разные способы подсчета цитируемости и импакт-факторов журналов. Наиболее часто используемыми считаются следующие *индексы цитирования*:

- импакт-фактор по базе данных цитируемости журналов Journal Citation Report (JCR) в составе системы Web of Science (Clarivate Analytics);

- рейтинг SCImago Journal Rank (SJR), рассчитываемый на основе информации базы данных Scopus (Elsevier) с помощью алгоритма Google PageRank (публикуется в открытом доступе на сайте www.scimagojr.com);

- импакт-фактор Российского индекса научного цитирования, рассчитываемый информационно-аналитической системой Национальной электронной библиотеки eLIBRARY.RU.

Наиболее авторитетным признан импакт-фактор, рассчитываемый Институтом научной информации США (Institute for Scientific Information, ISI) и ежегодно публикуемый в системе Journal Citation Report на платформе Web of Science. Текущие значения импакт-факторов, как правило, также размещаются издательствами на веб-страницах соответствующих журналов.

По данным базы Web of Science, число научных журналов с низкими значениями импакт-фактора (0,01 – 0,3) составляет около 25 % от общего числа издаваемых журналов. В эту группу входят практически все российские журналы, представленные в Web of Science. Большинство зарубежных изданий имеют средние значения импакт-фактора (0,3 – 3,0). Высокими значениями импакт-фактора (3,0 – 7,0) характеризуются 20 % журналов. Только около 5 % мировых журна-

лов имеют очень высокий импакт-фактор ($IF > 7,0$). К этой группе следует отнести такие авторитетные научные издания в области материаловедения, как *Nature Materials*, *Progress in Materials Science*, *Annual Reviews of Materials Research*. Следует отметить, что показатели цитируемости статей различны для разных областей знаний.

Импакт-фактор журналов, в которых опубликованы результаты научных исследований, оказывает определяющее влияние на оценку этих результатов научными фондами на этапе принятия решений о предоставлении грантовой поддержки исследовательским проектам, а также при выдвижении ученых на научные премии различного уровня, включая Нобелевскую премию.

Как правило, в качестве отправной точки для написания литературного обзора в заданном объеме в зависимости от уровня подготовки (табл. 2) научный руководитель указывает основную литературу, включающую учебники, монографии и обзорные статьи, необходимые для первоначального ознакомления с исследуемой проблемой. Далее по библиографическим ссылкам, имеющимся в монографиях и обзорах, необходимо ознакомиться с первоисточниками. Поиск литературы, не охваченной рекомендованными монографиями и обзорами, может быть осуществлен с помощью реферативных журналов Всероссийского института научной и технической информации Российской академии наук (ВИНИТИ РАН).

Таблица 2

Ориентировочные требования к объему и содержанию литературных обзоров в зависимости от уровня подготовки

Уровень подготовки	Объем обзора, с.	Вид источников	Количество источников
Бакалавриат	20 – 25	Учебники, монографии, справочно-энциклопедическая литература, обзорные статьи в российских изданиях	От 25
Магистратура	25 – 30	Монографии, обзорные и оригинальные статьи в российских и зарубежных изданиях	От 50
Аспирантура	30 – 35	Монографии, кандидатские и докторские диссертации, обзорные и оригинальные статьи в российских и зарубежных изданиях	От 120

Следующий этап работы над литературным обзором – изучение специализированных и отраслевых научно-технических журналов. При выполнении научно-исследовательской работы магистрантами и аспирантами обязательно соблюдение следующего условия: необходимо использовать зарубежные литературные источники, в частности публикации в авторитетных зарубежных журналах, включенных в международные базы цитирования и входящих в первый и второй квартили (Q1 и Q2). Ознакомление с новейшими мировыми достижениями по рассматриваемой тематике – залог подготовки актуальной научно-исследовательской работы.

Научные поисковые системы и базы данных

На основе договоров и лицензионных соглашений с правообладателями электронных библиотечных систем (ЭБС) студентам и аспирантам предоставляется доступ к таким полнотекстовым информационным ресурсам, как научная электронная библиотека eLIBRARY.RU, Springer Journals, Oxford Journals и др. Полное описание доступных ресурсов, как правило, размещается на сайтах научных библиотек университетов.

Наиболее широко применяемые библиографические информационные ресурсы, научные поисковые системы и полнотекстовые базы данных приведены в табл. 3. Практически все системы имеют англоязычный интерфейс, поэтому формирование запросов и выдача информации осуществляются на английском языке.

Таблица 3

Основные научные поисковые системы и базы данных

Название системы	Описание	URL
Google Scholar	Поисковая система научной информации по статьям, диссертациям, книгам и отчетам. Индексирование русскоязычных источников	scholar.google.ru
ScienceDirect	Полнотекстовая база данных рецензируемых научных журналов и книг издательства Elsevier (более 3 800 журналов и свыше 34 000 книг)	www.sciencedirect.com

Продолжение табл. 3

Название системы	Описание	URL
SpringerLink	Поисковая платформа и база данных издательства Springer (более 2 700 периодических изданий и свыше 100 000 книг)	link.springer.com
Springer Materials	Интерактивная полнотекстовая база данных в области материаловедения (более 250 000 веществ и материалов)	materials.springer.com
SpringerOpen	Платформа журналов открытого доступа, выпускаемых издательством Springer (более 160 журналов)	www.springeropen.com
Science Research Portal	Система полнотекстового поиска информации в журналах крупных научных издательств (Elsevier, Highwire, IEEE, Nature, Taylor & Francis и др.) и открытых базах данных	www.scienceresearch.com
Wiley Online Library	Онлайн-библиотека журналов издательства Wiley (более 1 500 журналов и свыше 18 000 книг)	onlinelibrary.wiley.com
Taylor & Francis	Электронная поисковая контент-платформа издательства Taylor & Francis Group (более 1 800 журналов)	www.tandfonline.com
eLIBRARY.RU	Научная электронная библиотека, содержащая электронные версии более 3 900 наименований российских научно-технических журналов (в том числе более 2 800 журналов в открытом доступе), и библиографическая база данных «Российский индекс научного цитирования» (РИНЦ)	elibrary.ru
Web of Science	Реферативно-библиографическая и наукометрическая база данных компании Clarivate Analytics (более 12 000 высокорейтинговых научных журналов)	www.webofknowledge.com

Название системы	Описание	URL
Scopus	Реферативно-библиографическая база данных компании Elsevier со встроенными библиометрическими механизмами анализа, индексирующая более 21 000 рецензируемых научных журналов	www.scopus.com
Ingenta Connect	Библиографическая база данных универсального профиля, включающая описания статей из англоязычных журналов и сборников	www.ingentaconnect.com
OpenThesis	Электронный репозиторий зарубежных авторефератов и диссертаций в открытом доступе	www.openthesis.org
Theses Canada	Электронный репозиторий диссертаций MSc и PhD, защищенных в университетах Канады	www.nlc-bnc.ca/theses-canada
Ebook PDF Search Engine	Информационно-поисковая система для документов в формате PDF различной тематической направленности	openpdf.info
Directory of Open Access Journals	Электронный справочник по рецензируемым журналам открытого доступа (более 11 000 изданий)	doaj.org

Один из основных инструментов при анализе современного состояния в рассматриваемой предметной области – международные библиометрические базы данных Scopus и Web of Science. Они не содержат полных текстов статей из научных журналов, а включают лишь библиографические сведения о статьях, аннотации к ним и пристатейные списки цитируемой литературы. Необходимо отметить, что базы Scopus и Web of Science доступны организациям на условиях подписки через веб-интерфейс.

Мультидисциплинарная аналитическая реферативная база данных **Web of Science**, созданная компанией Thomson Reuters и в настоящее время поддерживаемая компанией Clarivate Analytics, охватывает более 57 млн записей в 12 500 наиболее влиятельных мировых журналах, в том числе около 170 российских научных из-

даниях. Работа с реферативной базой Web of Science позволяет проанализировать современное состояние исследований в определенной тематической области и определить наиболее перспективные направления разработок в той или иной сфере. База Web of Science функционирует в составе интегрированной интернет-платформы (рис. 1).

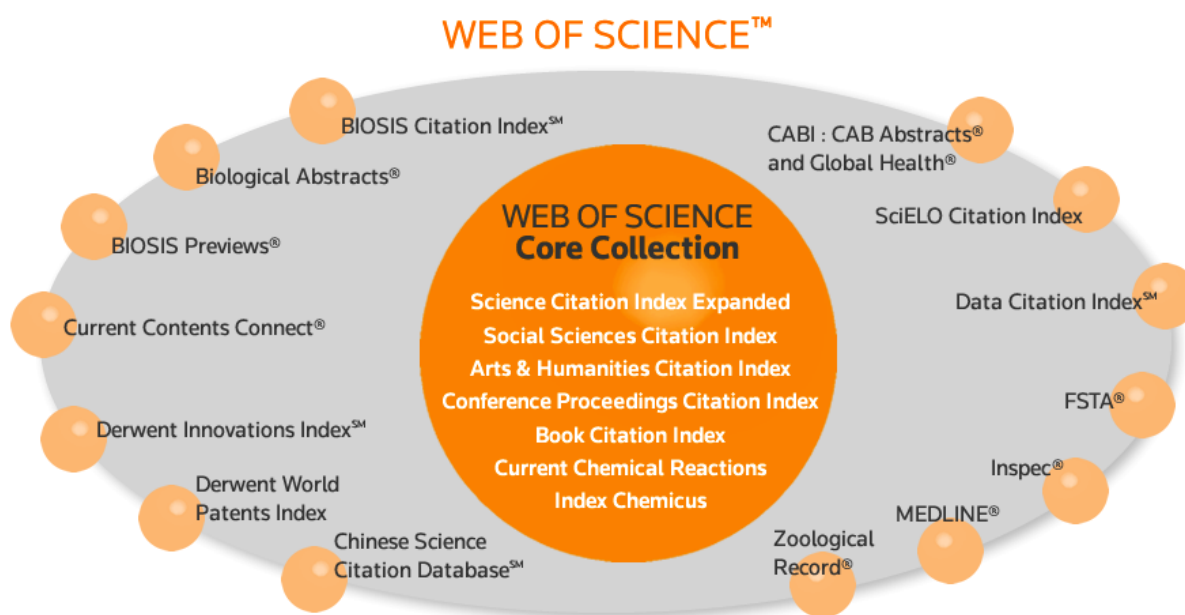


Рис. 1. Состав интегрированной платформы Web of Science (по данным сайта Web of Science (URL: <http://wokinfo.com>))

Основное ядро базы данных Web of Science Core Collection включает следующие базы (индексы):

- SCIE (Science Citation Index Expanded) – реферативная база данных статей в журналах по естественным наукам;
- SSCI (Social Science Citation Index) – реферативная база данных по общественным наукам;
- АНЦИ (Arts & Humanities Citation Index) – реферативная база данных статей в журналах по искусству и гуманитарным наукам;
- СРСИ (Conference Proceeding Citation Index) – реферативная база данных по материалам конференций, семинаров, симпозиумов;
- ВкЦИ (Book Citation Index) – реферативная база данных, индексирующая монографии;

- CCR (Current Chemical Reactions) и IC (Index Chemicus) – химические базы данных, позволяющие создавать схемы для поиска органических соединений и реакций их синтеза.

Наряду с Core Collection в платформу Web of Science входят база данных текущего информирования Current Contents Connect, указатель научных ссылок по репозиториям Data Citation Index, индекс цитирования патентов Derwent Innovations Index и ряд других инструментов. В 2015 году на платформе Web of Science был размещен Russian Citation Science Index (RCSI).

Из представленных в Web of Science изданий около 25 % относится к техническим и прикладным наукам. Список журналов, индексируемых Web of Science Core Collection, доступен на сайте Master Journal List (URL: <https://mjl.clarivate.com/home>).

Доступ к Web of Science возможен с любого компьютера, подключенного к локальной сети организации, оплатившей доступ к этой платформе. Общие вопросы по работе с системой Web of Science изложены на сайте компании Clarivate Analytics (URL: <http://www.clarivate.ru/products/web-of-science-faq>).

Компания Clarivate Analytics также предоставляет ресурс открытого доступа ScienceWatch (URL: <http://sciencewatch.com>), предназначенный для анализа наиболее перспективных направлений в различных областях науки, включая материаловедение.

Scopus представляет собой реферативно-библиографическую базу данных и эффективный инструмент для отслеживания цитируемости статей, опубликованных в рецензируемых научных изданиях. В базе Scopus индексируются научные журналы, материалы конференций и книжные издания. В базе Scopus содержится более 54 млн записей с 1823 года, 84 % которых имеют ссылки на публикации с 1996 года и позже. База оснащена интеллектуальными средствами отслеживания, анализа и визуализации поиска информации. В отличие от Web of Science в Scopus не включены издания по гуманитарным дисциплинам и искусству. Более 80 % представленных в базе журналов относятся к естественным и техническим наукам.

База данных Scopus позволяет использовать различные варианты поиска:

- Basic Search (Простой поиск);

- Author Search (Поиск по авторам);
- Affiliation Search (Поиск по организациям);
- Advanced Search (Расширенный поиск).

Простой неспециализированный поиск (Basic Search) с использованием одного или нескольких ключевых слов позволяет получить общее представление о предмете поиска. Область поиска можно сузить до определенного диапазона дат, типа документа или тематической области.

Результаты поиска в Scopus отображаются в виде таблицы, что позволяет просмотреть или отсортировать их по столбцам Year (Год), Document Relevance (Релевантность документа), Author(s) (Автор(ы)), Source Title (Название источника) и Cited By (Цитируемость). Под *релевантностью* в поисковых системах понимается мера соответствия результатов поиска задаче, поставленной в запросе. По умолчанию список результатов сортируется по году выхода публикации (рис. 2).

Начав поиск с широкого охвата, можно сузить его до требуемого набора результатов. Условия поиска могут быть дополнительно уточнены в поле Refine Results (Уточнение результатов) с помощью кнопок Limit To (Ограничить) или Exclude (Исключить).

The screenshot shows the Scopus search results interface. At the top, it displays '2,646 результатов поиска документов' and the search query: 'TITLE-ABS-KEY (cast AND metal AND matrix AND composites) AND (EXCLUDE (PUBYEAR , 2021))'. Below the search bar, there are filters for 'Open Access (открытый доступ)' and 'Год' (Year). The main results table is as follows:

	Название документа	Авторы	Год	Источник	Цитирования
<input type="checkbox"/>	1 Mechanical Characterization and Machining of MgAZ91D/SiC/Al ₂ O ₃ /MMC by Squeeze Cast Method <i>Открытый доступ</i>	Prudhvi Raj, K., Seshappa, A., Anjaneya, P.B.	2020	IOP Conference Series: Materials Science and Engineering: 998(1),012067	0
<input type="checkbox"/>	2 Serrated flow and ZrB ₂ nanoparticle agglomerations of in-situ Al6061 alloy matrix composites	Wu, J., Zhou, Z., Ma, M., (...), Zhao, Y., Pi, J.	2020	Journal of Alloys and Compounds: 846:156476	0

Рис. 2. Пример вывода результатов поиска в базе Scopus

Экспорт библиографической информации возможен с помощью программ управления документами Mendeley или RefWorks либо в форматах RIS, CSV, BibTex или Text. При нажатии на название статьи в результатах поиска открывается страница с подробным описанием, включая аннотацию и список цитируемой литературы (рис. 3). Нажав View at Publisher, можно перейти к полному тексту статьи на сайте издательства при наличии у организации прав доступа к нему.

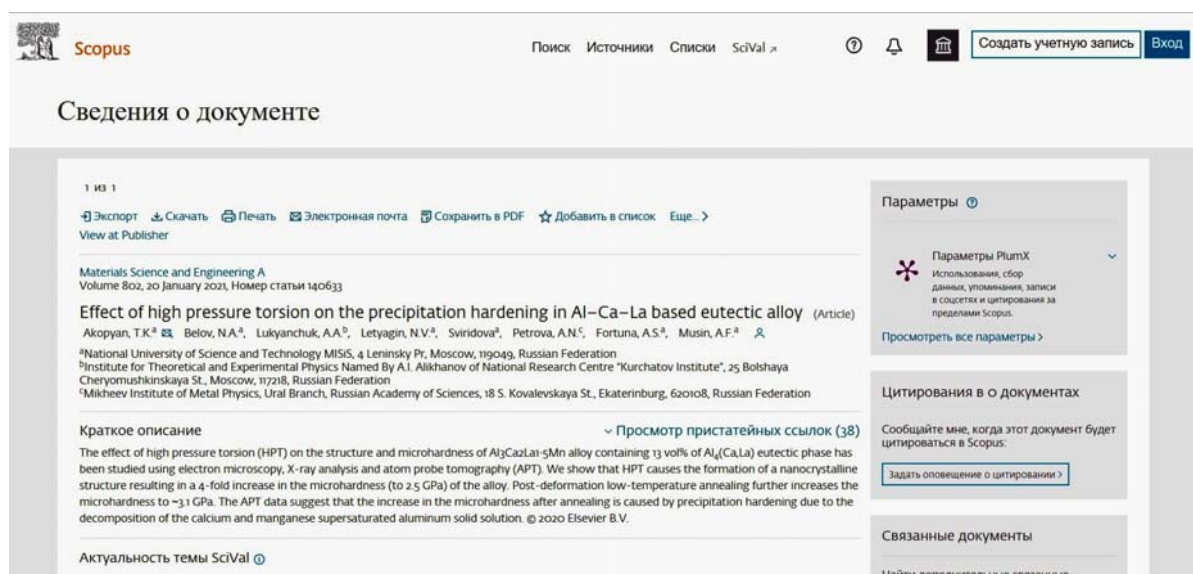
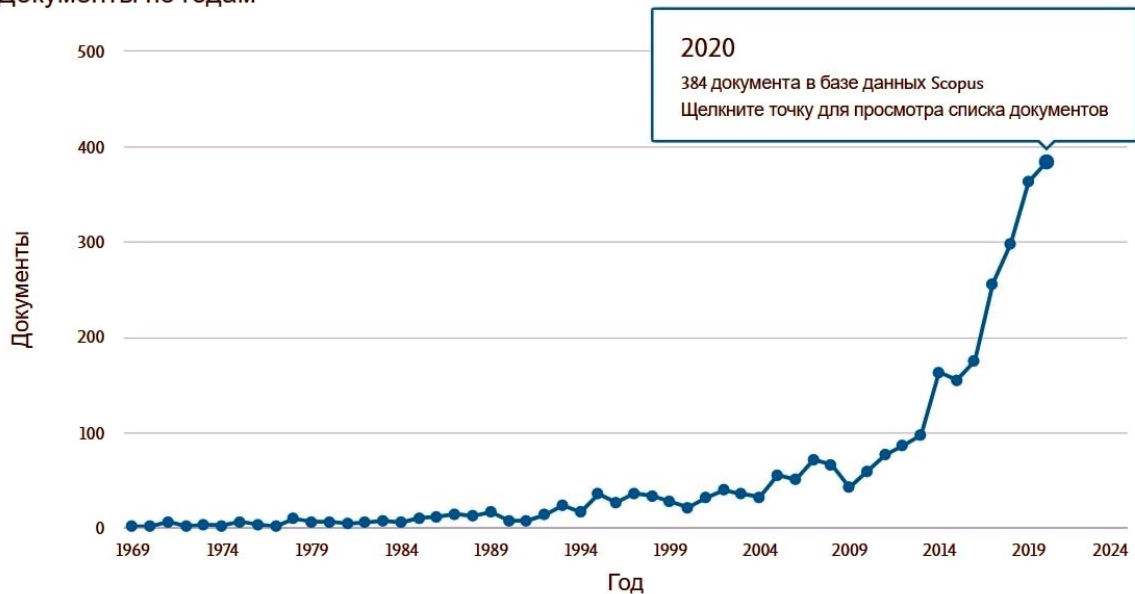


Рис. 3. Общий вид страницы статьи с описанием в системе Scopus

После проведения поиска возможен развернутый анализ и визуализация результатов с помощью ссылки Analyze Results (Анализировать результаты). После перехода по ссылке открывается новое окно с несколькими вкладками, каждая из которых имеет набор графиков и диаграмм. Так, для конкретной тематической области возможен анализ изменения публикационной активности по годам, поиск наиболее публикуемых авторов, распределение публикаций по различным журналам, статистика по странам и организациям и другие виды анализа. Для примера на рис. 4 приведен анализ публикационной активности ВлГУ по базе Scopus за период с 1969 по 2020 гг.

Документы по годам



Документы по отрасли знаний

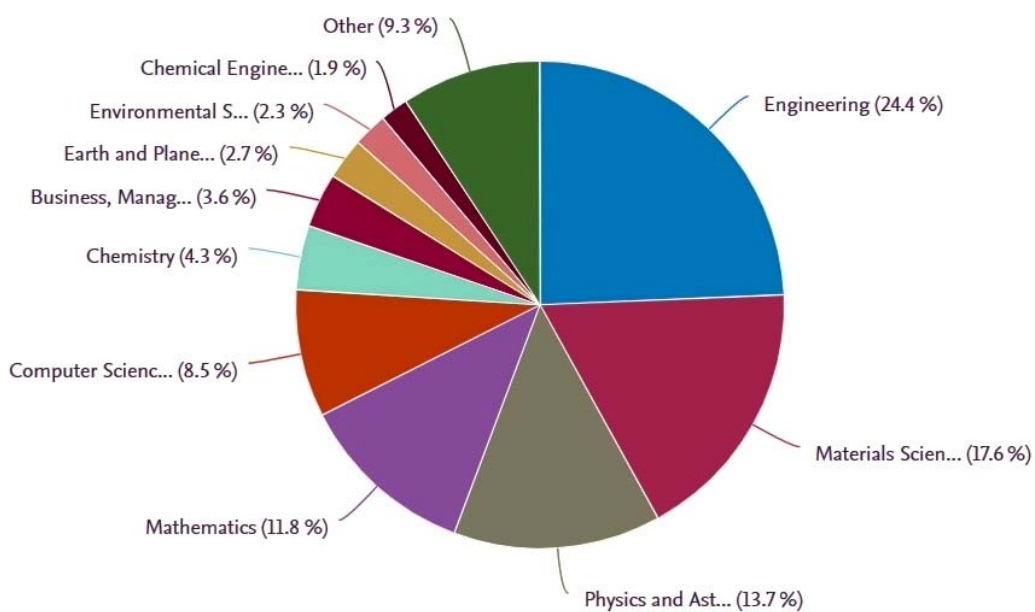


Рис. 4. Статистика публикационной активности ВлГУ по базе Scopus за период с 1969 по 2020 гг.

Модуль Analyze позволяет сравнивать и оценивать научные журналы по различным критериям:

- SJR (SCImago Journal Rank) – учитывает рейтинг цитирований в соответствии с уровнем цитирующих журналов;

- SNIP (Source Normalized Impact per Paper) – учитывает разное цитирование в разных областях науки и корректирует соотношение цитирования для сравнения разнопрофильных журналов;
- Citations (Цитирования) – общее количество цитирований журнала за год;
- Documents (Документы) – общее число статей, опубликованных в журнале за год;
- Percent Not Cited (Процент нецитированных документов) – число нецитированных статей по отношению к общему количеству статей за год;
- Percent Reviews (Процент обзорных статей).

Многоаспектный рейтинг научных журналов по данным базы Scopus также представлен в свободном доступе на сайте проекта Journal Metrics компании Elsevier (URL: <http://www.journalmetrics.com>).

База Scopus позволяет анализировать уровень цитирования автора или отдельных его статей. На странице автора можно увидеть все его статьи в Scopus, принадлежность к организации, цитируемость, индекс Хирша и ряд других показателей. Личный профиль автора можно посмотреть без подписки на базу данных с помощью сервиса Scopus Preview (URL: <https://www.scopus.com/search/form/authorFreeLookup.uri>).

Подробная информация о базе данных Scopus размещена на официальном сайте издательства Elsevier и его русскоязычной версии (URL: <http://elsevierscience.ru>).

Полнотекстовый доступ к рецензируемой базе данных издательства Elsevier реализован на мультидисциплинарной информационной платформе **ScienceDirect** (URL: www.sciencedirect.com), которая ориентирована на ученых, преподавателей и студентов, интересующихся различными областями знаний, и содержит коллекцию полных текстов статей и книг, составляющую около 1/4 от общего объема мировых научных публикаций. Ниже представлены основные *рекомендации по работе с платформой ScienceDirect*.

Вкладки Journals и Books в верхней части страницы позволяют открыть список изданий, включенных в базу ScienceDirect. При нажатии на название источника открывается титульная страница журнала или книги. По умолчанию отображается содержание последнего тома.

Во фрейме Volume List (Список томов) в левой части страницы можно получить информацию о ранних выпусках. По ссылке Articles in Press (Статьи в печати) можно получить информацию о том, какие статьи появятся в последнем номере, находящемся на стадии формирования. По ссылке Open Access articles (Статьи открытого доступа) можно получить информацию о статьях открытого доступа в данном журнале. На странице About this Journal содержится информация об издании, в том числе охват контента, редколлегия, различные библиометрические показатели и т. д.

Быстрый поиск (Quick Search) в ScienceDirect возможен с помощью поисковой панели в верхней части страницы путем ввода критериев поиска в соответствующее поле. Функция быстрого поиска подходит под большинство задач и реализует поиск по названию статьи, по конкретным изданиям или авторам, а также по выпуску (номеру) издания или страницам. Форма расширенного поиска (Advanced Search) используется для специфических поисковых запросов. Поиск возможен как по всем источникам данных, так и по журналам (Journals), книгам (Books) или справочно-энциклопедическим изданиям (Reference Works) в отдельности. Найти необходимый материал также возможно по изданиям открытого доступа (Open Access), годам публикации или заданным предметным областям. Общий вид формы расширенного поиска приведен на рис. 5.

Поисковые запросы вводятся на английском языке. Результаты поиска не зависят от регистра слов в поисковом запросе, поэтому можно использовать как строчные, так и прописные буквы. Если в запросе содержатся существительные в единственном числе, поиск будет производиться также по этим существительным во множественном числе и их притяжательным падежам. При вводе нескольких слов, разделенных пробелами, будут найдены документы, содержащие указанные слова. Для точного поиска фраз следует использовать фигурные скобки, при этом поисковая система будет проводить поиск исключительно по указанной фразе с учетом всех содержащихся в ней символов и пунктуации. Возможно употребление специальных подстановочных символов для замены любого числа букв в слове (символ «*») или одной буквы (символ «?»).

Find articles with these terms

In this journal or book title Year(s)

Author(s) Author affiliation

Volume(s) Issue(s) Page(s)

Title, abstract or author-specified keywords

Title

References

ISSN or ISBN

Рис. 5. Форма расширенного поиска на платформе ScienceDirect

При вводе поисковых запросов в ScienceDirect можно использовать логические операторы и операторы близости. Поиск с помощью оператора AND отображает слова, содержащие оба слова. Оператор OR отобразит статьи, содержащие одно или оба слова. Поиск с применением оператора AND NOT отобразит статьи, не содержащие слова, указанные после данного оператора. Оператор W/n ограничивает поиск, задавая максимальное расстояние между двумя словами (не более n слов между словами, указанными в поисковом запросе).

По умолчанию результаты поиска отображаются в порядке убывания степени релевантности (Relevance). Дополнительно можно сортировать результаты по датам публикации (Date) или по видам доступа, выбрав просмотр всех статей (All access types), только статей открытого доступа (Open Access articles) или только архивных статей открытого доступа (Open Archive articles). В поле Refine filters можно ограничить результаты поиска по году издания (Year), названию опубликованного документа издания (Publication title), тематике статьи в форме ключевых слов дополнительного уточнения (Topic) или типу контента (Content type).

Для просмотра содержания статьи необходимо нажать на ее название в результатах поиска. По графическим индикаторам права доступа можно выяснить, доступен ли организации полный текст статьи или только ее аннотация. Зеленый индикатор свидетельствует о возможности доступа по подписке, оранжевый – об открытом доступе к тексту статьи, белый – об отсутствии подписки на запрашиваемое издание. При наличии прилагаемого к некоторым статьям дополнительного контента (наборы данных, видеофайлы и т. п.) его просмотр возможен после нажатия на ссылку Supplementary content.

Для перехода к определенным разделам статьи, быстрого доступа к рисункам, таблицам и дополнительному материалу используется навигационная панель Article outline (Структура статьи). С помощью ссылки Download PDF можно сохранить статью в формате PDF. Кнопка Export позволяет извлечь библиографическую информацию о статье в необходимом формате, а также выбрать предпочитаемую систему управления ссылками.

Регистрация на платформе ScienceDirect (ссылка Register в верхней части страницы) предоставляет возможность *персонализации системы* в соответствии с потребностями пользователя. Персонализация позволяет настроить автоматические уведомления по электронной почте, которые с заданной периодичностью оповещают пользователя о следующих событиях:

- выход нового выпуска журнала или книги, доступных в системе ScienceDirect (Journal and Book-series Alert);
- добавление в базу данных новых статей по заданной тематике (Topic Alert);
- появление новых результатов поискового запроса, сохраненного в качестве уведомления (Search Alert).

Настроить уведомления можно на странице результатов поиска или домашней странице журнала (по ссылке *Subscribe to new article alerts* или через подписку на RSS-канал), а также с помощью функции *My Alerts* в личном кабинете.

В целом информационная платформа *ScienceDirect* представляет собой удобный и эффективный поисковый инструмент, широко используемый в мировом научном сообществе.

Наряду с *ScienceDirect* ценным средством для поиска научной литературы считается поисковая платформа и онлайн-библиотека *SpringerLink*, предоставляемая издательством *Springer*.

Мультиязычная исследовательская платформа **SpringerLink** (URL: link.springer.com), наряду с научными журналами, включает монографии, учебники, справочники, энциклопедии, атласы, протоколы, книжные серии, конспекты и базы данных в различных предметных областях.

Интерфейс платформы удобен и интуитивно понятен. В верхней части стартовой страницы расположена поисковая строка (*Search*) для ввода запросов в виде ключевых слов. После нажатия на кнопку с изображением шестеренки выпадает контекстное меню *Search Options*, включающее ссылки *Advanced Search* (Расширенный поиск) и *Search Help* (Помощь по поиску). В разделе *Browse by discipline* в левой части страницы представлен перечень тематических коллекций платформы по предметным областям науки и техники. На стартовой странице также отображаются рекомендованные к просмотру журналы (*Featured Journals*) и книги (*Featured Books*).

После простого поиска можно провести уточнение результатов поисковой выдачи с помощью функции *Refine Your Search*, используя фильтры *Content Type* (Тип контента), *Discipline* (Дисциплина), *Sub-discipline* (Раздел дисциплины) и *Language* (Язык). Наряду с англоязычными материалами платформа содержит источники на немецком, французском, итальянском и испанском языках. Сортировка результатов поиска осуществляется через контекстное меню *Sort By* по параметрам *Relevance* (Релевантность), *Newest First* (Начиная с самых новых результатов) или *Oldest First* (Начиная с наиболее старых результатов). Система *SpringerLink* предоставляет доступ к научным первоисточникам, датированным начиная с 1832 года. При нажатии на кнопку *Date Published* открывается дополнительная панель, позво-

ляющая ограничить результаты поиска заданным хронологическим охватом, к примеру, показав только документы с 2011 по 2016 год.

С помощью бесплатного сервиса уведомлений SpringerAlerts можно настроить оповещения пользователя о выходе новых публикаций выбранного журнала или автора.

Издательство Springer совместно с компанией «Наука/Интерпериодика» реализует проект Russian Library of Science (RLS) по распространению российских академических журналов в международном научном сообществе. В настоящее время около 250 наиболее рейтинговых отечественных журналов имеют переводные версии на платформе SpringerLink, в том числе ряд журналов по металлургии и материаловедению:

- Metallurgist («Металлург»);
- Russian Metallurgy («Металлы»);
- Russian Journal of Non-Ferrous Metals («Известия вузов. Цветная металлургия»);
- Steel in Translation (избранные статьи из журналов «Сталь» и «Известия вузов. Черная металлургия»);
- The Physics of Metals and Metallography («Физика металлов и металловедение»);
- Inorganic Materials («Неорганические материалы»);
- Powder Metallurgy and Metal Ceramics («Порошковая металлургия»);
- Journal of Friction and Wear («Трение и износ»).

Через платформу SpringerLink реализуется доступ к различным базам данных: Springer Journals (Журналы), Springer Books (Книжные коллекции), SpringerOpen (Источники открытого доступа), Springer Materials (Свойства веществ и материалов), Springer Protocols (протоколы лабораторных исследований), Springer References (Справочно-энциклопедические издания), Zentralblatt MATH (Специализированные математические издания).

Springer Materials представляет собой крупнейшую в мире рецензируемую базу данных в области материаловедения. В состав Springer Materials входят следующие базы:

- Физико-химические свойства веществ и материалов (справочник Landolt-Börnstein Database в 400 томах);

- Неорганические твердофазные материалы (Linus Pauling Files);
- Теплофизические свойства материалов (Database on Thermo-physical Properties);
- Термодинамические свойства полимеров (Polymer Thermodynamics);
- Документы по химической безопасности (Chemical Safety Documents).

Поисковые запросы в системе Springer Materials осуществляются через панель простого поиска (Search) или с помощью интерактивных инструментов Search by Elements (Поиск по Периодической системе элементов) и Search by Structure (Поиск по структуре химического вещества). Общий вид страницы поиска Search by Elements приведен на рис. 6. Выбор одного или нескольких элементов в таблице открывает список соответствующих бинарных и многокомпонентных систем элементов.

Search by Elements

Search for information by element system

Your Selection
Al

5841 Matching element systems

- Al (184)
- Ag-Al (69)
- Al-Am (3)
- Al-Ar (2)
- Al-As (98)
- Al-Au (74)
- Al-B (53)
- Al-Ba (30)
- Al-Be (22)
- Al-Bi (8)
- Al-Br (22)
- Al-C (27)

Reset

Рис. 6. Страница поиска по Периодической системе элементов в базе данных Springer Materials

Большинство научных издательств на своих сайтах размещают *локальные поисковые системы*, позволяющие проводить поиск по ключевым словам в издаваемых ими журналах. Помимо Elsevier и Springer, к числу крупнейших мировых издательств следует отнести Nature Publishing Group, Science, Wiley-Blackwell, Taylor & Francis, Annual Reviews, Oxford University Press и др.

Универсальными поисковыми средствами считаются широко известные глобальные системы *Google* и *Bing*, а также русскоязычная поисковая система *Yandex*. Для эффективного поиска научной информации в этих системах необходимо изучить простейшие правила построения стратегии поиска и формулирования поисковых запросов, приведенные на сайтах соответствующих систем. К примеру, при поиске в системе Google часто удается получить необходимый результат при помощи конструкций следующего вида:

[author] filetype:pdf
[title] filetype:djvu

Ведущей электронной библиотекой научной периодики на русском языке считается платформа **eLIBRARY.RU**. Из более чем 3900 отечественных научных журналов свыше 2800 представлены в бесплатном открытом доступе. Для доступа к остальным изданиям возможно оформление подписки или заказ отдельных публикаций. На главной странице интернет-портала платформы в верхней части размещены ссылки на основные разделы библиотеки, структурированные по целевой аудитории: «Читателям», «Организациям», «Издательствам», «Авторам» и «Библиотекам». Раздел «Читателям» представляет собой личный кабинет пользователя электронной библиотеки и включает персональные подборки журналов и публикаций, историю поисковых запросов, информацию о балансе счета пользователя, а также различные настройки. Панель «Навигатор» в левой части страницы предназначена для быстрого перехода к разделам сайта, которые пользователь может настроить самостоятельно. Эти разделы могут включать каталог журналов, авторский указатель, список организаций, поисковые запросы и др. В целом интерфейс электронной библиотеки прост и интуитивно понятен.

Простой поиск по eLIBRARY.RU возможен по ключевым словам, которые вводятся в поисковое окно в левой части страницы. Этот вариант поиска обычно дает очень большое количество результатов и

может служить лишь основой для первоначального отбора. Под окном простого поиска находится ссылка на «Расширенный поиск», позволяющий провести отбор публикаций по различным критериям.

Раздел «Каталог журналов» содержит перечень изданий, представленных на платформе электронной библиотеки. Перейти в раздел можно по соответствующей ссылке на панели «Навигатор», находящейся в левой части на каждой странице сайта. Поиск возможен по названию журнала или издательства, стране, тематике, а также по представленности журнала в различных библиографических базах данных. Студентам и аспирантам рекомендуется обратить внимание на журналы академического издательства «Наука» и отраслевые научно-технические издания.

Доступ к полнотекстовым *цифровым версиям диссертаций, защищенных в Российской Федерации*, возможен с помощью электронной библиотеки диссертаций Российской государственной библиотеки (РГБ). Ознакомиться с каталогом электронной библиотеки диссертаций РГБ можно на сайте «Библиотека диссертаций» (URL: <http://diss.rsl.ru>) в свободном доступе. Прочитать тексты работ позволяет система защищенного просмотра документов DefView в электронном читальном зале университета. С 2013 года полные тексты диссертаций размещают в открытом доступе на сайте организации, на базе которой создан диссертационный совет и проходит защита данной диссертации.

Патентные исследования

Работа с патентной документацией – неотъемлемая составляющая научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ. Единые требования к организации, проведению, оформлению и использованию результатов патентных исследований устанавливает ГОСТ Р 15.011-96 «Патентные исследования. Содержание и порядок проведения».

Согласно ГОСТ **патентными исследованиями** называют исследования технического уровня и тенденций развития объектов хозяйственной деятельности, их патентоспособности, патентной чистоты и конкурентоспособности (эффективности использования по назначению) на основе патентной и другой информации.

К объектам хозяйственной деятельности относят: объекты техники (в том числе создаваемые по государственному оборонному заказу); услуги, предоставляемые хозяйствующим субъектом; объекты интеллектуальной собственности (изобретения; полезные модели; промышленные образцы; товарные знаки; программы для электронной вычислительной машины (ЭВМ); базы данных; топологии интегральных микросхем; ноу-хау).

Изобретение – техническое решение в любой области, относящееся к продукту (в частности, устройству, веществу, штамму микроорганизма, культуре клеток растений или животных) или способу (процессу осуществления действий над материальным объектом с помощью материальных средств), в том числе к применению продукта или способа по определенному назначению. Изобретению предоставляется правовая охрана, если оно является новым, имеет изобретательский уровень и промышленно применимо (ст. 1350 ГК РФ).

Изобретение считается новым, если оно не известно из уровня техники. Изобретение имеет изобретательский уровень, если для специалиста оно явным образом не следует из уровня техники. Уровень техники для изобретения включает любые сведения, ставшие общедоступными в мире до даты приоритета изобретения. Изобретение признается промышленно применимым, если оно может быть использовано в промышленности, сельском хозяйстве, здравоохранении, других отраслях экономики или в социальной сфере.

Полезная модель – техническое решение, относящееся к устройству. Полезной модели предоставляется правовая охрана, если она считается новой и промышленно применимой (ст. 1351 ГК РФ).

Промышленный образец – художественно-конструкторское решение изделия промышленного или кустарно-ремесленного производства, определяющее его внешний вид. Промышленному образцу предоставляется правовая охрана, если по своим существенным признакам он признается новым и оригинальным (ст. 1352 ГК РФ).

Программа для ЭВМ – представленная в объективной форме совокупность данных и команд, предназначенных для функционирования ЭВМ и других компьютерных устройств в целях получения определенного результата, включая подготовительные материалы, полученные в ходе разработки программы для ЭВМ, и порождаемые ею аудиовизуальные отображения. Авторские права на все виды про-

грамм для ЭВМ, в том числе на операционные системы и программные комплексы, которые могут быть выражены на любом языке и в любой форме, включая исходный текст и объектный код, охраняются так же, как авторские права на произведения литературы (ст. 1261 ГК РФ).

База данных – представленная в объективной форме совокупность самостоятельных материалов (статей, расчетов, нормативных актов, судебных решений и иных подобных материалов), систематизированных таким образом, чтобы эти материалы могли быть найдены и обработаны с помощью электронной вычислительной машины (ст. 1260 ГК РФ).

По характеру и содержанию патентные исследования относятся к прикладным научно-исследовательским работам и используются хозяйствующими субъектами при принятии решений, связанных с созданием, производством, реализацией, совершенствованием, использованием, ремонтом и снятием с производства объектов хозяйственной деятельности.

Порядок проведения патентных исследований включает (рис. 7):

- определение задач патентных исследований, видов исследований и методов их проведения, разработку задания на проведение патентных исследований;
- определение требований к поиску патентной и другой документации, разработку регламента поиска;
- поиск и отбор патентной и другой документации в соответствии с утвержденным регламентом и оформление отчета о поиске;
- систематизацию и анализ отобранной документации;
- оформление результатов исследований в виде отчета о патентных исследованиях.

На рис. 7 использованы следующие аббревиатуры: МПК – Международная патентная классификация; НКИ – Национальная классификация изобретений; МКПО – Международная классификация промышленных образцов.

При разработке задания на проведение патентных исследований определяют основные задачи, виды и методы исследований, содержание выполняемых работ, ответственных исполнителей по каждому виду работ, сроки выполнения исследований и форму отчетности. В задание включают наименование и шифр работы, при необходимости –

этап работы, срок выполнения работы или этапа и конкретные задачи. Шаблоны оформления задания на проведение патентных исследований, регламента поиска и отчета приведены в прил. 1.

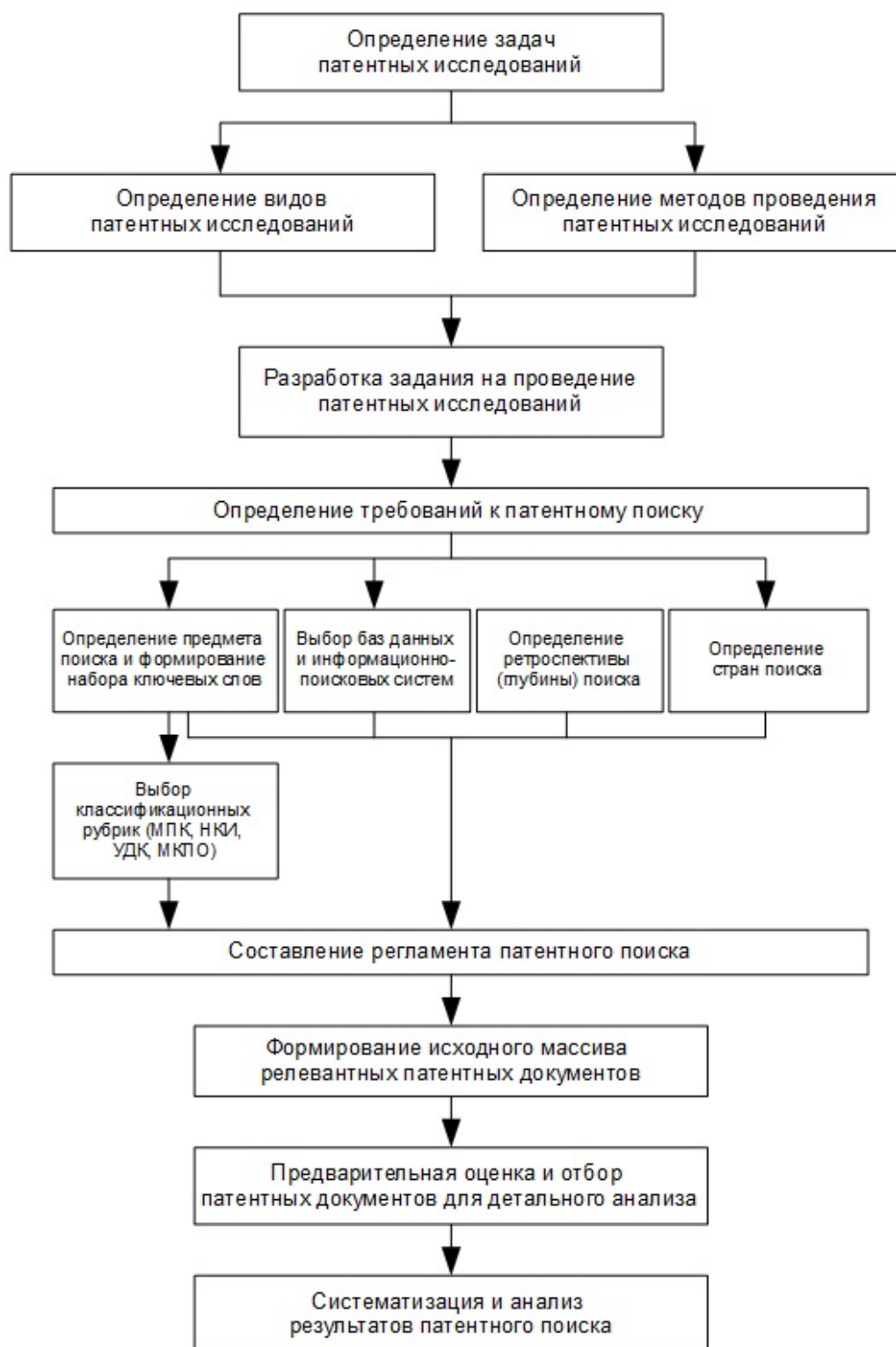


Рис. 7. Обобщенная схема проведения патентных исследований

Патентный поиск представляет собой процесс отбора документов, соответствующих теме или предмету поискового запроса, из общего массива патентной документации.

Выделяют следующие виды патентного поиска: *предметный поиск* (по тематике технической задачи), *именной поиск* (по именам изобретателей или названиям фирм), *нумерационный поиск* (по номеру охранного документа) и *поиск патентов-аналогов* (выявление патентов, выданных на одно и то же изобретение, но в разных странах). В зависимости от цели проведения различают поиск при определении уровня и тенденций развития исследуемой области техники, поиск для контроля патентной чистоты объекта техники и поиск при экспертизе патентоспособности технических решений.

Составление регламента патентного поиска предусматривает определение предмета поиска, выбор источников патентной информации, определение глубины поиска, выбор стран поиска и классификационных рубрик.

Предмет патентного поиска определяют с учетом конкретных задач патентных исследований, категории объекта техники (устройство, способ, вещество) и рассматриваемых характеристик объекта [4]. Если объектом патентных исследований является устройство (прибор, установка, машина и др.), то предметом поиска могут выступать устройство в целом или его функциональные элементы, способ изготовления устройства или отдельных его узлов, материалы для изготовления устройства, его внешний вид. Если объектом патентных исследований выступает способ (технологический процесс), то предметом поиска могут быть способ в целом или его отдельные операции, конечные продукты, оборудование для реализации способа. Если изучаемым объектом является вещество, то предметами поиска могут быть качественный и количественный состав вещества (соединения), способ получения вещества, исходные материалы для получения вещества и области его возможного применения. При формулировке предмета поиска рекомендуется применять терминологию, принятую в соответствующей системе патентной классификации.

Глубина патентного поиска определяется целью патентных исследований. При оценке достигнутого технического уровня объектов техники поиск проводят на глубину, достаточную для установления тенденций развития рассматриваемой области техники (как правило,

от 5 до 15 лет). При экспертизе на патентную чистоту поиск проводят на глубину, равную сроку действия патента в стране поиска (в России – 20 лет). При оценке патентоспособности технического решения поиск проводят на глубину до 50 лет.

Выбор стран поиска должен соответствовать задачам патентных исследований. При определении новизны поиск следует проводить по следующим основным странам: Россия и страны СНГ, США, Германия, Япония, Великобритания, Франция, Китай. Дополнительно в поиск включают страны, в которых наиболее хорошо развита рассматриваемая область техники.

Систематизация патентной документации осуществляется по классификационным рубрикам. Наиболее широко используемым средством классификации патентных документов считается **Международная патентная классификация** (МПК), созданная в 1971 году в соответствии со Страсбургским соглашением. МПК представляет собой иерархическую систему классификации патентных документов. Иерархия структуры МПК состоит в разделении всех областей знания на пять уровней, которые соответствуют (в нисходящем порядке) разделам, классам, подклассам, основным группам и подгруппам. Выделяют восемь разделов МПК, обозначаемых заглавными буквами латинского алфавита (*индекс раздела*):

- А: удовлетворение жизненных потребностей человека;
- В: различные технологические процессы;
- С: химия и металлургия;
- D: текстиль, бумага;
- Е: строительство, горное дело;
- F: механика, освещение, отопление, двигатели и насосы, оружие, боеприпасы, взрывные работы;
- G: физика;
- Н: электричество.

Второй уровень иерархии – классы, состоящие из индекса раздела и двузначного числа, например: *H01 ОСНОВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ*. Третий уровень иерархии представляют *подклассы*, индекс которых состоит из индекса класса и заглавной буквы латинского алфавита, например: *H01F МАГНИТЫ*. Подклассы разделены на *основные группы* и *подгруппы*. Индекс груп-

пы включает индекс подкласса и два числа, разделенных наклонной чертой. Для основной группы после наклонной черты следуют два нуля, например: *H01F 1/00 МАГНИТЫ ИЛИ МАГНИТНЫЕ ТЕЛА, ОТЛИЧАЮЩИЕСЯ ПО МАГНИТНОМУ МАТЕРИАЛУ*.

Подгруппы составляют рубрики, подчиненные основной группе. Иерархические отношения между подгруппами определяются количеством точек, стоящих перед текстом подгрупп, а не присвоенными им индексами. Точки перед текстом рубрик заменяют текст заголовков вышестоящих групп с меньшим количеством точек и позволяют избежать его повторения. Например, для основной группы *H01F 1/00* рубрификация с использованием подгруппы с шестью точками может быть представлена следующим образом:

1/01 . из неорганических материалов

1/03 .. характеризующиеся их коэрцитивностью

1/032 ... содержащие магнитно-твердые материалы

1/04 металлы или сплавы

1/047 сплавы, отличающиеся составом

1/053 содержащие редкоземельные металлы

Таким образом, рубрика *H01F 1/053* относится к «Магнитам из неорганических материалов, характеризующимся их коэрцитивностью, состоящим из магнитно-твердых сплавов, содержащих редкоземельные металлы».

Источники патентной информации выбирают с учетом задач проведения патентных исследований, возможности доступа к источникам и их информативности, а также характера информации в источнике. Патентные исследования могут быть проведены во Всероссийской патентно-технической библиотеке (ВПТБ, г. Москва) или с использованием ресурсов сети Интернет. Наиболее распространенным источником патентной информации в настоящее время считаются электронные базы данных, предоставляемые национальными патентными ведомствами. Среди них прежде всего следует выделить базы Европейского патентного ведомства (ЕРО), Всемирной организации интеллектуальной собственности (WIPO) и Федерального института промышленной собственности (ФИПС) Российской Федерации.

Основные интернет-ресурсы для поиска патентной документации приведены в табл. 4.

Электронные патентно-информационные ресурсы

URL	Описание
www.fips.ru	Федеральный институт промышленной собственности Российской Федерации
belgopatent.org.by	Национальный центр интеллектуальной собственности Республики Беларусь
ep.espacenet.com	Европейское патентное ведомство (European Patent Office)
patentscope.wipo.int	Всемирная организация интеллектуальной собственности (World Intellectual Property Organization)
www.uspto.gov	Сервер патентного ведомства США (U.S. Patent and Trademark Office)
www.patent.gov.uk	Бюро патентов Великобритании (United Kingdom Patent Office)
www.jpo.go.jp	База патентов Японии (Japan Patent Office)
www.cipo.gov.cn	База данных патентного ведомства Китая (State Intellectual Property Office of the P.R.C.)
www.google.com/patents	База патентов Google Patents
http://patentdb.su	База данных авторских свидетельств СССР

Сервер Роспатента (URL: <http://www.fips.ru>) предоставляет возможность свободного доступа к электронной базе патентной информации, включая патентные фонды различных стран и международных организаций. В частности, информационные ресурсы Роспатента включают официальные бюллетени по объектам интеллектуальной собственности, международные классификаторы патентной документации, открытые реестры с возможностью поиска объектов интеллектуальной собственности по номеру регистрации, а также встроенную информационно-поисковую систему для поиска патентных документов по ключевым словам.

Для поиска патентной информации через сервер Роспатента необходимо на стартовой странице в левом меню выбрать пункт «Информационные ресурсы» и перейти по ссылке «Информационно-поисковая система». В открывшемся окне следует нажать на кнопку

«Перейти к поиску». На следующем этапе система предложит выбрать базу данных для поиска (рис. 8). После выбора базы данных необходимо нажать на ссылку «Поиск» в левой части окна для перехода на страницу формулировки запроса, на которой задаются различные параметры поиска, определяющие его тип (тематический, нумерационный, именной и т. д.). Страница с результатами поисковой выдачи содержит номера и названия документов, даты публикации и изображения (при наличии). На странице выбранного патентного документа представлена библиографическая информация и реферат. Официальная версия найденного документа может быть экспортирована в формате PDF путем нажатия на дату публикации в поле «Опубликовано».

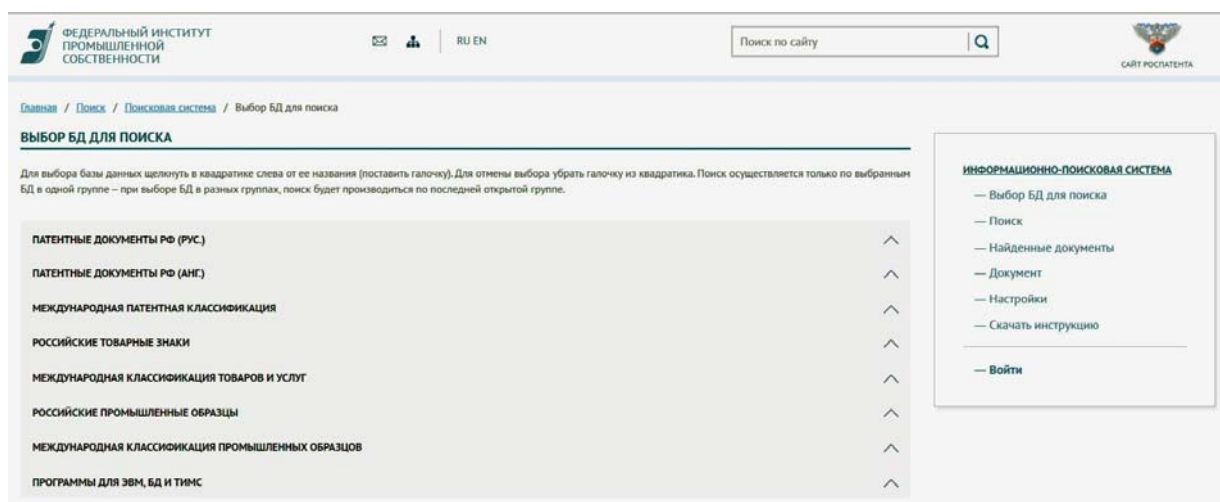


Рис. 8. Окно выбора базы данных для поиска в информационно-поисковой системе Роспатента

Если известен регистрационный номер документа, то его можно найти через раздел «Открытые реестры» – структурированный список документов по номеру регистрации или заявки по определенному объекту интеллектуальной собственности. Система содержит отдельные реестры по зарегистрированным объектам и по заявкам. В реестры включены изобретения, полезные модели, промышленные образцы, товарные знаки, наименования места происхождения товаров, программы для ЭВМ, базы данных и топологии интегральных микросхем.

Бесплатный доступ на сервере Роспатента открыт к базам данных перспективных изобретений, рефератов российских патентных документов на русском и английском языках, рефератов полезных моделей, программ для ЭВМ, зарегистрированных баз данных и топологий интегральных микросхем, полных текстов патентных документов и товарных знаков из бюллетеней за последний месяц.

База данных *Espacenet*, предоставляемая Европейским патентным ведомством, обеспечивает возможность свободного доступа к патентной документации стран Европейского союза и ряда других государств (США, Японии, Китая и др.). Espacenet – крупнейшая в мире патентно-информационная база, которая содержит более 80 млн документов более чем из 90 стран мира. Система имеет несколько вариантов поисковых интерфейсов: Smart search (Экспресс-поиск по ключевым словам), Advanced search (Поиск по полному описанию) и Classification search (Определение индексов МПК). По умолчанию при переходе на стартовую страницу Espacenet открывается страница Smart search (рис. 9), на которой для начала поиска необходимо ввести ключевые слова в одно поисковое окно. Страница с результатами поисковой выдачи содержит полную библиографическую информацию по каждому патентному документу. Информацию из списка результатов или титульных листов документов можно экспортировать.

The screenshot shows the Espacenet Patent search website. At the top left is the logo of the European Patent Office (EPO) in German, English, and French. The main header features the 'Espacenet Patent search' logo and navigation links for 'Deutsch', 'English', 'Français', 'Contact', and 'Change country'. Below the header is a navigation bar with 'About Espacenet' and 'Other EPO online services'. The main content area includes a search bar with a dropdown menu for 'Smart search', 'Advanced search', and 'Classification search'. The search bar contains the text 'Smart search: i' and a search button. Below the search bar are several news sections: 'Espacenet outages', 'Common Citation Document (CCD) – citation collections in one place!', 'New in Espacenet', and 'Also new in Espacenet'.

Рис. 9. Стартовая страница платформы Espacenet

Выбрав отдельный результат на странице поисковой выдачи, можно перейти на страницу просмотра информации о патентном документе. Страница документа содержит подробные библиографические данные и аннотацию на английском языке с возможностью встроенного машинного перевода (функция `patenttranslate`) на ряд распространенных языков, включая русский. Для просмотра полного текста документа следует перейти по ссылке `Original document`. Нажав на открывшейся странице на ссылку `Download`, можно сохранить патентный документ в формате PDF.

Более широкие возможности для поиска предоставляет интерфейс `Advanced search`, позволяющий проводить детализированный поиск по ключевым словам в названии документа (`Title`) или в названии и реферате (`Title or abstract`), номеру публикации (`Publication number`), номеру заявки (`Application number`), номеру приоритетной заявки (`Priority number`), дате публикации (`Publication date`), заявителю (`Applicant(s)`), изобретателю (`Inventor(s)`) или по рубрикам МПК. При поиске по нескольким словам используются операторы «and», «not» и «or». Оператор «or» используется по умолчанию. При поиске по фразе необходимо использовать кавычки. Поиск можно вести путем одновременного заполнения нескольких полей.

Российский сегмент базы данных `Espacenet` размещен по адресу <http://ru.espacenet.com>. Кроме того, на сайте ФИПС доступен интерактивный обучающий модуль `EspacenetAssistant`, содержащий теоретический материал, практические задания и тесты для овладения навыками работы с поисковой платформой.

Используя сайт *Всемирной организации интеллектуальной собственности* (WIPO), можно проводить поиск патентных документов Европейской патентной организации (EPO), а также США, Канады, Японии, Китая, Кореи, Индии и других зарубежных стран в системе `PATENTSCOPE` (URL: <http://patentscope.wipo.int>). Поисковый интерфейс системы доступен на девяти языках, включая русский.

В режиме простого поиска (`Simple Search`) можно искать патентные документы по введенным ключевым словам в любых полях документа (`Any Field`) или только на титульном листе (`Front Page`). Возможен полнотекстовый поиск (`Full Text`), поиск только англоязычных документов (`English Text`), а также поиск по номеру публикации (`ID/Number`), коду МПК (`Int. Classification (IPC)`), имени изобретателя или заявителя (`Names`) и датам (`Dates`).

Составление сложных поисковых запросов из неограниченного числа элементов возможно с помощью профессионального поискового интерфейса Advanced Search. В этом режиме для уточнения и сужения области поиска возможно использование широкого набора поисковых операторов, включая логические операторы, операторы контекстной близости и диапазона, а также подстановочных знаков для поиска вариантов на основе общего корня. Подробная информация о многочисленных поисковых операторах представлена в справочной системе PATENTSCOPE.

В режиме поиска по комбинации полей (Field Combination) возможно любое сочетание полей поиска в зависимости от потребностей поиска, к примеру: имя заявителя (Applicant Name) и дата публикации (Publication Date). Еще одним режимом поиска является формирование расширенного межъязыкового запроса (Cross Lingual Expansion), позволяющего проводить поиск по ключевым словам или фразам на двенадцати языках.

Платформа *Google Patents* представляет собой поисковую систему, индексирующую патентные документы и заявки патентного ведомства США (USPTO), Европейского патентного ведомства (EPO), Всемирной организации интеллектуальной собственности (WIPO), немецкого патентного ведомства (DPMA), канадского патентного ведомства (CIPRO) и патентного ведомства Китая (SIPO). Система поддерживает режимы простого (Simple Search) и расширенного поиска (Advanced Patent Search). Простой поиск осуществляется по аналогии с обычным поиском в Google. Для уточнения области поиска возможно использование следующих операторов:

- оператор «OR» применяется для поиска документов, содержащих хотя бы одно из указанных ключевых слов;
- оператор «-» исключает все результаты, содержащие отмеченное слово, например [composite -polymer];
- оператор «intitle:» используется для вывода результатов, содержащих ключевые слова в названии патента, например [intitle:nanocomposite];
- оператор «inventor:» позволяет провести поиск только по имени изобретателя или по названию фирмы, например [inventor:Alcoa];
- оператор «*» заменяет любое неизвестное слово в запросе по ключевой фразе, например [«semiconductor * diode»].

Режим расширенного поиска Advanced Patent Search имеет интуитивно понятный интерфейс и позволяет проводить детализированный поиск патентов по номеру, названию, имени автора или правообладателя, коду МПК, типу документа, а также ограничивать поиск определенным диапазоном дат.

По результатам проведенного патентного поиска отбирают информацию для дальнейшего анализа и составляют отчет о поиске. Наряду с ГОСТ Р 15.011-96 при оформлении отчета о патентных исследованиях также руководствуются ГОСТ 7.32-2001 «Отчет о научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления». Согласно этому стандарту отчет должен содержать титульный лист, список исполнителей, перечень условных обозначений, общие данные об объекте исследований, основную (аналитическую) часть, заключение и приложения. Основная часть отчета о патентных исследованиях в общем случае включает следующие разделы:

- технический уровень и тенденции развития объекта хозяйственной деятельности;
- использование объектов интеллектуальной собственности и их правовая охрана;
- исследование патентной чистоты объекта техники;
- анализ инновационной деятельности хозяйствующего субъекта и перспектив его развития.

Включение конкретных разделов в основную часть отчета о патентных исследованиях определяется заданием на проведение патентных исследований.

Консультирование по вопросам проведения патентных исследований, патентования и защиты интеллектуальной собственности, как правило, осуществляют отделы научно-технической информации (ОНТИ) университетов или другие подразделения с аналогичным функционалом.

Работа с библиографической информацией

Корректная работа с научной литературой – одно из важнейших требований, предъявляемых к научной работе независимо от ее вида. При заимствовании сведений из первоисточников необходимо правильно оформлять библиографические ссылки для возможности их

использования при последующем написании отчетов о НИР, научных статей или заявок на объекты интеллектуальной собственности по результатам НИР. Распространенной ошибкой среди начинающих исследователей можно назвать неполное оформление библиографических ссылок на этапе проработки литературных источников, в результате чего приходится повторно разыскивать необходимые книги или статьи при составлении списков литературы. При дословном цитировании текст цитаты необходимо заключить в кавычки, а в случае пересказа заимствованного текста (косвенное цитирование, или *парафраза*) достаточно просто привести ссылку на первоисточник. При заимствовании графических материалов (рисунков, схем, диаграмм, фотографий и др.) также необходимо приводить ссылку на источник информации. При оформлении ссылок и списков литературы следует руководствоваться ГОСТ Р 7.0.5-2008 «Библиографическая ссылка. Общие требования и правила составления» и ГОСТ 7.1-2003 «Библиографическая запись. Библиографическое описание. Общие требования и правила составления».

Количество библиографических ссылок позволяет оценить масштабы проработки современного состояния изучаемого вопроса в литературном обзоре [5]. Вместе с тем цитирование публикаций должно быть уместным и обоснованным, каждая ссылка должна сопровождаться анализом и изложением авторской позиции. На все источники, приведенные в списке использованной литературы, должны быть даны ссылки в тексте работы.

Следует учитывать, что в научных текстах цитирование учебных и справочных изданий должно быть ограниченным. Если один и тот же материал переиздавался неоднократно, следует делать ссылку на его последнее издание. Цитирование материалов конференций допускается лишь в исключительных случаях. Указание в научной работе ссылки на какой-либо источник предполагает, что автор лично ознакомился с этим источником и может в случае необходимости (к примеру, при защите выпускной квалификационной работы) поддержать научную дискуссию по содержанию приведенного источника. Таким образом, самостоятельное ознакомление с цитируемой литературой в первоисточниках – одно из важнейших требований научной этики.

Для оптимизации библиографической работы с литературными источниками используется **специализированное программное обеспечение**, позволяющее автоматизировать решение целого ряда задач. К таким задачам относятся систематизация документов в личных электронных библиотеках, составление библиографических описаний, импорт и экспорт ссылок и т. п. Программы, применяемые для этих целей, имеют общее название *Reference Managers* и представляют собой средства сбора и каталогизации научных трудов для последующей подготовки пристатейных списков литературы. В группу Reference Managers входит большое количество программ от различных издательских корпораций и других производителей, в том числе Mendeley (Elsevier), EndNote (Clarivate Analytics), Zotero (George Mason University) и др.

Mendeley (www.mendeley.com) представляет собой бесплатную кросс-платформенную систему управления библиографической информацией, подключенную к международной социальной сети ученых. В состав системы входит клиентская программа Mendeley Desktop, облачное хранилище (Cloud Storage) пользовательских библиографических баз данных, надстройки для наиболее широко применяемых текстовых редакторов и специализированная социальная сеть. Функциональные возможности системы Mendeley предусматривают:

- сбор научных первоисточников и организацию хранения собственной электронной научной библиотеки;
- чтение и аннотирование научных статей как с помощью домашнего компьютера (приложение Mendeley Desktop), так и через интернет-версию системы Mendeley или мобильное приложение для IOS или Android;
- ведение совместной работы над статьями с коллегами по научному коллективу или по студенческой группе;
- формирование библиографических ссылок с использованием встроенной в Mendeley библиотеки стилей оформления (возможна настройка собственного стиля);
- создание личного профиля в сети для размещения собственных научных публикаций, а также поиска коллег и единомышленников в международном научном сообществе.

После инсталляции Mendeley Desktop возможно дополнительно установить надстройки MS Word Plugin или OpenOffice Plugin для

вставки ссылок из Mendeley непосредственно при работе в том или ином текстовом редакторе. Общий вид библиотеки пользователя в интернет-версии системы Mendeley показан на рис. 10.

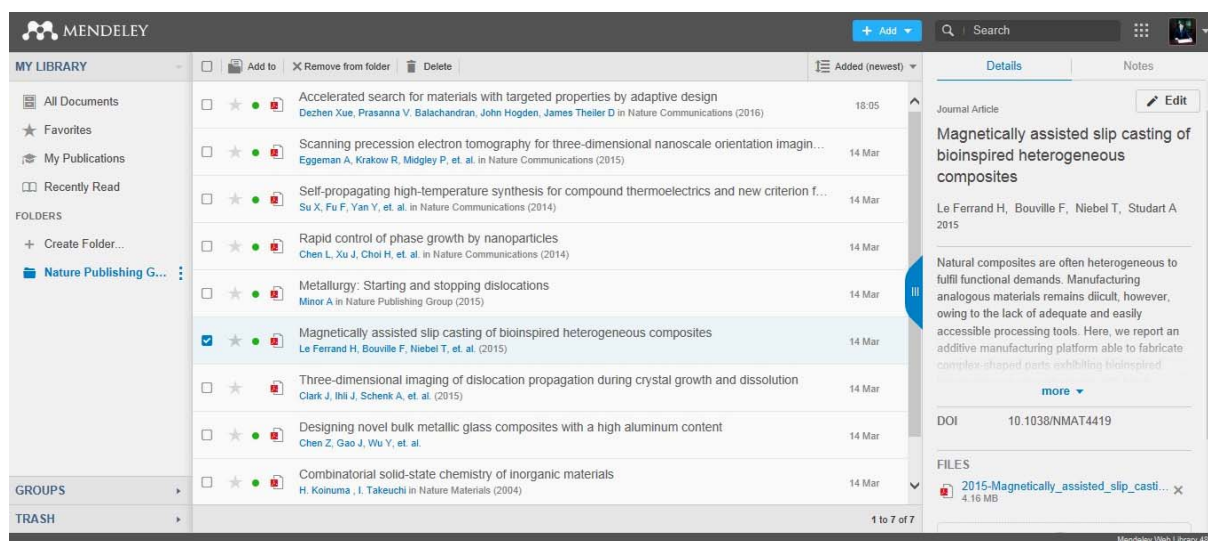


Рис. 10. Общий вид библиотеки пользователя в системе Mendeley

Добавлять документы в библиотеку Mendeley можно различными способами:

- непосредственный просмотр папок на компьютере пользователя (функция Watch Folder);
- поиск Mendeley (функция Papers в интернет-версии приложения или Literature Search в Mendeley Desktop);
- веб-импортер библиографических данных в браузере (функция Save to Mendeley);
- перенос данных из других библиографических менеджеров (функция импортирования в Mendeley Desktop).

Систематизировать информацию в собственной базе данных научных статей можно с помощью создания тематических каталогов и использования тэгов. При добавлении каждого PDF-файла Mendeley загружает полную информацию о статье из соответствующей библиографической базы данных, что позволяет легко сортировать имеющиеся документы. Поиск недостающих метаданных для загруженных документов осуществляется через Google Scholar. Система Mendeley поддерживает интеграцию с базами Scopus и ScienceDirect. Поиск в созданной библиотеке организуется через автоматизированную си-

стему поисковых запросов. Подробная информация о работе с системой доступна на специальном портале технической поддержки (URL: support.mendeley.com).

Простое переписывание текста другого автора без ссылки на него считается плагиатом и недопустимо как с морально-этической, так и с юридической точек зрения. Для оценки степени самостоятельности выполнения студентами и аспирантами научно-исследовательских работ предусмотрено использование лицензионной системы «Антиплагиат.ВУЗ», позволяющей выявить степень заимствования информации в работе.

Важно понимать, что обзор научно-технической литературы не является расширенным вариантом студенческого реферата или курсовой работы, а тем более простой компиляцией выдержек из статей и монографий. В нем, наряду с систематизацией и обобщением известных данных, должен быть выполнен их критический анализ и обозначена позиция автора.

При подготовке литературных обзоров не следует перегружать их ненужными сведениями, не имеющими непосредственного отношения к рассматриваемой проблематике, а также использовать литературные источники более чем десятилетней давности (за исключением классических основополагающих работ или отдельных случаев, когда подобное цитирование оправдано).

Постановка цели и задач исследований

По результатам выполненного литературно-патентного обзора должны быть сформулированы общие выводы, включающие цель и задачи исследований. При этом цель НИР студентов и аспирантов должна быть ориентирована на решение конкретных научно-технических задач с учетом специфики предприятий-работодателей либо тематики научно-исследовательской деятельности выпускающей кафедры. В общем виде **цель исследования** представляет собой конечный научный результат, планируемый к достижению по завершении научно-исследовательской работы и формулируемый в виде конкретного предполагаемого эффекта.

В зависимости от уровня подготовки (бакалавриат, магистратура, аспирантура) цель исследований определяют и формулируют с использованием различных подходов. В учебно-исследовательских

работах, выполняемых при обучении по программе бакалавриата, наличие элементов новизны не является обязательным требованием, поэтому цель исследований, как правило, носит прикладной характер. В магистерских и кандидатских исследованиях при формулировании цели рекомендуется сначала указать научный результат, который должен быть получен в итоге проведенного исследования, а затем обозначить практическую составляющую решаемой научно-технической проблемы.

Цель исследований формулируют с использованием глаголов совершенного вида в неопределенной форме (*выявить, установить, изучить, разработать* и т. п.) или соответствующих им существительных. В обобщенном виде по данным анализа выпускных квалификационных и диссертационных работ можно привести следующие *примеры постановки целей исследований* в области металлургии, материаловедения и литейного производства:

- исследование коррозионного поведения, деформации и разрушения материалов от действия механических нагрузок и внешней среды;
- разработка или совершенствование технологий объемной и поверхностной термической и химико-термической обработки;
- разработка покрытий (упрочняющих, износостойких и др.) и методов управления их свойствами;
- разработка или совершенствование методов исследования и контроля структуры и свойств материалов и литых изделий;
- повышение качества отливок или технико-экономической эффективности технологий литья;
- разработка составов сплавов (модификаторов, лигатур и др.) и технологий их приготовления;
- разработка способов выпечной обработки металлов и сплавов;
- разработка составов формовочных и стержневых смесей, связующих и вспомогательных материалов;
- исследование процессов (физико-химических, теплофизических, гидродинамических и др.), происходящих в расплавах, отливках и литейных формах;
- исследование влияния внешних воздействий (электрических, магнитных, механических, радиационных и др.) на структурообразование и формирование свойств сплавов и литых заготовок;

- разработка и исследование ресурсосберегающих технологий получения отливок.

Задачи исследований представляют собой конкретные исследовательские действия, ориентированные на достижение поставленной цели и определяющие основные этапы научной работы. Рекомендуется выделять не менее трех и не более пяти-шести задач. Выделение нескольких задач в рамках одной цели обусловлено различными аспектами решаемой научно-технической проблемы: установлением новых закономерностей, разработкой новых методик, проведением опытных испытаний, формированием рекомендаций по практическому использованию полученных результатов и др. В формулируемые задачи исследований не следует включать сбор и анализ научно-технической литературы по теме исследования, поскольку постановка цели и задач представляет собой логическое следствие этих этапов исследовательской работы. Сформулированные цель, задачи и результаты исследований должны быть согласованы между собой.

Наиболее распространены следующие *ошибки при формулировании* цели и задач исследований:

- цель не имеет прямой связи с темой или проблематикой исследований;
- формулировка цели размыта и не позволяет понять ожидаемый результат;
- из формулировки цели не ясна практическая значимость предпринимаемого исследования;
- задачи исследования не обеспечивают достижение поставленной цели;
- задачи подменены методами исследований;
- формулировки задач в прямом виде или в форме синонимов дублируют цель исследований.

2.2. Разработка методологии исследований

Под **методологией исследования** понимается общая структурно-логическая схема его проведения, включая постановку и последовательность выполнения эксперимента. Разработка методологии исследований предусматривает такие этапы, как разработка программы

эксперимента, выбор методов и средств для его проведения, математическое планирование эксперимента для последующей обработки и анализа полученных данных.

Выбор объекта и предмета исследований

На начальном этапе разработки методологии исследовательской работы выбираются объект и предмет предполагаемых исследований. Специфика объекта и предмета научного исследования как философских категорий детально рассматривается при изучении специальных дисциплин в рамках образовательных программ бакалавриата, магистратуры и аспирантуры, поэтому здесь приведены только общие рекомендации по выбору объекта и предмета исследования при выполнении научно-исследовательской работы студентами и аспирантами укрупненной группы направлений 22.00.00 «Технологии материалов».

Под **объектом исследования** понимается процесс или явление, создающее проблемную ситуацию в соответствующей области науки и выбранное для изучения. В качестве объекта исследования, в частности, могут выступать технология, материал (вещество), устройство и т. д. Описание объектов исследования для конкретных отраслей науки в обобщенном виде приведено в паспортах научных специальностей ВАК РФ. Принципом выбора объекта исследования с учетом положений паспорта научной специальности особенно рекомендуется руководствоваться аспирантам, поскольку это позволяет избежать «размывания» объекта по нескольким специальностям.

Предмет исследования представляет собой составную часть объекта исследования и формирует ограниченный комплекс проявлений и характеристик, интересующих исследователя в объекте. Предмет исследований выбирается с ориентацией на получение нового научного знания, поэтому формулировка предмета должна подчеркивать его новизну. При выборе предмета исследования необходимо учитывать не только круг научных интересов исследователя и профиль его профессиональной деятельности, но и наличие соответствующей материально-технической базы для проведения экспериментальных исследований.

Некоторые примеры формулировок объектов и предметов исследования для различных уровней подготовки представлены в табл. 5.

Примеры формулировок объекта и предмета исследования

Уровень подготовки	Объект исследования	Предмет исследования
Бакалавриат	Цинковые антифрикционные сплавы	Взаимосвязь химического состава цинковых сплавов и износостойкости в условиях сухого трения
	Формы и стержни из холоднотвердеющих смесей	Влияние состава связующего на живучесть холоднотвердеющей смеси с кислотным отверждением
Магистратура	Технология изготовления стальных отливок по выплавляемым моделям	Влияние технологических параметров выплавления моделей и заливки расплава на трещиностойкость оболочковых форм
	Протекторные сплавы на алюминиевой основе	Электрохимические свойства алюминиевых протекторных сплавов с различным газосодержанием
Аспирантура	Алюмоматричные композиционные сплавы для отливок триботехнического назначения	Закономерности структурообразования и формирования свойств алюмоматричных композиционных сплавов в условиях ультразвуковой обработки жидкого и кристаллизующегося расплава

Грамотный выбор и корректные формулировки объекта и предмета исследований обеспечивают целенаправленность и внутреннее единство процесса научно-исследовательской работы.

Построение гипотезы исследований

Гипотеза представляет собой обоснованное, но требующее проверки и доказательства научное предположение, содержащее элементы новизны и оригинальности и выдвигаемое для вероятностного объяснения каких-либо фактов, явлений и процессов или прогнозирования их развития.

В простейшем виде гипотезы могут быть представлены в форме утверждений «если А, то В», где А – совокупность создаваемых исследователем условий в рамках проведения эксперимента, В – совокупность предполагаемых результатов, отождествляемых с целью исследования. Различают *описательные гипотезы* (предположения о свойствах и характеристиках изучаемых объектов или характере связей между отдельными их элементами), *объяснительные гипотезы* (предположения о причинно-следственных взаимосвязях) и *прогнозные гипотезы* (предположения о тенденциях и закономерностях развития объекта исследования в заданных условиях) [6].

В общем случае к научным гипотезам предъявляют следующие **основные требования** [7]:

- релевантность – согласованность с фактами, которые составили информационную базу для ее разработки;
- проверяемость опытным путем, обеспечивающая возможность подтверждения (верифицируемость) или опровержения (фальсифицируемость) гипотезы;
- совместимость с существующим научным знанием;
- обладание объяснительной и предсказательной силой;
- простота, проявляющаяся в меньшем количестве исходных допущений для вывода большего множества следствий.

Построение результативной гипотезы исследования определяется такими факторами, как творческий потенциал исследователя и его профессиональный опыт, информированность о современном состоянии исследований в предметной области. В большинстве случаев направление разработки гипотез исследователь выбирает на основе своей интуиции. В этой связи процесс построения гипотез в методологическом аспекте представляет собой один из наиболее сложных этапов научного исследования. Можно выделить следующие **основные стадии построения и развития гипотез** в общем контексте исследования:

- предварительная стадия:
 - сбор и анализ научно-технической информации по исследуемой проблеме;
 - определение цели и постановка задач исследования;
 - выбор объекта и предмета исследования;
- формирующая стадия:

- выявление факторов, потенциально влияющих на проблему, и анализ их взаимосвязей;
- поиск следствий из сделанных предположений и определение их возможного влияния на результат исследования;
- формулирование исходной рабочей гипотезы;
- экспериментальная стадия:
 - выбор методических приемов для проверки гипотезы;
 - планирование, организация и проведение экспериментов;
 - математическая обработка результатов экспериментов;
 - принятие, уточнение или отклонение гипотезы.

Следует избегать отождествления понятий «гипотеза» и «теория», поскольку в основе теории лежат доказанные научные закономерности, а гипотеза базируется на предположениях. Подтверждение гипотезы способствует ее трансформации в научную теорию, однако опровержение гипотезы также может способствовать появлению нового научного знания.

Разработка программы экспериментальных исследований

Программа экспериментальных исследований в общем случае состоит из методологического и процедурного разделов. В **методологический раздел** входят:

- наименование темы исследования;
- описание проблемной ситуации;
- объект и предмет исследования;
- рабочая гипотеза;
- интерпретация основных понятий.

Процедурный раздел программы экспериментального исследования включает следующие блоки:

- перечень необходимых материалов и оборудования;
- общую методику эксперимента;
- календарный план работ.

В отдельных случаях в этот перечень входит программа опытных работ на предприятии. На этапе разработки программы эксперимента при необходимости изготовления оснастки или специального оборудования устанавливаются их конструктивные и технологические параметры.

Выбор методов и средств для проведения экспериментальных исследований

При разработке методологии исследований выбирают и обосновывают применяемые методы и средства, включая технологическое, испытательное и вспомогательное оборудование, аналитические приборы и установки, необходимые для выполнения опытов, проведения наблюдений и измерений. Наряду с использованием стандартных методов и средств в ряде случаев может быть предусмотрено самостоятельное изготовление оригинальных научных установок и методик исследований.

Современная научная база производства материалов и изделий характеризуется не только значительным разнообразием существующих теорий, но и широким спектром используемого научного оборудования и приборов при исследовании физико-химических процессов, протекающих при синтезе материалов и получении изделий. Основные методы испытаний и измерений в области материаловедения и литейного производства стандартизованы. При **определении прочностных свойств** регламентированы методы испытаний на растяжение (ГОСТ 1497-84, 11701-84, 28870-90), в том числе при повышенных и пониженных температурах (ГОСТ 9651-84, 11150-84, 22706-77), на осадку (ГОСТ 8817-82), расплющивание (ГОСТ 8818-73), изгиб (ГОСТ 14019-2003) и ударный изгиб (ГОСТ 9454-78). При определении твердости металлов и сплавов регламентированы методы измерения твердости по Бринеллю (ГОСТ 9012-59, 22761-77), Роквеллу (ГОСТ 23677-79), Виккерсу (ГОСТ 2999-75), методом упругого отскока бойка по Шору (ГОСТ 23273-78), методом ударного отпечатка (ГОСТ 18661-73), а также микротвердости (ГОСТ 21318-75).

При **проведении металлографических исследований** регламентированы методы выявления и определения величины зерна в сталях и сплавах (ГОСТ 5639-82), определения неметаллических включений в стали (ГОСТ 1778-70), в том числе с использованием эталонных шкал (ГОСТ Р ИСО 4967-2015), оценки микроструктуры стальных листов и лент (ГОСТ 5640-68), испытаний и оценки макроструктуры сталей (ГОСТ 10243-75) и жаропрочных сплавов (ГОСТ 22838-77), определения глубины обезуглероженного слоя (ГОСТ Р 54566-2011), а также определения пористости и микроструктуры спеченных твердых сплавов (ГОСТ 9391-80). Эталоны микроструктуры стали приведены в

ГОСТ 8233-56. Методы определения структуры отливок из чугунов с различной формой графита устанавливает ГОСТ 3443-87.

Для **определения литейных свойств металлов и сплавов** разработаны специальные методики исследования, регламентируемые ГОСТ 16438-70 (определение жидкотекучести по спиральной пробе) и ГОСТ 16817-71 (определение линейной усадки). Действующие стандарты, применяемые в основных технологических переделах литейного производства, систематизированы в пособии [8].

В отчете о научно-исследовательской работе на этапе разработки методологии экспериментальных исследований следует отразить:

- характеристики исходных материалов, используемых при выполнении работы;
- схемы экспериментальных установок, чертежи изготовленной оснастки, фотографии научных приборов;
- стандартные и специальные методики проведения исследований;
- описание специализированного программного обеспечения, применяемого в научной работе.

Наиболее распространенными *ошибками*, допускаемыми при описании в отчетах и квалификационных работах методологии и методики проведения исследований, являются:

- неправильный выбор объекта и предмета исследований или их нечеткие формулировки;
- описание методики исследования в слишком общей форме;
- отсутствие обоснования выбора методики исследования;
- отсутствие оценки достоверности и надежности результатов, полученных с использованием выбранных методик;
- использование устаревших методик и приемов.

2.3. Организация экспериментальных исследований и обработка результатов

В зависимости от условий проведения различают лабораторные и производственные экспериментальные исследования [9].

Лабораторные эксперименты проводят с применением типовых приборов, моделирующих установок и стендов, специализированного оборудования и т. д. Такие исследования позволяют наиболее

полно и качественно, с заданной повторяемостью изучить влияние одних характеристик при варьировании других. Лабораторные опыты в случае достаточно полного научного обоснования эксперимента на основе математического планирования дают возможность получить адекватные научные данные с минимальными затратами. Вместе с тем такие эксперименты не всегда полностью моделируют реальный ход изучаемого процесса, поэтому возникает потребность в уточнении их результатов путем проведения производственного эксперимента.

Производственные экспериментальные исследования направлены на изучение процессов в реальных условиях с учетом воздействия различных случайных факторов производственной среды. Разновидностью производственных экспериментов является сбор статистических данных в центральных заводских лабораториях. Ценность этих материалов состоит в том, что они систематизированы за многие годы по единой методике. Такие данные хорошо поддаются обработке с помощью методов математической статистики и теории вероятностей.

К основным задачам, решаемым в рамках проведения экспериментальных исследований, относятся:

- статистическая проверка гипотез и определение характеристик исследуемого объекта (задачи измерительного характера);
- установление возможного воздействия различных факторов на выходной параметр (задачи дисперсионного анализа);
- установление функциональных зависимостей, связывающих факторы и функцию отклика (задачи регрессионного анализа);
- выявление статистических зависимостей между исследуемыми параметрами (задачи корреляционного анализа);
- поиск оптимальных условий осуществления процесса (задачи оптимизации).

По числу варьируемых факторов различают однофакторные и многофакторные эксперименты. Современные подходы к организации проведения экспериментальных исследований обязательно предусматривают широкое **использование методов математического планирования** многофакторного эксперимента. Подробные рекомендации по применению таких методов приведены в работах [10 – 12]. Общие понятия, относящиеся к математическому планированию эксперимен-

та, приведены в ГОСТ 24026-80 «Исследовательские испытания. Планирование эксперимента. Термины и определения».

На первом этапе математического планирования эксперимента устанавливают основные уровни и интервалы варьирования факторов. Основным, или нулевым, уровнем фактора называют его значение, принятое за исходное в разрабатываемом плане эксперимента. Основные уровни выбирают таким образом, чтобы их сочетание отвечало значению параметра оптимизации, по возможности более близкому к оптимальному. Каждое сочетание уровней факторов представляет собой многомерную точку в факторном пространстве. Сочетание основных уровней принимают за исходную точку для построения плана эксперимента, которое состоит в выборе экспериментальных точек, симметричных относительно исходной точки или (что одно и то же) центра плана.

Значения фактора могут изменяться в сторону уменьшения и увеличения на определенную величину – интервал варьирования. Таким образом, *интервалом варьирования фактора* называют число (свое для каждого фактора), прибавление которого к основному уровню дает верхний уровень фактора, а вычитание – нижний. Интервал варьирования не может быть выбран меньше той ошибки, с которой экспериментатор фиксирует уровень фактора, а также не может быть настолько большим, чтобы верхний или нижний уровни выходили за пределы области фактора. При этом необходимо учитывать, что увеличение интервалов варьирования затрудняет возможность линейной аппроксимации функции отклика.

Для удобства записи условий эксперимента и обработки экспериментальных данных уровни факторов кодируют. В кодированном виде верхний уровень обозначают +1, нижний –1, а основной – 0. Кодированное значение фактора x_i определяют по выражению

$$x_i = \frac{\tilde{x}_i - \tilde{x}_i^0}{\varepsilon_i},$$

где \tilde{x}_i – натуральное значение i -го фактора; \tilde{x}_i^0 – натуральное значение основного уровня i -го фактора; ε_i – интервал варьирования i -го фактора.

При кодировании качественных факторов, имеющих два уровня, верхний уровень обозначается +1, а нижний –1. Эксперимент, в котором реализуются все возможные сочетания уровней факторов, назы-

вают **полным факторным экспериментом**. Если число уровней каждого фактора m , а число факторов k , то число N всех сочетаний уровней факторов, а следовательно, и число опытов в полном факторном эксперименте определяется выражением

$$N = m^k.$$

Цель первого этапа планирования экстремального эксперимента – получение линейной модели. Он предусматривает варьирование факторов на двух уровнях. Возможное количество сочетаний уровней факторов в этом случае равно 2^k .

Факторный эксперимент проводят с помощью матрицы планирования, в которой используют кодированные значения факторов. Так, например, для двух факторов полный факторный эксперимент типа 2^k можно представить матрицей, пример которой приведен в табл. 6. Число строк в матрице равно количеству опытов. Знаками +1 и –1 обозначают уровни факторов x_1 и x_2 в опытах. Значения функции отклика, полученные при выполнении опытов, обозначены через y_1 , y_2 , y_3 и y_4 .

Для упрощения записи условий эксперимента в матрице планирования вместо +1 пишут только «+», а вместо –1 только «–».

Таблица 6

Матрица факторного эксперимента типа 2^2

Номер опыта	x_1	x_2	y
1	–	–	y_1
2	+	–	y_2
3	–	+	y_3
4	+	+	y_4

Таблица 7

Матрица планирования

Номер опыта	x_0	x_1	x_2	x_1x_2	y
1	+	–	–	+	y_1
2	+	+	–	–	y_2
3	+	–	+	–	y_3
4	+	+	+	+	y_4

Для движения по градиенту необходима линейная модель. При $k = 2$ моделью будет уравнение регрессии вида $y = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2$. Значения коэффициентов в этом уравнении определяют с помощью значений функции отклика, полученных в результате опытов.

Линейным называют эффект, характеризующий линейную зависимость параметра оптимизации от соответствующего фактора. Эффектом взаимодействия называют эффект, характеризующий совместное влияние нескольких факторов на параметр оптимизации. Полный факторный эксперимент позволяет количественно оценить линейные эффекты и все эффекты взаимодействия. Для полного факторного эксперимента типа 2^2 уравнение регрессии с учетом эффектов взаимодействия можно представить выражением

$$y = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_{12}x_1x_2.$$

Для указанного эксперимента матрица планирования приведена в табл. 7. В этой матрице содержится столбец фиктивной переменной x_0 . Он вводится для оценки свободного члена b_0 . Столбец x_1x_2 получен перемножением столбцов x_1 и x_2 . Он введен для расчета коэффициента b_{12} . При $k = 2$ построение матриц полного факторного эксперимента не вызывает затруднений, так как все возможные сочетания уровней факторов легко найти простым перебором. При увеличении числа факторов количество возможных сочетаний уровней быстро возрастает, поэтому возникает необходимость в некоторых приемах построения матриц. Рассмотрим два наиболее простых приема. Первый прием основан на правиле чередования знаков. В первом столбце (x_1) знаки чередуются поочередно, во втором они чередуются через 2, в третьем – через 4, в четвертом – через 8, в пятом – через 16 и т. д. по степеням двойки. Второй прием основан на последовательном достраивании матрицы планирования. Для этого при добавлении нового фактора необходимо повторить комбинации уровней исходного плана сначала при значении нового фактора на верхнем уровне, а затем – на нижнем.

Для объективной оценки полученных при выполнении научно-исследовательских работ экспериментальных данных необходима их обработка с применением методов математической статистики. Подробное описание методов статистического анализа и обработки экс-

периментальных результатов содержится в специализированных пособиях, например [10; 12].

При определении каких-либо параметров в ходе прямых измерений для каждой серии опытов необходимо вычислить среднее арифметическое полученных значений измеряемой величины, а также определить доверительные границы погрешности результатов. *Среднее арифметическое значение* измеряемой величины определяется по формуле

$$\bar{x} = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{n} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i,$$

где x_i – значение единичного измерения величины; n – число измерений.

Среднее квадратическое (стандартное) отклонение σ , характеризующее разброс результатов единичных измерений относительно среднего значения, вычисляется по результатам n измерений:

$$\sigma = \sqrt{\frac{(x_1 - \bar{x})^2 + (x_2 - \bar{x})^2 + \dots + (x_n - \bar{x})^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{1}{n-1} \cdot \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}.$$

Квадрат σ^2 называется *дисперсией* величины x .

Доверительная вероятность, или вероятность попадания результата измерения в интервал $(\bar{x} - \Delta x \dots \bar{x} + \Delta x)$,

$$\alpha = \int_{\bar{x}-\Delta x}^{\bar{x}+\Delta x} f(x) dx.$$

Интервал от $-\Delta x$ до $+\Delta x$ называется *доверительным интервалом*. Его границы выражаются произведением среднего квадратического отклонения и коэффициента Стьюдента $t_{\alpha, n}$

$$\Delta x = t_{\alpha, n} \sigma.$$

Таким образом, запись окончательного результата многократных прямых измерений должна включать среднее значение измеряемой величины и его доверительный интервал:

$$x = \bar{x} \pm \Delta x.$$

Значения коэффициента Стьюдента в зависимости от принятой доверительной вероятности и числа проведенных измерений приведены в табл. 8.

Таблица 8

Коэффициенты Стьюдента

Число измерений	Доверительная вероятность					
	0,80	0,90	0,95	0,98	0,99	0,995
2	3,077	6,313	12,706	31,820	63,656	127,656
3	1,885	2,920	4,302	6,964	9,924	14,089
4	1,638	2,353	3,182	4,540	5,840	7,458
5	1,533	2,132	2,776	3,746	4,604	5,597
6	1,476	2,015	2,570	3,649	4,032	4,773
7	1,439	1,943	2,446	3,142	3,707	4,316
8	1,415	1,895	2,365	2,998	3,499	4,229
9	1,397	1,859	2,306	2,896	3,355	3,832
10	1,383	1,833	2,262	2,821	3,249	3,689
15	1,345	1,761	2,145	2,625	2,977	3,326
20	1,328	1,729	2,093	2,539	2,861	3,174
25	1,318	1,711	2,064	2,492	2,797	3,091

На этапе визуализации результатов выполненных научно-исследовательских работ при построении гистограмм необходимо указывать доверительные интервалы, а при построении графических зависимостей с аппроксимацией экспериментальных данных – приводить уравнение аппроксимирующей функции и указывать коэффициент детерминации.

При статистической обработке экспериментальных результатов и их визуализации возможно использование распространенного программного пакета **Microsoft Excel**. Пакет Excel позволяет применять стандартные методы обработки данных на базе встроенной библиотеки статистических функций; краткое описание наиболее часто используемых из них приведено ниже.

Для вычисления среднего арифметического применяется функция СРЗНАЧ (AVERAGE). Например, формула =СРЗНАЧ(A2:A6) представит среднее значение чисел в ячейках с A2 по A6. При вычислении выборочной дисперсии и выборочного стандартного отклонения используются функции ДИСП.В (VAR.S) и СТАНДОТКЛОН.В (STDEV.S). Выявление наиболее часто встречающегося значения в

массиве или интервале данных осуществляется с помощью функции МОДА.ОДН (MODA.SNGL). Определение значения, являющегося центром (серединой) множества чисел в статистическом распределении, вычисляется с помощью функции МЕДИАНА (MEDIAN). Размах варьирования, представляющий разность между наибольшим и наименьшим значениями чисел совокупности, определяется с использованием функций МАКС (MAX) и МИН (MIN), например =МАКС(A2:A6)-МИН(A2:A6). Наряду с *Мастером функций* в Excel имеется набор инструментов для углубленного статистического анализа данных (*Пакет анализа*).

Для детального изучения возможностей программы Excel можно рекомендовать онлайн-курсы от Microsoft на платформе edX (DAT206x: Analyzing and Visualizing Data with Excel) или на сайте Microsoft Virtual Academy (URL: <https://mva.microsoft.com>).

Вместе с тем возможности пакета Excel при анализе научных данных ограничены, поскольку он представляет собой офисное приложение, не адаптированное к научно-исследовательской работе. В этой связи целесообразно рассмотреть специализированные программные пакеты для обработки экспериментальных данных и результатов теоретических вычислений.

Одним из наиболее мощных в мире программных пакетов для численного анализа больших массивов данных и визуализации результатов научных исследований считается **комплекс Origin** компании OriginLab Corporation (США). Он широко распространен в научной среде и используется учеными при создании двумерной и трехмерной научной графики с математической обработкой результатов на этапе их подготовки к опубликованию.

После запуска программы открывается окно с новым (пустым) проектом (рис. 11). Интерфейс программы интуитивно понятен и практически не отличается от большинства других Windows-приложений (в примерах используется версия программы OriginPro 8.5).

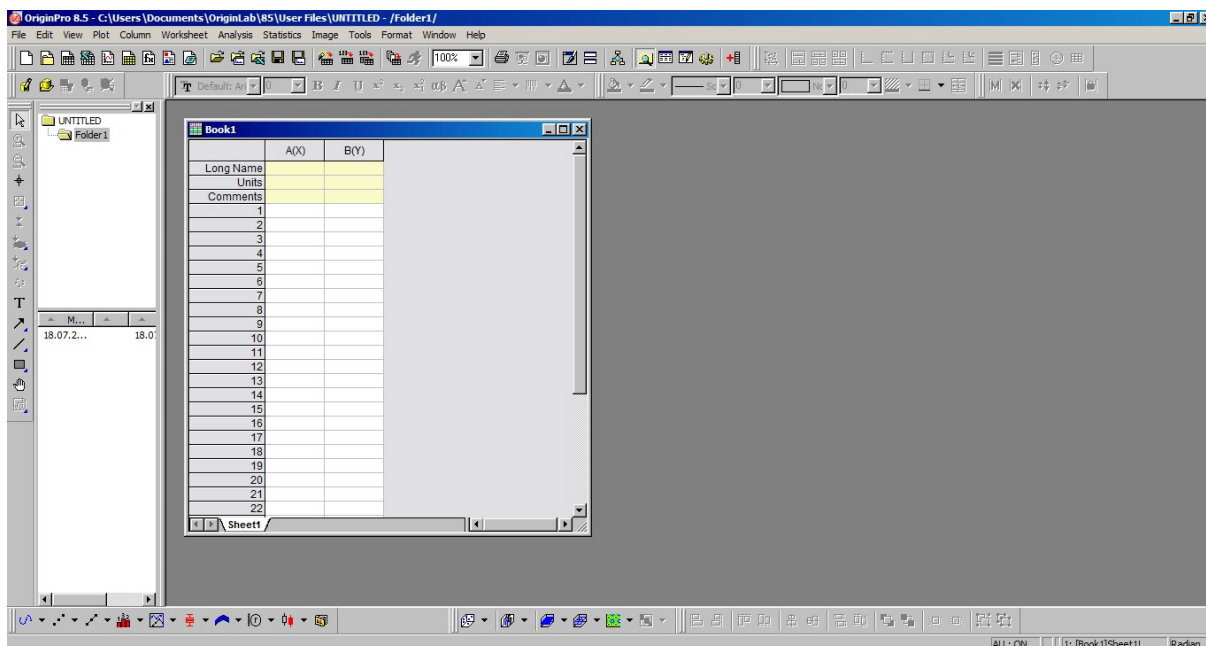


Рис. 11. Общий вид рабочего окна программы Origin

Дочернее окно внутри основного рабочего окна представляет собой рабочую таблицу (Worksheet) для ввода данных. Добавить новые столбцы в таблицу можно с помощью команды меню Column → Add New Columns... (или комбинацией Ctrl + D), при этом в открывшемся окне запроса задают количество добавляемых столбцов. Для доступа к окну настроек столбца (Column Properties) необходимо выделить его нажатием по заголовку и щелкнуть правой кнопкой мыши, а затем в открывшемся контекстном меню выбрать команду Properties. Можно задать наименование столбца (Short Name / Long Name), ширину (Column Width), соответствие оси графика (Plot Designation), формат представляемых данных (Format) и ряд других настроек.

При заполнении таблиц в Origin необходимо учитывать, что в западных странах целые и дробные части чисел отделяют не запятой, а точкой. При представлении очень больших и очень малых чисел рекомендуется пользоваться научным (экспоненциальным) форматом записи числовых данных, например:

$$2560000 = 2.56E6$$

$$0,000256 = 2.56E-4$$

Программа поддерживает возможность импорта данных из внешних файлов различных форматов (меню File → Import). Наиболее часто экспериментальные данные фиксируют в выходных файлах формата ASCII, что обусловлено его универсальностью и простотой. Для импорта такого файла следует выполнить команду File → Import → Single ASCII.

В программе Origin можно построить двумерные графики по имеющимся экспериментальным данным с помощью команд меню Plot. Наиболее часто используемые формы визуализации данных – первые три варианта построения графиков (из более чем семидесяти доступных типов):

- Line (только линия, соединяющая точки (x, y) , без отображения символов точек);
- Symbol (экспериментальные точки (x, y) в виде символов);
- Line + Symbol (точки (x, y) в виде символов и соединяющая их линия).

Рекомендуется использовать формат Symbol (только точки) с последующим добавлением аппроксимирующей кривой. При построении графиков по табличным данным первый столбец по умолчанию соответствует оси X, а все остальные столбцы – оси Y. В ходе построения графика программа автоматически устанавливает масштаб и значения шкал вдоль осей. Эти и другие параметры отображения графика можно изменить после его построения. Для этого необходимо дважды щелкнуть левой кнопкой мыши по графику, что вызовет диалоговое окно Plot Details, позволяющее задавать различные параметры. Дополнительные настройки возможны путем вызова диалоговых окон для каждой из осей графика. На вкладке Scale такого окна можно задать начальное и конечное значения шкалы, ее тип, шаг отображения числовых значений (Increment) и др. Функция Text Tool на панели инструментов позволяет создавать текстовые подписи на поле графика. Экспорт полученных графиков и таблиц возможен в ряд популярных форматов, в том числе PDF, JPEG, GIF, WMF и др.

Программа Origin предоставляет широкие возможности математической обработки и анализа экспериментальных данных. К примеру, при анализе результатов часто требуется найти зависимость между полученными данными или выполнить их аппроксимацию какой-либо функцией. Для этих задач используются инструменты меню Analysis. Функциям линейного и полиномиального приближений соответствуют пункты меню Linear Fit и Polynomial Fit. Программа обрабатывает данные методом наименьших квадратов, предоставляя всю необходимую статистическую информацию (рис. 12).

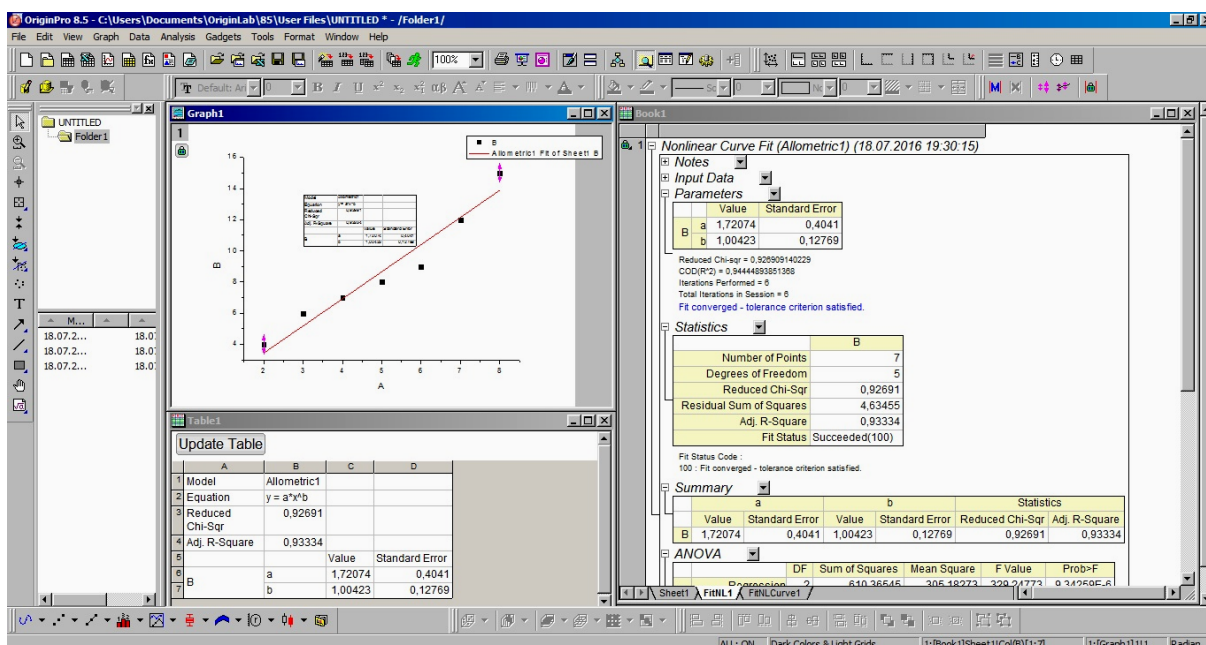


Рис. 12. Результаты поиска линейной зависимости в Origin

На официальном сайте компании OriginLab размещены англоязычные руководства и видеуроки по работе с программой Origin. Из немногих пособий по Origin на русском языке можно рекомендовать издание [13].

Несмотря на то что полноценных свободных аналогов программы Origin в настоящее время не существует, для ряда практических научных задач при отсутствии доступа к Origin альтернативным ре-

шением могут быть следующие бесплатно распространяемые программы:

- gnuplot (URL: www.gnuplot.info);
- LabPlot (URL: labplot.sourceforge.net);
- IBM OpenDX (URL: www.opendx.org);
- SciDAVis (URL: <http://scidavis.sourceforge.net>);
- Advanced Grapher (URL: www.alentum.com/agrapher) и др.

Программа gnuplot – наиболее простая и распространенная из приведенного списка, представляет собой профессиональный инструмент для визуализации научных данных и математических функций, работающий на всех платформах (Linux/Unix, MS Windows, Mac OS X). Gnuplot позволяет строить 2D- и 3D-графики, заданные аналитическими зависимостями, в параметрическом виде или таблично по данным, считанным из текстовых файлов. Пример построенного в программе gnuplot трехмерного графика приведен на рис. 13. Программа осуществляет прямой вывод графиков в файлы всех распространенных форматов, включая PDF, PNG, JPEG, GIF, SVG и др.

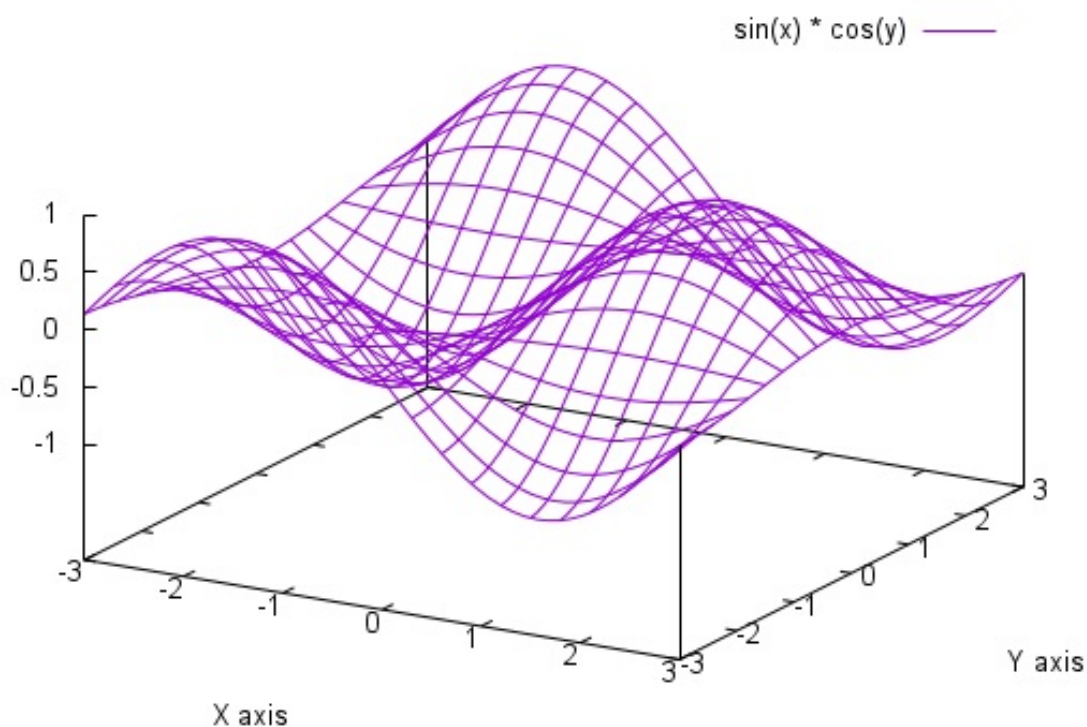


Рис. 13. График функции $\sin(x) \cdot \cos(y)$, построенный в gnuplot

Gnuplot реализована в виде терминального интерактивного приложения. Программой управляют с помощью специальных команд, вводимых либо с клавиатуры, либо из текстового файла. В этой связи перед началом работы необходимо предварительно ознакомиться с документацией по программе, размещенной на сайте разработчиков (URL:gnuplot.info). Кроме того, подробные рекомендации по работе в программе gnuplot с большим количеством практических примеров приведены в пособии [14] и на сайте (URL: <http://www.gnuplotting.org>). Наряду с автономным использованием программа gnuplot применяется для визуализации результатов вычислений различными математическими пакетами, в том числе GNU Octave, Scilab, Maxima и др.

Работа со свободным программным обеспечением, как правило, требует более высокой квалификации пользователя, однако его использование может быть эффективным при выполнении специализированных функций. Примером может служить расчет равновесных фазовых диаграмм сплавов в программе OpenCalphad. В прил. 2 представлены бесплатные альтернативы коммерческим программным продуктам, применяемым в научной работе для решения основных повседневных задач.

Контрольные вопросы

1. Каковы основные виды научных изданий?
2. С помощью каких инструментов систематизируют научную литературу?
3. Какой критерий используется для оценки уровня научных журналов?
4. Какие основные информационно-поисковые ресурсы используются в научной работе?
5. Что такое Web of Science и Scopus?
6. Как проводится поиск на платформе ScienceDirect?
7. Каков порядок проведения патентных исследований?

8. Какие программные средства используются для оптимизации работы с научной литературой?

9. Каковы наиболее частые ошибки при формулировании цели и задач исследований?

10. Что такое объект и предмет исследований?

11. Каковы стадии построения гипотезы исследований?

12. Какие разделы включает программа эксперимента?

13. Какие задачи решают при проведении эксперимента?

14. Какое коммерческое и свободное программное обеспечение используется для обработки результатов эксперимента?

Глава 3. ПРЕДСТАВЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

3.1. Оформление отчета о научно-исследовательской работе

По результатам выполненных научно-исследовательских работ студенты и аспиранты подготавливают отчеты. ГОСТ 7.32-2017 «Межгосударственный стандарт. Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Отчет о научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления» устанавливает общие требования к структуре и правилам оформления научных и технических отчетов, а также правила для тех случаев, когда единая процедура оформления будет содействовать обмену информацией, совершенствуя обработку отчета в информационной системе. Стандарт распространяется на отчеты о фундаментальных, поисковых и прикладных научно-исследовательских работах по всем областям науки и техники, выполняемых научно-исследовательскими, проектными, конструкторскими организациями, высшими учебными заведениями, научно-производственными и производственными объединениями, промышленными предприятиями и другими организациями.

В соответствии со стандартом под **отчетом о НИР** понимают научно-технический документ, который содержит систематизированные данные о научно-исследовательской работе, описывает состояние научно-технической проблемы, процесс и/или результаты научного исследования.

Структурными элементами отчета о НИР являются:

- *титульный лист;*
- *список исполнителей;*
- *реферат;*
- содержание;
- термины и определения;
- перечень сокращений и обозначений;
- *введение;*
- *основная часть;*
- *заключение;*
- список использованных источников;
- приложения.

Обязательные структурные элементы выделены в списке курсивом. Остальные структурные элементы включаются в отчет по усмотрению исполнителя НИР с учетом требований ГОСТа.

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 из них, сведения о метрологическом обеспечении НИР. В указанной структурной части отчета должны быть отражены актуальность и новизна темы, связь данной работы с другими научными исследованиями.

В основной части отчета приводят данные, отражающие сущность, методику и основные результаты выполненной НИР. *Основная часть* должна содержать:

1) обоснование направления исследования, методы решения задач и их сравнительную оценку, описание выбранной общей методики проведения НИР;

2) описание процесса теоретических и (или) экспериментальных исследований, включая определение характера и содержания теоретических исследований, методы исследований, методы расчета, обоснование необходимости проведения экспериментальных работ, принципы действия разработанных объектов, их характеристики;

3) обобщение и оценку результатов исследований, включая 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.

По своей структуре основная часть итогового отчета о НИР должна состоять, как правило, из трех разделов, соответствующих содержанию научно-исследовательской деятельности (см. п. 2.1 – 2.3).

Заключение должно содержать:

– краткие выводы по результатам выполнения 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;
- оценку научно-технического уровня выполненной НИР в сравнении с лучшими достижениями в данной области.

Отчет о НИР должен быть выполнен любым печатным способом на одной стороне листа белой бумаги формата А4 через полтора интервала. Цвет шрифта – черный, высота букв, цифр и других знаков – не менее 1,8 мм (кегель – не менее 12). Рекомендуются тип шрифта для основного текста отчета – Times New Roman. Текст отчета следует печатать, соблюдая следующие размеры полей: правое – 10 мм, верхнее, левое и нижнее – 20 мм. Для акцентирования внимания может применяться выделение текста с помощью шрифта иного начертания, чем шрифт основного текста, но того же кегля и гарнитуры. Для написания определенных терминов, формул, теорем разрешается применять шрифты разной гарнитуры.

Вне зависимости от способа выполнения отчета качество напечатанного текста и оформления иллюстраций, таблиц, распечаток с компьютерных программ должно удовлетворять требованию их четкого воспроизведения. Повреждения листов текстовых документов, помарки и следы не полностью удаленного прежнего текста (графики) не допускаются.

Фамилии, названия учреждений, организаций, фирм, названия изделий и другие имена собственные в отчете приводят на языке оригинала. Допускается транслитерировать имена собственные и приводить названия организаций в переводе на язык отчета с добавлением (при первом упоминании) оригинального названия по ГОСТ 7.79.

Основную часть отчета следует делить на разделы, подразделы и пункты. Пункты при необходимости могут делиться на подпункты. При делении текста отчета на пункты и подпункты необходимо, чтобы каждый пункт был логически завершен.

Разделы, подразделы, пункты и подпункты следует нумеровать арабскими цифрами с абзацного отступа. Разделы должны иметь порядковую нумерацию в пределах всего текста, за исключением приложений. Пример: 1, 2, 3 и т. д.

Номер подраздела или пункта включает номер раздела и порядковый номер подраздела или пункта, разделенные точкой. Пример: 1.1, 1.2, 1.3 и т. д.

Номер подпункта включает номер раздела, подраздела, пункта и порядковый номер подпункта, разделенные точкой. Пример: 1.1.1.1, 1.1.1.2, 1.1.1.3 и т. д.

После номера раздела, подраздела, пункта и подпункта в тексте точку не ставят.

Если текст отчета подразделяют только на пункты, их следует нумеровать, за исключением приложений, порядковыми номерами в пределах всего отчета. Если раздел или подраздел имеет только один пункт, или пункт имеет один подпункт, то нумеровать его не следует.

Разделы, подразделы должны иметь заголовки. Заголовки структурных элементов следует набирать прописными буквами и располагать в середине строки без точки в конце, не подчеркивать. Каждый структурный элемент и раздел основной части отчета начинают с новой страницы. Пункты и подпункты, как правило, заголовков не имеют, у них есть только порядковый номер без заголовка, начинающийся с абзацного отступа. Заголовки должны четко и кратко отражать содержание разделов, подразделов. Названия разделов, подразделов и пунктов следует печатать с абзацного отступа с прописной буквы без точки в конце, не подчеркивая. Если заголовок состоит из двух предложений, их разделяют точкой. Переносы слов в заголовках не допускаются.

Страницы отчета следует нумеровать арабскими цифрами, соблюдая сквозную нумерацию по всему тексту отчета. Номер страницы проставляют в центре нижней части листа без точки.

Иллюстрации (чертежи, графики, схемы, компьютерные распечатки, диаграммы, фотоснимки) следует располагать в отчете непосредственно после текста, в котором они упоминаются впервые, или на следующей странице. На все иллюстрации должны быть даны ссылки.

Название *таблицы* следует помещать над таблицей слева, без абзацного отступа, в одну строку с ее номером, через тире. При переносе части таблицы название помещают только над первой частью таблицы, нижнюю горизонтальную черту, ограничивающую

таблицу, не проводят. Таблицу следует располагать в отчете непосредственно после текста, в котором она упоминается впервые, или на следующей странице. На все таблицы должны быть приведены ссылки. При ссылке следует писать слово «таблица» с указанием ее номера.

Уравнения и формулы следует набирать отдельной строкой. Пояснение значений символов и числовых коэффициентов следует приводить непосредственно под формулой в той же последовательности, в которой они даны в формуле. Формулы в отчете должны иметь порядковую нумерацию в пределах всего документа – для этого используют арабские цифры в круглых скобках, располагая их на строке в крайнем правом положении.

Оформление библиографических ссылок должно соответствовать ГОСТ 7.1-2003 «Библиографическая запись. Библиографическое описание. Общие требования и правила составления». Сведения об источниках следует располагать в порядке появления ссылок на источники в тексте отчета.

Обозначения физических величин должны быть приведены в СИ в соответствии с ГОСТ 8.417-2002 «Государственная система обеспечения единства измерений. Единицы величин».

В *приложения* к отчету выносят весь вспомогательный и сопутствующий материал, полученный в ходе выполнения соответствующего этапа научно-исследовательской работы: промежуточные математические, термодинамические и другие расчеты; таблицы вспомогательных цифровых данных; описание разработанных алгоритмов и тексты программ для задач, решаемых с использованием компьютерной техники; акты о внедрении и использовании результатов работы. Каждое приложение следует размещать с новой страницы с указанием в центре верхней части страницы слова «ПРИЛОЖЕНИЕ». Приложение должно иметь заголовок, который записывают с прописной буквы полужирным шрифтом отдельной строкой по центру, без точки в конце.

В настоящем разделе приведены только основные требования к оформлению отчетов о НИР. Для более подробной информации следует обратиться к соответствующим стандартам.

3.2. Подготовка публикаций по результатам исследований

Цель опубликования результатов исследований – закрепление приоритета автора в установлении новых свойств и закономерностей, решении научно-технической проблемы или разработке новой технологии. Основной и наиболее важной формой представления результатов исследований выступает научная статья. Наличие у соискателя научных статей в рецензируемых изданиях – обязательное условие при присуждении ученых степеней и присвоении ученых званий, а также при рассмотрении заявок на гранты и научные стажировки. Кроме того, публикации – одна из форм научной коммуникации и основа для установления сотрудничества между учеными.

Требования к изложению научных результатов

Характерная особенность языка письменной научной речи – формально-логический способ изложения материала в форме рассуждений и доказательств. Стил научного текста предполагает изложение авторской позиции от третьего лица («по мнению автора, ...» и т. п.) и использование страдательного залога («разработана технология...»). Ведущими принципами при написании научных статей считаются принципы однозначности, ясности и краткости изложения.

При подготовке научной публикации следует с осторожностью относиться к художественно-выразительным и эмоциональным языковым средствам. В частности, в научных работах резко ограничено использование эпитетов, метафор, аллегорий. Однако в отдельных случаях терминологическая метафоризация в научной деятельности может быть вполне уместна при описании объектов или явлений (например, «электронные дыры», «узлы кристаллической решетки», «усталостное разрушение» и т. п.). В научных текстах недопустимо использование просторечных выражений. Как правило, используются нейтральная лексика и специализированная терминология, соответствующая тематической направленности статьи. Необходимо избегать слов и выражений, не несущих смысловой нагрузки («главным образом...», «важно отметить тот факт, что...»), а также неоправданных повторений. Детальная характеристика сти-

листики письменной научной речи дана в специализированных пособиях, например [15].

Независимо от научной значимости текста, присутствие орфографических и грамматических ошибок, стилистических неточностей существенно снижает его ценность и шансы успешного опубликования.

Для облегчения процесса написания статьи рекомендуется описывать научные результаты сразу после их получения и формулировать рабочие варианты выводов. Это позволит не упустить какие-либо существенные детали или умозаключения, важные для объяснения полученных данных. Впоследствии первичные наброски текста подвергаются стилистической коррекции и используются при подготовке научных работ.

Выбор издания для опубликования результатов исследований

Публикация результатов исследований всегда ориентирована на определенный круг читателей. Неправильный выбор издания для опубликования статьи может привести к тому, что она останется незамеченной той частью научного сообщества, для которой была предназначена. Для соискателей ученых степеней основными факторами при выборе журнала являются его присутствие в Перечне рецензируемых научных изданий ВАК РФ, а также авторитетность в соответствующих научных кругах. В большинстве случаев на этапе выбора издания для опубликования работы принимают во внимание значение импакт-фактора журнала. При этом следует учитывать, что чем выше этот показатель, тем жестче критерии отбора публикуемых статей. Таким образом, научный уровень представляемой статьи и изложенных в ней результатов всегда должен соответствовать уровню выбранного журнала.

При выборе журнала следует внимательно изучить информацию, приведенную на сайте издательства. На этапе подготовки рукописи статьи к отправке в редакцию журнала необходимо строго руководствоваться требованиями к статьям по содержанию, структуре, объему и оформлению, подробно излагаемыми в разделах «Правила для авторов». Там же обычно приводится информация о

видах и тематике публикуемых статей, а также контактные данные редакции.

Для начинающих авторов наиболее простым вариантом опубликования первых результатов научных исследований может служить участие в российских и международных конференциях с выпуском сборников трудов или тезисов докладов. При выборе конференции следует основываться на консультациях с научным руководителем и отдавать предпочтение мероприятиям, организуемым ведущими учебными заведениями или учреждениями Российской академии наук, а также зарубежным конференциям с индексированием материалов в международных базах Web of Science и Scopus. Для поиска информации о проведении конференций можно рекомендовать следующие общие и тематические ресурсы:

- научный календарь Московского государственного университета им. М. В. Ломоносова (URL: <http://conf.msu.ru>);
- открытый каталог Конференции.ru (URL: <http://www.konferencii.ru>);
- онлайн-каталог зарубежных научных мероприятий Conference Alerts (URL: <http://www.conferencealerts.com>);
- каталог международных событий в области металлургии и литейного производства (URL: <http://www.castingarea.com/events.htm>).

Следует учитывать, что отправка доклада на конференцию без последующего личного участия автора в ней (так называемое заочное участие, или «no-show» authors) считается нежелательной с точки зрения научной этики, за исключением тех случаев, когда оргкомитет конференции отдельно оговаривает возможность заочной формы участия. Более подробная информация о представлении результатов исследований в форме устных и стендовых докладов приведена в п. 3.3.

В связи с повышением внимания исследователей к формальным показателям публикационной активности в нашей стране отмечается быстрый рост количества организаций, предоставляющих сомнительные издательские услуги и вводящих потенциальных авторов в заблуждение. Как правило, подобные организации активно рассылают преподавателям и научным работникам электронные

письма (так называемый «академический спам») с приглашениями к опубликованию работ на коммерческой основе, фальшиво декларируя индексирование в ведущих международных базах данных. По причине отсутствия должного рецензирования выпускаемые ими издания зачастую публикуют статьи низкого качества, содержащие непроверенные, а в ряде случаев фальсифицированные или заимствованные данные, нарушая принципы научной этики. Наличие публикаций в таких псевдонаучных изданиях отрицательно влияет на репутацию исследователя и организации, которую он представляет. В этой связи во многих вузах сформированы перечни изданий, в которых сотрудникам и учащимся не рекомендуется публиковать свои работы.

Основные признаки недобросовестных псевдонаучных изданий:

- указание издателем ложной информации об индексировании журнала в международных базах данных Web of Science и Scopus (легко проверить на сайтах компаний Clarivate Analytics и Elsevier);
- название журнала вводит в заблуждение относительно его географической принадлежности (например, в названии используется слово «Canadian», однако никакого отношения к Канаде журнал не имеет);
- требование при предоставлении рукописи статьи одновременно приложить заведомо положительные рецензии на нее без параллельного независимого анонимного рецензирования;
- редакцией заявляется очень короткий срок между отправкой рукописи и опубликованием статьи, не позволяющий провести качественное рассмотрение и рецензирование;
- слишком большое количество научных направлений, представленных в журнале;
- предоставление возможности срочного опубликования статьи на платной основе;
- отсутствие ISSN.

При наличии одного или нескольких из приведенных признаков рекомендуется подобрать другой журнал для опубликования статьи.

Структура и содержание научной статьи

Универсальным общепринятым стандартом структурирования научной статьи оригинального исследовательского типа в отечественных и международных изданиях считается **формат IMRaD** (Introduction, Methods, Results and Discussion). Расширенная структура типовой статьи представлена следующими основными элементами:

- название (Title);
- аннотация (Abstract);
- ключевые слова (Keywords);
- IMRaD:
 - введение (Introduction);
 - методы (Methods);
 - результаты (Results);
 - обсуждение (Discussion);
- выводы (Conclusions);
- благодарности (Acknowledgements);
- список литературы (References).

В обобщенном виде последовательность написания разделов статьи представлена на рис. 14.



Рис. 14. Схема процесса написания научной статьи

Название статьи должно быть кратким (желательно до десяти слов) и информативным, точно отражать содержание статьи и привлекать внимание читателя. Статьи, имеющие краткое и броское название, как правило, чаще цитируются [16]. В идеальном случае название статьи должно представлять собой комбинацию из минимально возможного количества слов, адекватно отражающих содержание статьи. В названии следует избегать использования аббревиатур (например, марок сплавов) и сокращений, а также не несущих информационной нагрузки конструкций вида «некоторые аспекты...», «к вопросу о...» и т. п.

Аннотация статьи всегда размещается в открытом доступе в электронных базах поиска и индексирования (РИНЦ, Scopus, Web of Science и др.), в том числе и для журналов, распространяемых только по подписке. Объем аннотации в большинстве случаев составляет 100 – 200 слов и предусматривает указание краткой информации по каждому из разделов статьи. В аннотации не приводят ссылки на литературу, таблицы и рисунки. Не следует вставлять в аннотацию дословно предложения из основного текста статьи. Категорически недопустимо указание в аннотации сведений или выводов, не содержащихся в тексте самой статьи. Аннотация должна точно отражать содержание статьи, поэтому ее следует писать в последнюю очередь.

Ключевые слова отражают тематическую направленность и смысловое содержание научной статьи, обеспечивая ее корректное индексирование в поисковых системах. Как правило, указывают от 5 до 10 разделенных запятыми слов или словосочетаний, наиболее точно характеризующих предмет и область исследований. При использовании словосочетаний их длину следует ограничивать двумя-тремя словами. В списке ключевых слов не рекомендуется приводить аббревиатуры и формулы.

Во *введении* следует обосновать актуальность исследуемого вопроса и необходимость проведения представленного исследования, а также обозначить его место среди других отечественных и зарубежных работ по этой тематике. Приводимый во введении обзор современного состояния проблемы не должен претендовать на освещение всех публикаций, связанных с темой статьи. Следует описывать толь-

ко публикации, необходимые непосредственно для обоснования целей и задач исследования. Не рекомендуется писать, что изучаемой проблемой никто никогда не занимался, поскольку это свидетельствует либо о неосведомленности автора в своей предметной области, либо о неостребованности решения проблемы.

Информация, приведенная в разделе «*Методы*», должна быть хронологически последовательной и достаточной для воспроизведения исследования, описанного в статье. При характеристике стандартных методик достаточно ограничиться ссылками на соответствующие стандарты или другие широкодоступные источники, в то время как оригинальные методики должны быть описаны детально. Подробно следует описать нестандартные и самостоятельно изготовленные экспериментальные стенды или установки. Используемые в работе статистические методы обработки данных следует описывать очень кратко, поскольку они общеизвестны. Если научная статья имеет не экспериментальную, а теоретическую направленность, раздел «*Методы*» заменяют описанием теоретико-методологической базы исследования.

В разделе «*Результаты*» сообщаются экспериментальные или теоретические данные, полученные при проведении исследований. Данные следует приводить в обработанном виде в форме таблиц, уравнений, графиков и рисунков с краткими комментариями и статистическими оценками. Названия иллюстраций и таблиц должны быть достаточно подробными для восприятия без дополнительных пояснений; при этом таблицы, иллюстрации и текст статьи не должны дублировать друг друга. Необходимо представлять только те данные, которые соответствуют поставленной в работе цели.

Основная цель раздела «*Обсуждение*» – интерпретация научных данных, приведенных в предшествующем разделе статьи. Здесь отмечают вклад проведенного исследования в развитие соответствующей области знаний и приводят рекомендации по практическому или теоретическому использованию полученных результатов. В этом разделе также зачастую проводят сравнение собственных данных с результатами, полученными другими исследователями, с объяснением обнаруженных сходств или вскрытых противоречий.

Выводы по статье должны полностью соответствовать ее названию, целям и представленному материалу. В выводах может быть предложено дальнейшее направление проведенных исследований. Распространенная ошибка при написании выводов – простое перечисление того, что выполнялось в работе, вместо формулировки полученных результатов.

В разделе «*Благодарности*» принято выражать признательность лицам, оказавшим техническую, консультативную или какую-либо другую помощь при проведении исследований, но не включенным в число соавторов, а также приводить ссылки на финансовую поддержку работы научными фондами.

Для отражения современных тенденций в предметной области требования ведущих научных журналов предусматривают *цитирование* не менее 20 – 25 статей отечественных и зарубежных исследователей в пристатейном списке литературы. Самоцитируемость (ссылки на собственные работы автора статьи) оправдана в пределах 10 – 15 % от общего числа источников. Поскольку для редактора и рецензента список литературы является, помимо всего прочего, отражением эрудиции и информированности автора статьи, цитируемые публикации должны в достаточной степени отражать современное состояние изучаемой проблемной области. Рекомендуется выбирать наиболее значимые статьи (из более цитируемых журналов) и избегать ссылок на тезисы докладов (труднодоступные источники), учебную литературу и издания сомнительной репутации.

Следует учитывать, что в основе любой качественной статьи должны лежать оригинальные, актуальные и значимые научные результаты. Опубликованию подлежат проверенные и доказанные научные данные, подтвержденные экспериментом и статистически обработанные. Таким образом, планируя опубликование статьи, автор должен быть уверен в том, что полученные данные представляют собой законченное исследование.

Перед представлением статьи к опубликованию желательно провести ее обсуждение на кафедральном или внешнем научном семинаре.

Публикационная этика

Правила добросовестной работы при опубликовании результатов научных исследований регламентируются различными международными стандартами и кодексами этики, определяющими поведение авторов, редакторов и рецензентов. Примером могут служить требования, разработанные Комитетом по публикационной этике (Committee on Publication Ethics, COPE) и детально изложенные на сайте (URL: <http://publicationethics.org>). Согласно рекомендациям COPE **основные положения международной публикационной этики** включают:

1) в части анализа данных:

– не допускается фабрикация, т. е. подделка (подлог) данных или результатов исследований, при которой они не проводятся ученым вообще;

– не допускается фальсификация данных, состоящая в манипулировании используемыми при проведении исследований материалами, оборудованием или процессами, частичном сокрытии или изменении данных в целях подтверждения выдвигаемых ученым гипотез и т. п.;

– в публикации должны быть полностью раскрыты все источники и методы, использованные для получения и анализа данных;

– если методы получения или анализа данных не являются общеизвестными, они должны быть описаны во всех деталях;

2) в части авторства публикации:

– критериями авторства научной публикации считаются интеллектуальный вклад в концепцию и проведение исследований, анализ результатов и написание текста;

– все авторы несут публичную ответственность за содержание своих статей;

– решение о том, кто из участников конкретного исследовательского проекта будет указан как автор, а кому будет выражена благодарность в соответствующем разделе статьи, рекомендуется принимать на раннем этапе планирования проекта для недопущения спорных ситуаций;

3) *в части рецензирования публикаций:*

– рецензенты являются внешними экспертами в тематической области статьи, выбираемыми редакцией для предоставления письменных заключений в целях повышения качества публикуемого исследования;

– предложения от авторов о том, кто может выступить в качестве рецензента их работы, имеют рекомендательный характер и не являются обязательными для редакторов;

– сохранение конфиденциальности при оценке рукописей научных публикаций редакторами и рецензентами;

– редакторы и рецензенты не вправе использовать какие-либо элементы данных или их интерпретаций без согласия авторов работы;

– рецензенты должны представлять быстрые, точные, тактичные, объективные и обоснованные заключения;

– если у рецензентов есть подозрения о нарушении авторами статьи требований публикационной этики, они должны конфиденциально сообщить об этом редактору;

4) *в части плагиата:*

– плагиат варьируется от использования в статье опубликованных или неопубликованных (к примеру, заявок на гранты) идей других ученых без ссылок на них до представления под «новым» авторством полных текстов чужих статей, иногда на другом языке;

– на все использованные источники должны быть приведены ссылки, а при использовании больших блоков текста или иллюстраций других авторов должны быть получены их письменные разрешения;

5) *в части самоплагиата:*

– самоплагиатом признается изложение автором одних и тех же научных данных и выводов в двух и более статьях;

– опубликованные исследования не должны повторяться, если не требуется их дополнительное подтверждение;

– предшествующее опубликование тезисов доклада в материалах конференции не исключает возможности последующего пред-

ставления изложенных данных для опубликования в виде научной статьи, однако редакция должна быть об этом уведомлена;

– повторное опубликование статьи на другом языке допустимо при условии, что редакция поставлена об этом в известность;

– при представлении статьи в редакцию авторы должны раскрывать информацию о наличии аналогичных работ, в том числе находящихся в печати;

б) в части обязанностей редакторов:

– решение о принятии или отклонении статьи основывается только на ее значимости, оригинальности и соответствии тематике журнала;

– исследования, содержащие только отрицательные результаты, не должны быть исключены из рассмотрения;

– все публикуемые работы должны пройти рецензирование, в том числе с учетом возможного конфликта интересов;

– редакторы рассматривают все представляемые рукописи статей как конфиденциальные документы;

– при обнаружении в уже опубликованных статьях существенных ошибок или неточностей редакторы несут ответственность по их исправлению видимым образом (как правило, публикуя «erratum»);

г) в части нарушений публикационной этики:

– редакторы не просто отклоняют статьи, содержащие нарушения публикационной этики, а принимают различные меры в соответствии со степенью таких нарушений, включая оповещение работодателей уличенных авторов или финансирующих организаций, опубликование соответствующих уличений в журнале, официальное изъятие статьи и информирование других редакторов;

– авторам предоставляется возможность ответа на любые обвинения в нарушениях публикационной этики.

Редакторы и рецензенты научных изданий ведут постоянную работу по выявлению и пресечению любых нарушений публикационной этики. С развитием информационно-коммуникационных технологий возможности для вскрытия различных проявлений научной не-

добросовестности существенно расширились. Одним из примеров целенаправленной работы в этом направлении можно назвать применение редакторами ведущих журналов электронных систем CrossCheck, iThenticate и других подобных инструментов для проверки оригинальности представляемых рукописей статей. На всех этапах научно-исследовательской работы следует помнить, что пренебрежение этикой выполнения исследований и опубликования их результатов наносит непоправимый ущерб карьере ученого.

3.3. Устные и стендовые доклады

Участие в работе научных конференций считается одним из основных способов установления профессиональных контактов между учеными. Наиболее частая форма участия в конференциях – **устный доклад**, который представляет собой публичное выступление по результатам выполненных автором исследований и сопровождается демонстрацией наглядного материала в виде слайд-презентаций.

Распространенной ошибкой при создании презентации можно назвать убежденность в том, что слайды предназначены прежде всего для выступающего (как подсказка, напоминание и т. п.), а не для аудитории. Однако основная цель слайд-презентации – донесение научной информации до слушателей с использованием средств визуализации для повышения эффективности восприятия. Таким образом, презентация лишь дополняет устный доклад и помогает аудитории лучше понять его содержание. Выступающий должен быть в состоянии рассказать о своих научных результатах и без помощи слайдов.

При оформлении презентации рекомендуется подбирать нейтральный фон, подчеркивающий визуальные элементы переднего плана (оптимально – белый). Слишком яркий фон затрудняет восприятие информации и быстрее утомляет аудиторию. Не рекомендуется использовать стандартные встроенные шаблоны оформления PowerPoint. На слайдах следует избегать тривиальных, отвлекающих и несущественных элементов, например бессмысленных визуальных объ-

ектов или чрезмерной анимации. Наиболее запоминающиеся и эффективные презентации, как правило, имеют простое оформление и содержат только наиболее значимую информацию. Визуальные элементы могут по-разному выглядеть на компьютере и на проекционном экране, поэтому рекомендуется по возможности проверить презентацию перед выступлением (до начала мероприятия или во время перерыва).

Количество текста на слайдах необходимо стремиться свести к минимуму – размещаемая информация должна быть визуализирована. Таблицы по возможности рекомендуется заменять графиками или диаграммами. При этом предпочтение следует отдавать двумерным графикам, поскольку они более ясно и точно передают данные. Трехмерные графики и диаграммы всегда расположены под углом, поэтому вызывают трудности в интерпретации и искажают восприятие данных. Использование 3D-графиков уместно только при отображении взаимосвязи трех переменных. Если в докладе присутствуют иллюстрации или данные других авторов, то об этом обязательно упоминают.

Наиболее распространенной программой для подготовки мультимедийных слайд-презентаций считается MS PowerPoint. По этой причине при использовании других широко применяемых программных средств (Apple Keynote, OpenOffice Impress и др.) рекомендуется экспортировать презентацию в формат *.pptx для избежания возможных проблем с запуском файла на выступлении. Желательно иметь по меньшей мере две копии презентации на разных носителях, а также дополнительно сохранить презентацию в формате PDF. Видео- и аудиоданные не сохраняются внутри слайд-презентаций ранних версий PowerPoint, поэтому при необходимости их использования нужно разместить внешние медиафайлы в одной директории с презентацией. Математические формулы рекомендуется вставлять в виде растровых графических изображений (GIF, JPG, PNG и т. п.).

Качественное содержание и оформление презентации нельзя назвать гарантией успешного выступления. Каждый доклад требует

серьезной предварительной подготовки, без которой выступление начинающего оратора почти наверняка будет провальным. Нельзя надеяться на импровизацию, однако не следует и «зазубривать» текст доклада (заученная речь хорошо заметна), а тем более читать его по бумаге. Доклад следует репетировать вслух, чтобы привыкнуть к тексту и оптимизировать его под ограничение по времени, принятое на конференции или семинаре. Превышение отведенного на доклад времени не допускается. Выступление следует прорабатывать с учетом профессионального уровня и интересов предполагаемой аудитории.

Стендовый доклад представляет собой плакат (постер), предназначенный для визуального отображения обобщенных результатов исследований автора. По аналогии со слайд-презентацией постер используется для дополнения устного выступления во время стендовой сессии конференции. В сравнении с устными докладами стендовые считаются менее престижными, поскольку устные выступления освещают, как правило, более разработанные исследования. Вместе с тем постерные презентации имеют ряд преимуществ:

- донесение результатов исследований непосредственно до заинтересованных слушателей;
- возможность более свободного обсуждения результатов исследований с коллегами, включая отсутствие ограничений по времени;
- возможность представления предварительных результатов, полученных на ранних этапах научных работ и пока недостаточных для полноценного устного доклада;
- после завершения конференции постер можно разместить в своей лаборатории или представить коллегам, которые не смогли присутствовать на мероприятии.

Участники конференции, присутствующие на постерной сессии, не будут читать большие массивы текста на плакате, точно так же, как и на слайдах презентации. В этом отношении постер по своему оформлению должен быть ближе к презентации, чем к статье для научного журнала. Между объемом текста на постере и вероятностью

того, что кто-то действительно будет его читать, существует обратная зависимость. На крупных мероприятиях количество участников постерной сессии может исчисляться сотнями и тысячами, поэтому постер должен прежде всего привлекать внимание присутствующих. Важно помнить, что при представлении стендового доклада необходимо предпринимать шаги для привлечения к постеру посетителей, в явной форме показывая готовность автора к обсуждению и ответам на вопросы.

Постер рекомендуется печатать на бумаге наибольшего размера из разрешенных на конференции. Название следует писать крупными буквами, чтобы оно легко читалось на расстоянии. Подзаголовки должны быть информативными. Материал для размещения на постере необходимо выбирать избирательно и организовывать в логическую структуру. Основу содержания постера должны составить таблицы, графики, диаграммы, схемы и фотографии.

С примерами научных постеров можно ознакомиться на сайте глобальной библиотеки ePosters.net, расположенной в открытом доступе. Этот портал также предоставляет возможность проведения научных дискуссий по содержанию размещенных постеров, которые могут быть загружены любыми исследователями.

При подготовке постеров могут быть использованы такие программы, как Adobe Illustrator, CorelDRAW, MS PowerPoint, Adobe InDesign и др. Альтернативой коммерческим программным продуктам, применяемым для этой цели, можно назвать программы OpenOffice, Inkscape, Gimp и Scribus.

Детальные рекомендации по подготовке слайд-презентаций и стендовых докладов для участия в научных мероприятиях представлены в работе [17].

Контрольные вопросы

1. Какие структурные элементы включает отчет о научно-исследовательской работе?
2. Какие требования предъявляются к оформлению отчета о научно-исследовательской работе?

3. Зачем нужно публиковать результаты исследований?
4. Каковы характерные особенности научного стиля письменной речи?
5. Какими критериями руководствуются при выборе издания для опубликования результатов исследований?
6. Каковы отличительные признаки недобросовестных изданий?
7. Какова типовая структура научной статьи?
8. Что такое плагиат и самоплагиат?
9. Какие рекомендации следует учитывать при подготовке слайд-презентации?
10. Каковы преимущества стендового доклада?

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Пособие содержит систематизированные сведения о современных подходах к выполнению научных исследований в области металлургии и материаловедения на различных этапах уровневой подготовки специалистов. Приведенные рекомендации способствуют активизации самостоятельной познавательной деятельности студентов и аспирантов, формированию навыков эффективного использования научных методов при решении разнообразных профессиональных задач, развитию полифункциональных исследовательских компетенций в соответствии с профилем подготовки и видами профессиональной деятельности согласно федеральным государственным образовательным стандартам высшего образования. Комплексный многоуровневый подход к организации научной работы обучающихся создает необходимые условия для становления высококвалифицированных специалистов, конкурентоспособных в аспекте перехода национальной экономики на инновационный путь развития.

Образовательный процесс по всем направлениям и уровням подготовки укрупненной группы 22.00.00 «Технологии материалов» ориентирован на развитие у студентов и аспирантов способностей к решению широкого спектра задач в сфере научно-исследовательской деятельности. Полученные знания и навыки позволят выпускникам успешно выполнять все основные этапы научной работы, включая информационный поиск и написание литературно-патентных обзоров, разработку дидактического и методологического аппаратов научной работы, организацию и проведение научных исследований, обработку полученных результатов с применением специализированного программного обеспечения и их представление в виде научно-технических отчетов, научных статей и докладов на конференциях.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЕ ССЫЛКИ

1. *Никольская И. Ю.* Концепция создания интегрального проблемно-ориентированного рубрикатора по математическим и другим точным наукам // Транспорт: наука, техника, управление. 2008. № 1. С. 38 – 45.

2. *Стариков П. П.* Классификаторы науки как инструмент наукометрии и формирования научно-технической политики // Информатизация и связь. 2018. № 1. С. 175 – 182.

3. *Писляков В. В.* Библиометрические индикаторы : практикум. М. : ИНФРА-М, 2014. 60 с.

4. Основы изобретательства и патентоведения : учеб. пособие / И. Н. Кравченко [и др.] ; под ред. проф. И. Н. Кравченко. М. : КноРус, 2017. 261 с.

5. *Кулинкович Т. О.* Основы научного цитирования : метод. пособие для студентов и магистрантов. Минск : БГУ, 2010. 58 с.

6. *Шкляр М. Ф.* Основы научных исследований. М. : Дашков и К, 2014. 244 с.

7. *Селетков С. Г.* Теоретические положения диссертационного исследования. Ижевск : Изд-во ИжГТУ, 2011. 344 с.

8. *Панфилов А. А., Прусов Е. С.* Техническое регулирование в литейном производстве [Электронный ресурс] : учеб.-справ. пособие / Владим. гос. ун-т им. А. Г. и Н. Г. Столетовых. Владимир : Изд-во ВлГУ, 2015. 129 с. Электрон. дан. (0,65 Мб). 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). Систем. требования: процессор 1,3 ГГц и выше (Intel, AMD); оператив. память 128 Мб ; SVGA монитор с поддержкой разрешения 1024×768 ; 2 Мб свобод. дискового пространства ; привод CD_ROM; ОС Windows 2000/XP/Vista/7/8; Acrobat Reader.

9. *Григораши О. В., Трубилин А. И.* Организация деятельности и оценка результатов работы кафедры : учеб. пособие для системы доп. образования. Краснодар : КубГАУ, 2012. 596 с. ISBN 978-5-94672-532-3.

10. *Джонсон Н., Лион Ф.* Статистика и планирование эксперимента в технике и науке. Методы обработки данных : пер. с англ. / под ред. Э. К. Лецкого. М. : Мир, 1980. 610 с.

11. *Спиридонов А. А.* Планирование эксперимента при исследовании технологических процессов. М. : Машиностроение, 1981. 184 с.
12. *Яворский В. А.* Планирование научного эксперимента и обработка экспериментальных данных. М. : МФТИ, 2006. 44 с.
13. *Менжевицкий В. С.* Графическое отображение данных с использованием пакета Origin : учеб.-метод. пособие. Казань : Казан. (Приволж.) федер. ун-т, 2013. 56 с.
14. *Janert P. K.* Gnuplot in Action: Understanding data with graphs. New York : Manning Publications Co., 2nd Edition, 2016. 400 p.
15. *Авдонина Л. Н., Гусева Т. В.* Письменные работы научного стиля : учеб. пособие. М. : ФОРУМ, 2012. 71 с. ISBN 978-5-91134-670-6.
16. *Letchford A., Moat H. S., Preis T.* The Advantage of Short Paper Titles // Royal Society Open Science. 2015. No. 2. P. 1 – 6.
17. *Carter M.* Designing Science Presentations: A Visual Guide to Figures, Papers, Slides, Posters, and More. London : Academic Press, 2013. 384 p. ISBN 978-0-12-385969-3.

РЕКОМЕНДАТЕЛЬНЫЙ БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Герасин, А. Н.* Магистерская диссертация: структура и содержание : учеб. пособие для магистрантов / А. Н. Герасин, Н. С. Отварухина. – М. : МГИУ, 2010. – 56 с.

2. *Дадалко, В. А.* Наукометрический аппарат исследований в сфере современного образования : монография / В. А. Дадалко. – М. : ИНФРА-М, 2020. – 182 с. – ISBN 978-5-16-014920-2.

3. *Земляной, К. Г.* Основы научных исследований и инженерного творчества (учебно-исследовательская и научно-исследовательская работа студента) : учеб.-метод. пособие / К. Г. Земляной, И. А. Павлова. – 2-е изд., стер. – М. : Флинта, 2017. – 68 с. – ISBN 978-5-9765-3110-9.

4. *Лапыгин, Ю. Н.* Диссертационное исследование магистранта, аспиранта, докторанта : учеб. пособие / Ю. Н. Лапыгин. – Владимир : Собор, 2010. – 408 с. – ISBN 978-5-904418-68-7.

5. Научно-методические аспекты подготовки магистерских диссертаций : учеб. пособие / С. И. Дворецкий [и др.]. – Тамбов : Тамбовполиграфиздат, 2006. – 84 с.

6. Обработка экспериментальных данных на ЭВМ : учебник / О. С. Логунова [и др.]. – М. : ИНФРА-М, 2019. – 326 с. – ISBN 978-5-16-013461-1.

7. *Пешина, Э. В.* Организация научно-исследовательской работы студентов : метод. рекомендации / Э. В. Пешина, Е. А. Кузьмин. – Екатеринбург : УРГЭУ, 2010. – 70 с.

8. *Райзберг, Б. А.* Диссертация и учёная степень : пособие для соискателей / Б. А. Райзберг. – 10-е изд., доп. и испр. – М. : ИНФРА-М, 2011. – 240 с. – ISBN 978-5-16-004645-7.

9. *Резник, С. Д.* Аспирант вуза: технологии научного творчества и педагогической деятельности : учебник / С. Д. Резник. – 7-е изд., изм. и доп. – М. : ИНФРА-М, 2019. – 400 с. – ISBN 978-5-16-013585-4.

10. *Рыжиков, Ю. И.* Работа над диссертацией по техническим наукам / Ю. И. Рыжиков. – 3-е изд., перераб. и доп. – СПб. : БХВ-Петербург, 2012. – 512 с.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1

Форма задания на проведение патентных исследований

УТВЕРЖДАЮ
Зав. кафедрой _____

«__» _____ 20__ г.

ЗАДАНИЕ №__
на проведение патентных исследований

Наименование работы (темы) _____

Этап работы _____, сроки его выполнения _____

Задачи патентных исследований _____

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

Виды патентных исследований	Подразделения-исполнители (соисполнители)	Ответственные исполнители	Сроки выполнения патентных исследований: начало – окончание	Отчетные документы

Студент _____

Научный руководитель _____

Форма регламента патентного поиска

Регламент поиска № _____

 дата составления регламента

Наименование работы (темы) _____ Шифр работы (темы) _____

Номер и дата утверждения задания _____ Этап работы _____
 (при необходимости)

Цель поиска информации (в зависимости от задач патентных исследований, указанных в задании) _____

Обоснование регламента поиска _____

Начало поиска _____ Окончание поиска _____

Предмет поиска (объект исследования, его составные части, товар)	Страна поиска	Источники информации, по которым будет проводиться поиск								Ретроспективность	Наименование информационной базы (фонда)
		патентные		НТИ		конъюнктурные		другие			
		Наименование	Классификационные рубрики	Наименование	Рубрики УДК и другие	Наименование	Код товара	Наименование	Классификационные индексы		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

Руководитель (руководители) подразделения – исполнителя работы _____
 _____ личная подпись _____ расшифровка подписи _____ дата _____

Руководитель патентного подразделения _____
 _____ личная подпись _____ расшифровка подписи _____ дата _____

Форма отчета о патентном поиске

1. Поиск проведен в соответствии с заданием _____

_____ должность и фамилия ответственного руководителя работы

№ _____ от _____ и Регламентом поиска № _____
от _____

2. Этап работы _____

(при необходимости)

3. Начало поиска _____ Окончание поиска _____

4. Сведения о выполнении регламента поиска (указывают степень выполнения регламента поиска, отступления от требований регламента, причины этих отступлений)

5. Предложения по дальнейшему проведению поиска и патентных исследований

6. Материалы, отобранные для последующего анализа

Патентная документация

Предмет поиска (объект исследования, его составные части)	Страна выдачи, вид и номер охранного документа. Классификационный индекс	Заявитель (патентообладатель), страна. Номер заявки, дата приоритета, конвенционный приоритет, дата публикации	Название изобретения (полной модели, образца)	Сведения о действии охранного документа или причина его аннулирования (только для анализа патентной чистоты)
1	2	3	4	5

**Коммерческие программные продукты
и альтернативные решения**

Функция	Коммерческое программное обеспечение	Свободные аналоги
Оформление документации	MS Office	OpenOffice, LaTeX
Работа в Интернете	Internet Explorer	Chrome, Firefox
Обработка изображений	Photoshop	GIMP, Gthumb, ufraw, ImageJ
Векторная графика	CorelDRAW, Adobe Illustrator	Inkspace
Построение диаграмм и блок-схем	MS Visio	Dia
Редактирование PDF-документов	Adobe Acrobat	pdfedit, PDFCreator
Макетирование	Adobe InDesign	Sribus
Математические символьные вычисления	Mathematica, Maple	Maxima, SAGE, qalculate, Scilab, Axiom
Численные вычисления	MATLAB	GNU Octave, SDDS
Статистический анализ данных	SAS, SPSS	GNU R
Визуализация данных	Origin	gnuplot, OpenDX
Конечно-элементное моделирование	Ansys	Elmer, Calculix, Impact, WARP3D, Code_Aster
Вычислительная гидродинамика	Fluent, FLOW-3D	OpenFOAM
Расчет равновесных фазовых диаграмм	Thermo-Calc	OpenCalphad
Автоматизированное проектирование	Autocad, Solidworks, PRO/Engineer	QCad, BRL CAD, gCAD3D, FreeCAD, OpenSCAD, T-FLEX CAD
Разработка программного обеспечения	MS Visual Studio	Eclipse, MS Visual Studio Express, Free Pascal Compiler

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	3
Глава 1. ОРГАНИЗАЦИЯ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ И АСПИРАНТОВ	4
1.1. Особенности научно-исследовательской работы в условиях уровневой подготовки специалистов	4
1.2. Содержание и формы научно-исследовательской работы.....	9
1.3. Планирование научно-исследовательской работы	18
1.4. Показатели эффективности научно-исследовательской работы.....	21
<i>Контрольные вопросы</i>	22
Глава 2. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЫ	24
2.1. Поиск научной информации и подготовка литературно-патентного обзора по теме исследования	25
2.2. Разработка методологии исследований.....	65
2.3. Организация экспериментальных исследований и обработка результатов.....	71
<i>Контрольные вопросы</i>	83
Глава 3. ПРЕДСТАВЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ	85
3.1. Оформление отчета о научно-исследовательской работе.....	85
3.2. Подготовка публикаций по результатам исследований.....	90
3.3. Устные и стендовые доклады.....	101
<i>Контрольные вопросы</i>	104

ЗАКЛЮЧЕНИЕ	106
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЕ ССЫЛКИ.....	107
РЕКОМЕНДАТЕЛЬНЫЙ БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	109
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	110

Учебное издание

ПРУСОВ Евгений Сергеевич
КЕЧИН Владимир Андреевич

ОРГАНИЗАЦИЯ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ
РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО УГСН
«ТЕХНОЛОГИИ МАТЕРИАЛОВ»

Учебное пособие

Редактор Е. А. Лебедева
Технический редактор Е. В. Невская
Корректор Н. В. Пустовойтова
Компьютерная верстка Е. А. Кузьминой
Выпускающий редактор А. А. Амирсейидова

Подписано в печать 28.12.20.
Формат 60×84/16. Усл. печ. л. 6,74. Тираж 50 экз.

Заказ

Издательство

Владимирского государственного университета
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых.
600000, Владимир, ул. Горького, 87.