

# **МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И ТЕХНОЛОГИЯ МАТЕРИАЛОВ**

*Методические указания к выпускной квалификационной работе  
для студентов бакалавриата направления 22.03.01*

**САНКТ-ПЕТЕРБУРГ  
2021**

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
Санкт-Петербургский горный университет

Кафедра материаловедения и технологии художественных изделий

# МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И ТЕХНОЛОГИЯ МАТЕРИАЛОВ

*Методические указания к выпускной квалификационной работе  
для студентов бакалавриата направления 22.03.01*

САНКТ-ПЕТЕРБУРГ  
2021

УДК 669.15 (073)

**МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И ТЕХНОЛОГИЯ МАТЕРИАЛОВ:** Методические указания к выполнению выпускной квалификационной работы / Санкт-Петербургский горный университет. Сост.: *А.В. Сивенков, К.Ю. Шахназаров*. СПб. 2021. 45 с.

Изложены цели и задачи выпускной квалификационной работы, приведены примерная тематика, требования и рекомендации кафедры по написанию, оформлению и защите выпускных квалификационных (бакалаврских) работ, выполняемых студентами выпускного курса направления подготовки 22.03.01 «Материаловедение и технологии материалов», профиля подготовки «Материаловедение и технологии новых материалов».

Предназначены для студентов, обучающихся по направлению подготовки бакалавров 22.03.01 «Материаловедение и технологии материалов», профиля подготовки «Материаловедение и технологии новых материалов», могут быть полезны аспирантам, инженерно-техническим и научным работникам.

Научный редактор проф. *Е.И. Пряхин*

Рецензент канд. техн. наук, доцент *С.А. Филиппов* (Высшая школа «Механика и процессы управления» Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого)

© Санкт-Петербургский  
горный университет, 2021

## ВВЕДЕНИЕ

Итоговая государственная аттестация (далее ИГА) является заключительным этапом оценки качества освоения студентом основной образовательной программы подготовки бакалавра.

Итоговая государственная аттестация включает защиту бакалаврской выпускной квалификационной работы (далее ВКР).

На основе Положения об ИГА выпускников вузов РФ, утвержденного Министерством образования и науки РФ, требований ФГОС ВПО и рекомендаций ПрООП по направлению подготовки 22.03.01 - Материаловедение и технологии новых материалов, в университете разработаны и утверждены требования к содержанию, объему и структуре выпускных квалификационных работ.

Подготовка бакалавра в вузе завершается выполнением и публичной защитой ВКР.

Выполнение ВКР является наиболее активным этапом обучения. Оно позволяет расширить и закрепить теоретические знания и продемонстрировать умение самостоятельно ставить и решать задачи, оформлять и защищать результаты своей работы по профессиональной деятельности выпускника по направлениям:

- *научно-исследовательская и расчетно-аналитическая деятельность;*
- *производственная и проектно-технологическая деятельность;*
- *организационно-управленческая деятельность.*

По результатам защиты ВКР Государственная аттестационная комиссия (далее ГАК) решает вопрос о присвоении выпускнику квалификации (степени) бакалавр.

Квалификация (степень) бакалавра подтверждает:

- готовность выпускника к производственной, научно-исследовательской, проектной или организационно-управленческой работе;
- умение быстро приспособиться к выбранному роду деятельности и сделать первые шаги в профессиональной карьере;

- возможность получения дополнительного образования по любому профилю, соответствующему направлению подготовки;
- возможность обучения в магистратуре.

После получения квалификации (степени) бакалавра выпускник имеет право либо сразу же продолжить образование, либо прекратить обучение, определиться в жизни и затем вернуться в высшее учебное заведение для продолжения образования.

Все методические положения, относящиеся к разработке конструкторских и технологических вопросов, рассматриваются в свете требований стандартов Единой системы технологической подготовки производства (ЕСТПП), Единой системы технологической документации (ЕСТД) и Единой системы конструкторской документации (ЕСКД).

## **1. СУЩНОСТЬ, НАЗНАЧЕНИЕ И ЗАДАЧИ ВЫПОЛНЕНИЯ ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ БАКАЛАВРА**

По своему назначению, срокам подготовки и содержанию ВКР является учебно-квалификационной. При ее выполнении студент должен продемонстрировать свое умение решать на современном уровне поставленные в работе задачи, использовать для их решения знание основ теории и методов, изученных ранее научных дисциплин, убедительно, грамотно и кратко излагать результаты работы и отстаивать свою точку зрения перед аудиторией.

Она предназначена для выявления подготовленности выпускника к продолжению обучения по образовательной профессиональной программе следующей ступени высшего образования и выполнению профессиональных задач на уровне требований государственного образовательного стандарта.

По своему содержанию ВКР представляет собой самостоятельную, логически законченную разработку темы, результаты которой должны быть подкреплены фактическими данными, сравни-

тельным анализом, ссылками на документы, литературные и другие источники информации, а также практическими выводами и рекомендациями.

**Основными целями подготовки и защиты ВКР бакалавра являются:**

- расширение, систематизация и закрепление полученных теоретических знаний по избранному направлению подготовки;
- приобретение навыков практического применения теоретических знаний при решении производственно-технологических, научных или организационно-управленческих задач;
- формирование и развитие навыков ведения самостоятельной работы, связанной с отбором и анализом необходимых для ВКР материалов, овладение разными методиками исследования, проведения необходимых расчетов и т. п.;
- апробация своих профессиональных качеств и соответствующих компетенций при обработке, анализе и систематизации результатов исследований и принятых технологических решений, оценке их практической значимости;
- приобретение опыта представления и публичной защиты результатов исследовательской или технологической деятельности.

**В соответствии с указанными целями каждый выпускник при подготовке и написании ВКР бакалавра должен решить следующие задачи:**

- обосновать актуальность выбранной темы и значимость решения обозначенных в ней проблем для развития конкретной сферы деятельности;
- изучить основные теоретические положения, научно - техническую и справочную литературу, другие источники информации по избранной теме;
- провести анализ собранных данных, используя соответствующие методы обработки информации;
- решить поставленные в работе производственно-технологические, проектно-технологические, или научно-исследовательские проблемы;

- выполнить расчет экономической эффективности от реализации предлагаемых проектно-технологических решений;
- оформить ВКР в соответствии с установленными требованиями и нормативными документами, представить ее в назначенный срок;
- подготовить иллюстративно-графический материал (включая раздаточный) для предзащиты и последующей защиты ВКР.

ВКР выполняется каждым студентом самостоятельно на базе изученных дисциплин, на основе натуральных наблюдений и других материалов, собранных и выполненных во время прохождения производственной практики, или на основе анализа печатных, электронных и других источников информации по выбранной теме.

ВКР должна быть связана с разработкой теоретических или экспериментальных вопросов, являющихся частью научно-исследовательских, учебно-методических или других работ, проводимых кафедрой Материаловедения и технологии художественных изделий (далее МиТХИ) и соответствующих направлению подготовки.

**ВКР должна представлять собой законченное решение конкретной научно-исследовательской или проектно-технологической задачи и при этом:**

- отвечать принципам логичности, лаконичности, достоверности изложения фактического материала;
- иметь четкую структуру и правильное оформление;
- содержать практические рекомендации.

**В процессе выполнения ВКР студент должен:**

- показать умение работать с научно-технической литературой, другими информационными источниками;
- методически грамотно разработать технологическую часть ВКР;

при необходимости провести экспериментальные исследования по работе; обоснованно (технически и экономически) выбрать необходимое оборудование и оснастку;

- провести математическую обработку экспериментальных данных с использованием ЭВМ, построить необходимые зависимости и на их основе сформулировать выводы и заключение по

работе;

- сделать технико-экономическую оценку результатов работы.

**Подготовка ВКР бакалавра включает следующие этапы:**

1. Выбор темы работы.
2. Назначение научного руководителя.
3. Составление календарного плана работы, определение ее содержания и структуры.
4. Подбор и изучение информации по выбранной теме.
5. Разработка проектно-технологического или научного аспектов темы работы.
6. Формулирование выводов и рекомендаций.
7. Написание аннотации на русском и иностранном языках.
8. Оформление работы.

## **2. ВОЗМОЖНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ И ПРИМЕРНЫЕ ТЕМЫ ВЫПУСКНЫХ КВАЛИФИКАЦИОННЫХ РАБОТ БАКАЛАВРОВ**

Формирование тематики ВКР бакалавров начинается во время производственной практики, проводящейся после завершения летней экзаменационной сессии третьего курса, и продолжается при курсовом проектировании на выпускающей кафедре МиТХИ во время седьмого семестра.

Тематика ВКР должна строиться таким образом, чтобы при выполнении и защите работ соискатели квалификации (степени) бакалавра могли проявить знания и умения, приобретенные ими в процессе обучения в соответствии с государственным стандартом высшего профессионального образования по направлению подготовки 150100.62 «Материаловедение и технологии материалов», профиля подготовки «Материаловедение и технологии новых материалов», утвержденным рабочим учебным планом и направленностью начальной специальной подготовки.



Поскольку ВКР бакалавров должны носить квалификационный и, одновременно, аттестационный характер, темы работ должны:

- отвечать требованиям актуальности;
- предусматривать необходимость критической проработки достаточно большого объема информации;
- требовать анализа технико-экономической, проектно-технологической или научной значимости проделанной работы.

Тема ВКР бакалавров должна быть сформулирована таким образом, чтобы при ее защите на заседании ГАК члены комиссии смогли вынести однозначное суждение не только о ее полном раскрытии и возможности присуждения соискателю квалификации (степени) бакалавра, но и рекомендовать его к продолжению обучения на следующей ступени образования.

При формировании темы ВКР учитываются следующие требования:

1. Тема должна соответствовать современному уровню развития науки и техники и должна быть направлена либо на решение актуальных задач технологий материаловедения, либо на решение конкретных задач предприятий и организаций, занимающихся вопросами материаловедения и технологий производства изделий машиностроения.

2. Решение задач, поставленных в ВКР, должно способствовать развитию самостоятельности технического или научного мышления и повышению творческой активности выпускника.

3. Задачи, решаемые в процессе выполнения ВКР, должны обеспечить возможность объективной оценки качества инженерной подготовки выпускника.

Темы выпускных квалификационных работ могут быть рекомендованы кафедрой МиТХИ или предложены самими студентами.

В первом случае реальность тематики проектирования обеспечивается постановкой актуальных задач, возникающих в процессе выполнения кафедрой работ по творческому содружеству с предприятиями и организациями или научно-исследовательских государственных работ, связанных с разработкой вопросов материалове-

дения и технологий производства изделий машиностроения. При этом тема ВКР может быть продолжением работы студента, выполнявшейся им на кафедре в порядке участия в УИРС, либо в порядке выполнения курсовых работ.

В случае, когда тема ВКР предлагается студентом, последний отвечает за ее актуальность для предприятия или организации, где она проводится, и за реальность ее выполнения в установленный срок.

После согласования предложенной студентом темы ВКР с заведующим выпускающей кафедрой МиТХИ необходимо подтвердить ее полезность со стороны того предприятия или организации, где могут быть в будущем использованы результаты разработки этой темы. Такое подтверждение оформляется письмом от предприятия или организации на имя заведующего кафедрой с ходатайством об утверждении данной темы в качестве темы ВКР студента и указанием о том, что эта тема является для предприятия актуальной.

В ряде случаев рекомендуется выбрать тему ВКР заблаговременно с тем, чтобы при выполнении курсовых работ (проектов) и программы практики, при чтении специальной литературы накапливать материал для глубокой и тщательной проработки темы ВКР. В этом случае предварительное закрепление темы ВКР оформляется в виде заявления студента, которое утверждается кафедрой.

Закрепление за студентом темы ВКР производится в виде задания на выполнение ВКР, утвержденного заведующим кафедрой. Задание студенту выдает руководитель ВКР. Это задание оформляется в двух экземплярах, один из которых находится у студента, второй - в деканате. Задание, которое находится у студента, помещается в расчетно-пояснительную записку ВКР.

На кафедре МиТХИ могут выполняться ВКР бакалавров по направлениям:

- 1. исследовательская ВКР;*
- 2. проектно-технологическая ВКР.*

## **2.1. ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ ВКР**

**В исследовательских ВКР могут рассматриваться вопросы** исследования структуры, фазового состава, физических, механических, технологических и эксплуатационных свойств сталей и сплавов, порошковых и композиционных материалов различного состава и назначения.

**Содержание пояснительной записки исследовательских ВКР может состоять из следующих структурных элементов:**

- ✓ Титульный лист;
- ✓ Задание;
- ✓ Аннотация;
- ✓ Содержание;
- ✓ Введение;
- ✓ Состояние вопроса (литературный обзор);
- ✓ Материалы и методика исследования;
- ✓ Экспериментальная часть;
- ✓ Результаты исследований и их обсуждение;
- ✓ Техничко-экономические показатели;
- ✓ Безопасность жизнедеятельности (БЖД);
- ✓ Заключение;
- ✓ Библиографический список;
- ✓ Приложения.

**Примеры тем выпускных квалификационных работ исследовательского характера:**

1. Закономерности формирования ультрамелкозернистой структуры, обеспечивающей улучшение свойств углеродистых конструкционных сталей.

2. Исследование возможности использования математической модели оценки разнородности конструкционных сталей.

3. Исследование структурных особенностей титановых сплавов, подвергнутых пластической деформации.

4. Разработка технологии поверхностного упрочнения режущего инструмента методом оксидирования.

5. Разработка метода легирования сплавов на основе железа тугоплавкими металлами.

6. Разработка технологий лазерной маркировки инструмента.

7. Исследование технологических закономерностей упрочняющей обработки инструментальных сталей.

8. Исследование структуры и физико-механических свойств сталей для тонкостенных конструкций внутрикорпусных систем реакторных установок атомной энергетики.

9. Разработка технологии химико-термической обработки сталей из среды легкоплавких растворов.

10. Исследование структуры металла в зоне термического влияния низколегированных сталей.

11. Изучение связи структуры с механическими свойствами  $\alpha$ -сплавов титана.

## **2.2. ПРОЕКТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ВКР**

**В проектно-технологических ВКР могут рассматриваться вопросы:**

1. Разработка технологических процессов термической и химико-термической обработки изделий машиностроения и инструмента.

2. Разработка технологических процессов термической и химико-термической обработки и проектирование термических подразделений (цехов, отделений, участков).

3. Реконструкция действующих термических подразделений (цехов, отделений, участков) с целью повышения производственной мощности или внедрения новых методов организации производства и прогрессивных технологических процессов.

4. Модернизация технологического оборудования или оснастки для проведения термической и химико-термической обработки.

**Содержание пояснительной записки проектно-технологической ВКР может состоять из следующих структурных элементов:**

✓ Титульный лист.

- ✓ Задание.
- ✓ Аннотация.
- ✓ Содержание.
- ✓ Введение.
- ✓ Основная часть:
  - характеристика изделий, подвергаемых термической обработке;
  - выбор материалов;
  - годовая программа выпуска продукции;
  - обоснование технологического процесса термической обработки изделий;
  - расчеты периодов термической обработки (времени нагрева, выдержки и охлаждения);
  - технический контроль;
  - выбор и расчет потребного количества основного, дополнительного, вспомогательного оборудования;
  - выбор и расчет потребного количества приборов;
  - площади и планировка термических подразделений;
  - компоновка площадей и грузопоток термического подразделения;
  - план расположения оборудования термического подразделения.
- ✓ Расчеты потребного количества топлива, электроэнергии, воды, сжатого воздуха, пара, защитного газа и вспомогательных материалов:
  - расчеты расхода газа, мазута и электроэнергии;
  - расчет расхода воды на технологические и бытовые нужды;
  - расчет расхода сжатого воздуха;
  - расчет расхода пара;
  - расчет расхода защитного газа.
- ✓ Технико-экономические показатели.
- ✓ Безопасность жизнедеятельности (БЖД).
- ✓ Заключение.
- ✓ Библиографический список.
- ✓ Приложения.

## **Примеры тем ВКР проектно-технологического характера:**

1. Разработка технологии и проект цеха термической обработки коленчатых валов большегрузных машин.
2. Разработка технологии и проект отделения термической и химико-термической обработки деталей токарных станков.
3. Разработка технологии и проект участка термической и обработки механического цеха.
4. Реконструкция цеха термической обработки деталей машиностроения ООО Азимут.
5. Разработка технологии и проект цеха термической и химико-термической обработки штампового инструмента.
6. Проект участка термической обработки сортового проката из низколегированных инструментальных сталей.
7. Проект участка термической обработки штампового инструмента для холодной обработки давлением.
8. Проект участка термической обработки режущего инструмента из углеродистых сталей.
9. Проект участка термической обработки режущего инструмента из быстрорежущих сталей.
10. Проект участка термической обработки штампового инструмента для горячей обработки давлением.

Будущий бакалавр должен на примере своей ВКР показать способность анализировать литературные и иные данные по материаловедческим и технологическим проблемам изготовления изделий, и, используя полученные знания, проводить необходимые эксперименты и выполнять анализ их результатов.

Тема ВКР по направлению подготовки 150100 подбирается кафедрой МиТХИ для каждого студента индивидуально с учетом профиля его специальной подготовки по выпускающей кафедре и его личных наклонностей и устремлений, а также возможности решения поставленной задачи за время, отведенное для выполнения и защиты работы.

При решении крупных задач (выходящих за пределы обычной трудоемкости одной ВКР) тема может быть превращена в

групповую - к работе над одной темой могут быть привлечены два и более выпускников, которые совместно выполняют комплексную тему; в такой теме каждому выпускнику поручается выполнение самостоятельного раздела. Защита подобных ВКР проводится на одном заседании ГАК.

### **3. ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ СТУДЕНТА В ПРОЦЕССЕ ВЫПОЛНЕНИЯ ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ**

Успешное выполнение ВКР в установленный срок зависит от профессиональной подготовки выпускника, его умения правильно организовать свою работу, рационально использовать консультации преподавателей и специалистов предприятий, грамотно представлять результаты проектно-технологических разработок или исследований, логично обосновывать и защищать свои технические решения или научные выводы.

Один из главных организационных вопросов - планирование работы студента в период выполнения ВКР.

Для каждого студента после выбора им темы ВКР, получения задания на ее разработку и формирования предварительного плана самой работы составляется календарный план всего процесса работы над ВКР. Этот план должен отразить последовательность и характер необходимых видов работ, их наименование и сроки выполнения. В силу этого календарный план является важным отчетным документом, позволяющим руководителю контролировать работу выпускника над ВКР и оказывать ему своевременную помощь в выполнении поставленных задач.

Однако календарный план выполнения работы следует рассматривать лишь как определяющий последовательность выполнения разделов и этапов и примерные затраты времени на каждый из них.

Текущее планирование работы должно быть динамичным, т. е. учитывающим конкретное положение дел на каждом этапе.

Наиболее правильной можно считать такую организацию всей работы, когда каждый ее этап обусловлен результатами этапов предыдущих.

Приступая к любому из этапов работы, надо стремиться четко сформулировать вопросы, решаемые на этом этапе, наметить пути их решения, определить ожидаемые результаты и составить детальный план действий не только по этапу в целом, но и на каждый рабочий день.

Подобное планирование и ежедневный анализ итогов работы способствуют формированию у студента собственного стиля инженерно-технической деятельности, что является одной из главных задач выполнения ВКР.

При составлении детальных планов первых этапов работы следует принять во внимание естественный период психологической адаптации к задачам проектирования. Для этого периода характерны, как правило, завышенные представления о сложности задания, затруднения с определением последовательности решения поставленных вопросов и целей предпринимаемых действий. Период адаптации обычно приходится на этапы проработки технологических аспектов задания и изучения информационных материалов.

Проработку задания следует начать с попытки найти принципиальные решения поставленных задач на основе собственных знаний предмета разработки или исследования. Основным результатом этой попытки должны быть конкретные вопросы, на которые предстоит найти ответы в источниках информации, у руководителя работы или консультантов.

Источниками информации являются отечественная и зарубежная научно-техническая литература, отчеты по научным разработкам и исследованиям, статьи в научно-технических сборниках и журналах, реферативные журналы, патентные материалы, материалы в Интернете и других электронных источниках информации.

Получить источники информации можно в библиотеке университета, в библиотеке по месту выполнения работы, в студенческом отделе Российской национальной библиотеки (на Фонтанке).

Перечень источников первоначально составляется по рекомендации руководителя работы, а затем пополняется из библиогра-



фий, помещенных в конце книг, отчетов, статей, из реферативных журналов и других источников информации.

Изучение информационных материалов может стать затяжным процессом, поскольку при обилии источников трудно определить границы необходимой информации. Достаточным можно считать такой объем информации, который позволяет снять вопросы, возникавшие по существу разработки или исследования, и определить конкретные направления в работе над заданием.

Изучение информационных материалов целесообразно осуществлять по методу «прожектора»: сначала бегло просмотреть широкий круг источников и отметить проблемы, требующие детальной проработки; затем тщательно изучить вопросы, непосредственно решаемые в ВКР.

При детальном ознакомлении с источниками информации материал желательно конспектировать и давать ему критическую оценку.

Необходимым условием успешного выполнения ВКР является своевременное и продуктивное использование выпускником консультаций со стороны руководителя всей работы или консультантов по отдельным ее разделам.

Эффект от консультаций будет наибольшим в том случае, когда беседа с руководителем или консультантом конкретна. Поэтому перед обращением за консультацией надо четко сформулировать свои вопросы и объяснить причины их возникновения. Не следует смущаться кажущейся простотой вопросов, если они обоснованы. Более того, умение ставить научно-технические вопросы характеризует квалификацию будущего бакалавра не меньше, чем конкретное знание ответов на эти вопросы.

### **Рекомендации по использованию средств вычислительной техники при выполнении выпускных квалификационных работ**

Профессиональная деятельность бакалавра по направлению 22.03.01, определяемая получаемой квалификацией, включает инженерную (производственно-технологическую) составляющие.

Очевидно, что современные компьютерные технологии позволяют соединить и взаимно обогатить эти стороны профессиональной деятельности бакалавра.

В соответствии с тем, что вопросам компьютеризации в учебном плане бакалавриата по указанному направлению уделено достаточно внимания (на занятиях студенты знакомятся с основными типами компьютерной графики, учатся подбирать необходимые аппаратные средства и программное обеспечение в зависимости от конкретной поставленной задачи, осваивают технику и приемы работы в наиболее популярных и удобных графических системах и системах 3D-моделирования), студент при выполнении ВКР должен как можно полнее использовать умение работать на ПЭВМ.

Возможны, например, такие направления применения ПЭВМ и других средств вычислительной техники при проектировании:

а) при разработке технологического процесса изготовления изделий машиностроения использовать расчетный выбор оптимального варианта из нескольких принципиально возможных;

б) применять методику математического моделирования технологического процесса с целью расчета его параметров;

в) использовать методы математического планирования эксперимента с расчетом коэффициентов регрессии, проверкой их значимости и адекватности полученных уравнений;

г) проводить статистическую обработку результатов измерений (для всех выпускных работ исследовательского характера, в которых проводились какие-либо измерения, оценка их погрешности является обязательной);

д) использовать системы компьютерного 3D - моделирования проектируемых изделий (это позволяет рассматривать не только внешний вид изделия как целого, но и отдельных составляющих его элементов, а также, что особенно важно с технологической точки зрения, устанавливать наиболее целесообразные связи между этими элементами);

е) применять текстовые, графические и фото-редакторы при оформлении пояснительной записки и иллюстративно-графической части работы.

Однако этот перечень не исчерпывает всех возможностей применения ПЭВМ при выполнении ВКР.

От выпускника, в общем, не требуется самостоятельной разработки компьютерных программ. Достаточно использовать готовые программные продукты (стандартные в том числе); однако это предполагает не просто механический ввод данных в ПЭВМ и получение результатов, но и усвоение принципов работы соответствующих компьютерных программ.

При использовании в процессе проектирования какой-либо вычислительной программы в пояснительную записку включается параграф, в котором должны быть описаны:

- алгоритм вычислений;
- программа вычислений;
- порядок пользования программой.

В случае разработки оригинальных программ расчетов соответствующий материал может быть представлен на демонстрационном листе при защите ВКР.

Студенты, имеющие хорошую компьютерную подготовку, проявившие знание языков программирования и владеющие разнообразными пакетами прикладных программ, могут выполнять ВКР со значительной и даже преобладающей долей компьютерной составляющей.

### **Руководство выпускной квалификационной работой и контроль за ходом ее выполнения**

ВКР бакалавра выполняется под руководством специалиста по материаловедению, технологии обработки материалов и изготовления изделий при участии консультантов, если это необходимо.

Руководитель оказывают помощь студенту в решении главных задач ВКР, а консультант - частных задач, поставленных перед выпускником.

Руководителями и консультантами являются, как правило, преподаватели университета «Горный». В отдельных случаях к исполнению обязанностей руководителей могут привлекаться высококвалифицированные специалисты по материаловедению и технологии обработки материалов, работающие в промышленности или на-

учно-исследовательских учреждениях. Решение о возможности и целесообразности привлечения их в качестве руководителей принимается заведующим кафедрой МиТХИ с учетом характера и темы ВКР, а также места ее выполнения студентом.

В тех случаях, когда руководителем ВКР является сотрудник другой организации, выпускающая кафедра назначает вторым руководителем своего штатного преподавателя, который несет ответственность за своевременное и высококачественное выполнение ВКР.

Руководитель ВКР выдают студенту подробное задание на выполнение работы на бланке утвержденной формы, оказывают студенту помощь в разработке календарного плана на весь период проектирования, рекомендуют студенту первоначально необходимые информационные материалы по теме задания, систематически проводит предусмотренные расписанием и назначаемые по мере необходимости беседы и консультации, добивается выполнения ВКР на уровне современных эстетических и научно-технических требований, проверяет выполнение задания на проектирование, подготавливает отзыв о ВКР и работе студента в период ее выполнения.

Руководитель ВКР осуществляет общий и методический контроль за ходом проектирования, определяет соответствие работы заданию и требованиям выпускающей кафедры, наблюдает за выполнением студентом календарного плана работ, соотношением объемов отдельных разделов ВКР, качеством оформления пояснительной записки и иллюстративно-графической части работы, организует в необходимых случаях обсуждение результатов проектирования на выпускающей кафедре, оказывает помощь студенту в оформлении научно - технической статьи, экспоната или работы на конкурс студенческих научно - исследовательских работ.

Консультанты по отдельным разделам ВКР оказывают помощь студентам при выполнении соответствующих частей работы, проверяют правильность принятых в них проектных решений и выполненных расчетов и визируют курируемые разделы работы в пояснительной записке.

Заведующий выпускающей кафедрой определяет перечень кафедральных тем ВКР бакалавров на каждый учебный год, проводит организационное собрание студентов перед их выходом на про-

ектирование, утверждает руководителей ВКР, следит за ходом проектирования, требуя от руководителей и студентов выполнения календарных планов работ, организует, в необходимых случаях, совещание с руководителями работ от других организаций, знакомится с содержанием всех пояснительных записок.

ВКР - индивидуальная работа студента, и он несет личную ответственность за принятые им проектно-технологические и научно-технические решения, за правильность всех вычислений и графических построений, за качество и глубину проработки всех разделов задания и оформление работы. Поэтому в процессе проектирования студент должен проявлять максимальную самостоятельность.

Выпускник должен следить за строгим выполнением календарного плана и обязан представить готовую ВКР в назначенный срок для своевременного ее рецензирования и защиты. При большом отставании выпускника от календарного плана выполнения работы заведующий кафедрой МиТХИ может поставить перед администрацией университета вопрос о прекращении выполнения студентом ВКР.

Выпускающая кафедра в порядке контроля может заслушать сообщение студента о ходе проектирования.

В случае выявления при заслушивании несоответствия объема выполненной работы заданию на ВКР выносится решение о необходимости проведения дополнительных работ.

В случае неудовлетворительной работы студента в процессе проектирования или невыполнения указаний о доработке тех или иных конкретных вопросов задания на проектирование кафедра МиТХИ может отложить официальную защиту ВКР на срок, необходимый для устранения всех выявленных недостатков.

### **Порядок представления выпускной квалификационной работы к защите**

На заключительном этапе выполнения ВКР проводятся их предварительные защиты перед заведующим выпускающей кафедрой и руководителями ВКР. К этому сроку должно быть подготовлены:

- законченный вариант пояснительной записки ВКР;

- иллюстративно-графические материалы (плакаты, чертежи, графики и т.п.) и/или электронная презентация (слайды);
- раздаточный материал для членов ГАК;
- текст устного сообщения по работе.

При отсутствии на «предзащите» готовой ВКР студент может быть не допущен к ее защите в ГАК в установленный срок.

На предварительной защите проверяется степень соответствия представленных ВКР предъявляемым требованиям по содержанию и оформлению.

Основное назначение «предзащиты» - репетиция доклада по ВКР, ответы на вопросы и обсуждение с преподавателями выпускающей кафедры основных проектно-технологических решений, выводов и рекомендаций, выносимых на защиту работы.

Об итогах проведенной «предзащиты» руководитель ВКР делает запись в специальном журнале выпускающей кафедры.

На основании результатов предварительной защиты заведующий выпускающей кафедрой совместно с руководителем работы выносят решение о степени готовности ВКР бакалавра к защите. При отсутствии существенных замечаний по работе руководитель составляет отзыв на ВКР.

Студенты, получившие на «предзащите» замечания по работе, должны их устранить и после исправления представить работу руководителю для составления отзыва на ВКР.

Окончательно оформленную пояснительную записку с титульным листом, подписанным самим студентом, руководителем ВКР, консультантами по разделам, а также отзыв руководителя студент должен предоставить заведующему кафедрой.

Руководитель ВКР после подписания титульного листа работы заведующим выпускающей кафедрой делает в зачетной книжке запись о допуске студента к защите. После этого студент должен передать пояснительную записку к ВКР рецензенту.

Рецензента ВКР назначает руководитель работы по согласованию с заведующим выпускающей кафедрой. В качестве рецензентов ВКР привлекаются ведущие специалисты организаций (предприятий и научных учреждений), а также представители профессорско - преподавательского состава вузов, компетентные в

области профессиональной подготовки бакалавра.

### **Требования к отзывам руководителя и рецензента**

Руководитель, учитывая результаты работы студента над ВКР, готовит отзыв, в котором отражает:

- актуальность темы ВКР, ее цель и основные задачи;
- структуру ВКР, степень ее соответствия поставленным целям и задачам;
- полноту раскрытия содержания ВКР и степень самостоятельности студента при ее выполнении;
- основные выводы и практические рекомендации, вытекающие из материалов ВКР, ценность полученных технологических и научных результатов;
- качество оформления ВКР и его соответствие действующим нормативным документам и настоящим методическим указаниям;
- степень готовности ВКР к защите и оценку работы.

В отзыве руководителя, помимо характеристики работы, должна содержаться характеристика выпускника: его теоретическая и практическая подготовка, умение выполнять проектно-технологические расчеты или проводить эксперименты (в зависимости от типа ВКР), способность самостоятельно анализировать полученные результаты и делать выводы, т. е. в целом готовность к производственной деятельности.

Замечания в отзыве руководителя могут относиться к личности студента (его отношению к работе, дисциплинированности, инициативности и т.п.), но не к содержанию работы. В отзыве могут быть отмечены спорные положения или выводы по работе, по которым у выпускника и руководителя имеется разное мнение.

Рецензент оценивает работу выпускника по пояснительной записке и иллюстративно-графическим материалам. Поэтому рецензия должна содержать обстоятельный анализ ВКР:

В рецензии необходимо отразить актуальность работы, уровень проектно-технологических решений поставленной задачи, объем и степень использования литературных источников, справочных и других информационных материалов, применение компьютерной

графики и иных программных продуктов, достоверность полученных результатов, обоснованность выводов, грамотность и стиль изложения, качество оформления и объем пояснительной записки и иллюстративно-графических материалов, практическое значение и возможность реального использования материалов работы.

В рецензии обязательно должны быть конкретные замечания по ВКР, либо объяснено их отсутствие.

Отзывы руководителя и рецензента должны содержать оценку ВКР по четырех балльной системе («отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно») и завершаться выводом о возможности присвоения выпускнику квалификации (степени) бакалавр по направлению подготовки 150100.62 «Материаловедение и технологии материалов».

При получении рецензии студент знакомится с ней и готовит ответы на замечания, которые излагает при защите ВКР на заседании ГАК. Если по некоторым замечаниям могут быть внесены исправления в работу, то их следует сделать на обороте соответствующего листа пояснительной записки со ссылкой на то, что исправления сделаны по замечанию рецензента.

### **Порядок защиты выпускной квалификационной работы**

Защиты ВКР проводятся в июне текущего учебного года на заседании ГАК по направлению подготовки 150100 «Материаловедение и технологии материалов». Сроки защит определяются графиком работы ГАК.

К защите ВКР допускаются студенты, завершившие в полном объеме освоение основной образовательной программы по направлению подготовки, успешно сдавшие итоговый государственный экзамен и представившие работу в установленный срок.

ВКР принимаются к защите при наличии на титульном листе подписи заведующего выпускающей кафедрой и письменных положительных отзывов руководителя и рецензента.

Студент имеет право представить свою ВКР на защиту и при отсутствии положительного отзыва руководителя и решения выпускающей кафедры о допуске к защите. В этом случае ВКР должна



быть передана председателю ГАК, который назначает рецензента и направляет ему работу студента для рецензирования.

Защиты ВКР проводятся на открытых заседаниях ГАК с участием не менее 2/3 членов от полного списочного состава комиссии, утвержденного руководством университета.

Руководитель проектирования, как правило, должен присутствовать на защите; присутствие рецензента на защите желательно.

По решению ГАК, в случае отсутствия руководителя и/или рецензента на заседании ГАК по объективным причинам, допускается проведение защиты при наличии их письменных отзывов.

До начала заседания ГАК выпускник передает секретарю ГАК пояснительную записку, отзыв руководителя и рецензию на работу.

После объявления председателем ГАК очередной защиты выпускник выставляет в аудитории иллюстративно-графические материалы (все листы должны быть пронумерованы) или подготавливает электронную презентацию и передает раздаточные материалы членам ГАК.

Процедура публичной защиты предусматривает:

- представление председателем ГАК защищаемого студента и оглашение темы ВКР;
- доклад студента по материалам работы;
- ответы студента на вопросы председателя и членов ГАК как по содержанию работы, так и не связанные с темой работы, но в пределах содержания дисциплин, входящих в учебный план (вопросы студенту могут быть заданы и присутствующими на защите);
- оглашение отзыва руководителя;
- оглашение рецензии;
- ответы студента на замечания рецензента;
- заключительное слово студента;
- объявление председательствующего об окончании защиты бакалаврской работы.

Итоги защит ВКР подводятся на закрытом заседании членов ГАК.

Руководитель и рецензент ВКР (если они не являются членами ГАК) могут принимать участие в обсуждении оценки работы с правом совещательного голоса.

ВКР оценивается ГАК на основании представленной пояснительной записки и иллюстративно-графических материалов, доклада студента, его ответов на вопросы, отзывов руководителя и рецензента, выступлений присутствующих, апробации работы (наличие публикаций, участие в конференциях, конкурсах, выставках и т.д.).

При выставлении итоговой оценки учитываются оценки научного руководителя, рецензента, каждого члена ГАК. Оценка, выставленная ГАК по итогам заседания, может быть как выше, так и ниже оценок, выставленных научным руководителем и рецензентом.

При выставлении оценки члены ГАК руководствуются рядом критериев; к основным из них относятся:

- новизна и степень сложности темы;
- корректность сформулированных названия, цели и задач работы и соответствие им содержания работы;
- самостоятельность подхода к раскрытию темы;
- навыки и умения, продемонстрированные при выполнении работы;
- логичность и структурированность изложения материала, включая качество введения и заключения;
- обоснованность выводов;
- степень завершенности и практическая значимость работы;
- корректность использования источников, в том числе на иностранных языках, соблюдение правил составления библиографического списка;
- оформление работы (соблюдение ГОСТ, аккуратность, отсутствие в тексте стилистических и грамматических ошибок);
- умение вести дискуссию и общий уровень культуры общения с аудиторией в процессе защиты ВКР.

Результаты защит ВКР определяются оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Оценки принимаются простым большинством голосов членов ГАК, участвующих в заседании. При равном числе голосов голос председателя комиссии является решающим.

По положительным результатам защит ГАК принимает решение о присвоении выпускникам квалификации (степени) бакалавр по направлению подготовки 150100 «Материаловедение и технологии материалов».

По результатам защиты ВКР студенту могут быть даны рекомендации:

- продолжить обучение в магистратуре;
- опубликовать результаты исследования;
- представить работу на конкурс;
- внедрить отдельные результаты работы в учебный процесс, в производство и др.

На заключительное открытое заседание ГАК в день защиты приглашаются защитившиеся выпускники и другие лица, присутствовавшие на защите. Председатель ГАК торжественно оглашает результаты защиты: каждому выпускнику объявляет его оценку и присвоенную квалификацию, отмечает отличившихся студентов и их работы, сообщает о рекомендациях, которые дала комиссия.

Объявленные результаты защиты являются окончательными и пересмотру не подлежат.

При неявке студента на аттестационное испытание без уважительной причины ему выставляется неудовлетворительная оценка.

При неудовлетворительной оценке на защите ВКР студент отчисляется из университета, а ГАК устанавливает, может ли студент представить к повторной защите ту же работу с доработкой, определенной комиссией, или же обязан разработать новую тему, которую устанавливает выпускающая кафедра после восстановления студента в университете.

Переработанная выпускная работа может быть защищена повторно в следующем учебном году.

Студентам, не прошедшим аттестационных испытаний по уважительной причине, может быть предоставлен академический отпуск до следующего периода работы ГАК, но не более одного года.

Защищенные ВКР на бумажных носителях хранятся в университете. Их копии могут выдаваться организациям (предприяти-

ям) для практического использования по письменному требованию последних. Выдача кому-либо оригиналов ВКР запрещается.

### **Доклад по выпускной квалификационной работе**

Для доклада по ВКР на заседании ГАК студенту предоставляется до 10 мин. В докладе должны найти отражение:

#### **а) по ВКР исследовательского характера:**

- название и актуальность темы работы (1-2 мин.);
- состояние вопроса по литературным и другим информационным источникам (1-2 мин.);
- цели и задачи работы (1 мин.);
- материал исследования и методика проведения экспериментов (1-2 мин.);
- результаты экспериментов и их обсуждение (3-4 мин.);
- технико-экономические показатели и выводы по работе (1 мин.).

#### **б) по ВКР проектно-технологического характера:**

- название и актуальность темы работы; цели и задачи работы (1 мин.);
- характеристика изделий, подвергаемых термической обработке; выбор материалов; годовая программа выпуска продукции (2 мин.);
- обоснование технологического процесса термической обработки изделий; технический контроль (2 мин.);
- выбор и расчет необходимого количества основного, дополнительного, вспомогательного оборудования; выбор и расчет необходимого количества приборов (2 мин.);
- площади и планировка термических подразделений; компоновка площадей и грузопоток термического подразделения (1 мин.);
- план расположения оборудования термического подразделения (1 мин.);
- технико-экономические показатели и выводы по работе (1 мин.).

Во время доклада студент обосновывает необходимость

разработки, доказывает правильность принятых решений и выводов.

В процессе доклада студент должен ссылаться на иллюстрационно-графические материалы.

Демонстрируемые схемы и технические чертежи должны быть выполнены в соответствии с действующими стандартами.

Прочая графика выполняется в произвольной форме либо в виде проецируемых на экран материалов (слайдов, компьютерной графики). В последнем случае материалы должны быть также представлены на листах формата А4 и розданы всем членам ГАК перед началом доклада.

Доклад должен быть написан заранее и прочитан несколько раз, желательно перед слушателями (можно прослушать запись доклада самому, чтобы выявить и устранить недостатки изложения).

Нумерация фрагментов иллюстрационно-графических материалов должна отражать логическую последовательность содержания работы, а, следовательно, и доклада. Не следует очень подробно пересказывать в докладе то, что понятно на представленных изображениях. Например, при обращении к графикам достаточно указать на характер зависимости, отразить различие в кривых для разных вариантов и т. д.. Не следует злоупотреблять численными значениями величин, особенно если они приведены в таблицах. Не нужно подробно излагать работу механизмов и оборудования, мелкие детали технологических процессов.

Главное в докладе - донести до членов ГАК основное содержание работы, ценность полученных проектно-технологических или научных результатов, умение анализировать и обобщать экспериментальные данные.

Правильно составленный доклад во многом определяет окончательную оценку ВКР Государственной аттестационной комиссией.

В заключительном слове (1-2 минуты) студент должен сделать акцент на тех вопросах, которые, по его мнению, нуждаются в уточнении или дополнении.

## **4. ОФОРМЛЕНИЕ ПОЯСНИТЕЛЬНОЙ ЗАПИСКИ И ИЛЛЮСТРАТИВНО-ГРАФИЧЕСКОЙ ЧАСТИ ВКР**

ВКР включает: пояснительную записку и иллюстративно-графическую часть.

### **4.1. СТРУКТУРА ПОЯСНИТЕЛЬНОЙ ЗАПИСКИ**

**Как указывалось в разделе 2** содержание пояснительной записки исследовательских ВКР может состоять из следующих структурных элементов:

**Содержание пояснительной записки исследовательских ВКР может состоять из следующих структурных элементов:**

- ✓ *Титульный лист;*
- ✓ *Задание;*
- ✓ *Аннотация;*
- ✓ *Содержание;*
- ✓ *Введение;*
- ✓ *Состояние вопроса (литературный обзор);*
- ✓ *Материалы и методика исследования;*
- ✓ *Экспериментальная часть;*
- ✓ *Результаты исследований и их обсуждение;*
- ✓ *Технико-экономические показатели;*
- ✓ *Безопасность жизнедеятельности (БЖД);*
- ✓ *Заключение;*
- ✓ *Библиографический список;*
- ✓ *Приложения.*

**Как указывалось в разделе 2** содержание пояснительной записки проектно-технологических ВКР может состоять из следующих структурных элементов:

- ✓ *Титульный лист;*
- ✓ *Задание;*
- ✓ *Аннотация;*
- ✓ *Содержание;*
- ✓ *Введение;*

- ✓ *Основная часть:*
  - характеристика изделий, подвергаемых термической обработке;
  - выбор материалов;
  - годовая программа выпуска продукции;
  - обоснование технологического процесса термической обработки изделий;
  - расчеты периодов термической обработки (времени нагрева, выдержки и охлаждения);
  - технический контроль;
  - выбор и расчет потребного количества основного, дополнительного, вспомогательного оборудования;
  - выбор и расчет потребного количества приборов;
  - площади и планировка термических подразделений;
  - компоновка площадей и грузопоток термического подразделения;
  - план расположения оборудования термического подразделения;
- ✓ *Расчеты потребного количества топлива, электроэнергии, воды, сжатого воздуха, пара, защитного газа и вспомогательных материалов:*
  - расчеты расхода газа, мазута и электроэнергии;
  - расчет расхода воды на технологические и бытовые нужды;
  - расчет расхода сжатого воздуха;
  - расчет расхода пара;
  - расчет расхода защитного газа;
- ✓ *Технико-экономические показатели;*
- ✓ *Безопасность жизнедеятельности (БЖД);*
- ✓ *Заключение;*
- ✓ *Библиографический список;*
- ✓ *Приложения.*

Объем пояснительной записки ВКР не должен превышать 70 страниц текста формата А4 (210×297 мм) при односторонней печати.

## 4.2. ИЛЛЮСТРАТИВНО-ГРАФИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ ВКР

### *Оформление иллюстративно-графической части*

**При выполнении ВКР исследовательского характера** химический состав и свойства исследуемых материалов, наиболее важные положения методики, основные выявленные зависимости и закономерности, основные результаты выполненного технико-экономического расчета оформляются в виде иллюстративно-графической части на 5-6 листах формата А1.

**При выполнении ВКР проектно-технологического характера** приводятся чертежи или эскизы заготовок, деталей, инструмента, подвергаемых термической или химико-термической обработке; плакаты и схемы, поясняющие основные результаты разработки технологического процесса термической обработки (режимы термической обработки, технологические карты), чертежи оборудования и оснастки, схемы грузопотоков, планы термических подразделений с расположением оборудования, результаты технико-экономического расчета оформляются в виде иллюстративно-графической части на 5-6 листах формата А1.

Оформление чертежно-графической части ВКР должно соответствовать действующим стандартам Единой системы конструкторской документации (ЕСКД).

Оформление демонстрационных плакатов допускает определенную «свободу творчества», тем не менее, эти плакаты должны иметь полноценные заголовки и оформляться шрифтами, доступными для чтения с расстояния нескольких метров.

Отдельные фрагменты иллюстративно-графической части ВКР могут быть выполнены на слайдах компьютерной презентации в Power Point. В этом случае копии слайдов презентации как раздаточный материал предоставляются в ГАК непосредственно перед защитой ВКР.



## **5. ПОСТРОЕНИЕ ПОЯСНИТЕЛЬНОЙ ЗАПИСКИ**

Пояснительная записка к ВКР должна соответствовать утвержденному заданию, содержать все основные материалы работы и являться самостоятельным законченным документом.

Требования к оформлению ВКР, в том числе графической части, установлены в соответствии с действующим Государственными стандартами Единой системы конструкторской документации (ЕСКД).

Наименования структурных элементов пояснительной записки «Аннотация», «Содержание», «Введение», «Основная часть», «Состояние вопроса (литературный обзор)», «Материалы и методика исследования; «Экспериментальная часть», «Результаты исследований и их обсуждение», «Организация производства в термических подразделениях», «Технико-экономические показатели», «Безопасность жизнедеятельности (БЖД)», «Заключение», «Библиографический список», «Приложения» служат заголовками структурных элементов курсовой работы.

## **6. ОФОРМЛЕНИЕ ГРАФИЧЕСКОЙ ЧАСТИ ВКР**

Для защиты ВКР необходимо подготовить демонстрационные материалы, в качестве которых могут быть конструкторские документы, технологические схемы, графики, макро-и микроструктуры, строительные чертежи и другие материалы, поясняющие и раскрывающие содержание работы. Количество демонстрационных плакатов, как правило, не должно превышать 6-8 листов.

Демонстрационные плакаты (кроме конструкторских чертежей) выполняются без рамки и основной надписи; в правом верхнем углу проставляется номер плаката. Плакаты выполняются на листах бумаги формата А1 тушью, фломастерами, маркерами, или средствами компьютерной графики для демонстрации на проекционном аппарате типа «Overhead» (на прозрачных листах формата А4), или на электронных носителях в виде презентаций, созданных, например, при помощи программы Microsoft Power Point.

Конструкторские документы, являющиеся частью работы, выполняются или карандашом, или при помощи графических САД-программ (Компас-График, AutoCAD и др.) и помещаются, как правило, в приложение к работе. Некоторые из них могут быть вынесены в качестве демонстрационных плакатов.

Все конструкторские документы ВКР должны выполняться в полном соответствии с государственными стандартами Единой системы конструкторской документации (ЕСКД). К конструкторским (ГОСТ 2.102-68) относятся документы, перечисленные ниже.

## **7. ОФОРМЛЕНИЕ СТРУКТУРНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ПОЯСНИТЕЛЬНОЙ ЗАПИСКИ ВКР**

**Титульный лист пояснительной записки** служит обложкой пояснительной записки ВКР.

Образец титульного листа приведен в Приложении А.

**Задание на ВКР** выдает руководитель работы.

Образец листа с заданием на ВКР приведен в Приложении Б.

Лист с заданием располагают после титульного листа.

Титульный лист и задание должны быть полностью оформлены и подписаны соискателем, руководителем работы, консультантами и заведующим выпускающей кафедрой.

Библиографический список составляется в алфавитном порядке, шрифт Times New Roman, размер 10 пунктов, начертание обычное. Фамилия и инициалы автора выделяются курсивом.

В зависимости от количества авторов и типа издания в соответствии с ГОСТ 7.1-2003 предусматриваются следующие основные типы библиографического описания.

### **1) Статья одного автора**

*Звягин, В.Б.* Установление закономерностей влияния легирования и режимов термической обработки на структуру и механические свойства сталей типа 15-15 [Текст] // Научно-технические ведомости СПбГПУ. – 2009. – №3 (84). – С.123 -127.

### **2) Статья двух или трех авторов**

*Паршин, А.М.* Деградация гарантированных свойств металла в конструкции и пути ее ослабления [Текст] / А.М. Паршин, В.Б. Звягин //Металлообработка. – 2009. – №3 (51). – С.38 - 43.

**3) Статья четырех и более авторов**

Разработка радиационно-стойкой дисперсионно-твердеющей хромоникелевой стали для внутрикорпусных систем АЭУ [Текст] / Н.Б. Кириллов, А.П. Петкова, В.Б. Звягин, М.В. Яковицкая // Научно-технические ведомости СПбГПУ– 2011. – № 2(123). – С. 149 - 155.

**4) Книга одного автора**

*Иванов, Г.С.* Начертательная геометрия: Учебн. пособие для ВУЗов. [Текст] М.: Машиностроение. – 1995. – 223 с.

**5) Книга двух или трех авторов**

*Афонькин, М.Г.* Производство заготовок в машиностроении: Монография [Текст] /М.Г.Афонькин, В.Б. Звягин. – СПб.: Политехника, 2007. – 380 с.

**6) Книга четырех и более авторов**

Горно-инженерная графика [Текст] /Г.Г. Ломоносов, А.И. Арсентьев, И.А. Гудкова и др. – М.: Недра, 1976. – 263 с.

**7) Стандарты**

**а) Отдельно изданный стандарт**

ГОСТ 12.1.003-76 [СТ СЭВ 1930-79]. Шум. Общие требования безопасности. М.: Изд-во стандартов, 1982, 9 с.

**б) Сборник стандартов**

Кабели электрочастотные: [Сборник]: ГОСТ 11326.0-78, ГОСТ 11326.1-79-ГОСТ 11326.92-79. – М.: Изд-во стандартов, 1982. – 447 с.

**8) Патентные документы**

**а) Авторское свидетельство**

А.с. 1007970 СССР МКИ<sup>3</sup> В 25 J 15/00. Устройство для захвата неориентированных деталей типа валов / В.С. Ваулин, В.Г. Кемайкин (СССР). - № 3360585/25-08. Оpubл. 30.03.83, Бюл. № 12 – 2 с.: ил.

**б) Патент**

Пат. 1007559 СССР, МКИ<sup>3</sup> F 02 М 35/10. Впускной трубопровод для двигателя внутреннего сгорания / М. Урбинати, А. Ман-

нини (Италия); Чентро Рикерке Фиат С. п. А. (Италия). - № 2782807/25-06; опубл. 23.03.83, Бюл. № 11, Приоритет 26.06.78, № 68493 А/78 (Италия).

## 9) Электронные ресурсы

### а) Ресурсы локального доступа

- под автором:

Российская академия наук. Отделение геологии, геофизики, геохимии и горных наук. Вестник ОГГГГН РАН [Электронный ресурс] / Объед. ин-т физики Земли им. О.Ю. Шмидта Рос. Акад. наук. – Электрон. журн. М.: ОГГГГН РАН, 1997. 4 дискеты. – Систем. требования: от 386; Windows; Internet-браузер кл. Netscape Navigator 3.0 и выше. – Загл. с экрана. – Периодичность выхода 4 раза в год.

- под заглавием:

Internet шаг за шагом [Электронный ресурс] : [интерактив. учеб.]. – Электрон. дан. и прогр. – СПб.: ПитерКом, 1997. – 1 электрон. опт. диск (CD-ROM) + прил. (127 с.). – Систем. требования: ПК от 486 DX 66 МГц; RAM 16 Мб; Windows 95; зв. плата; динамики или наушники. – Загл. с экрана.

### б) Ресурсы удаленного доступа

Российская государственная библиотека [Электронный ресурс] / Центр информ. технологий РГБ; ред. Власенко Т.В.; Web-мастер Козлова Н.В. – Электрон. дан. – М.: Рос. гос. б-ка, 1997- .- Режим доступа: <http://www.rsl.ru>, свободный. – Загл. с экрана. – Яз. рус., англ.

**Неопубликованные документы** в библиографический список не включаются. На них делаются сноски.

Пример содержания сноски:

Проведение испытаний и исследований теплотехнических свойств камер КХС-2-12-В3 и КХС-2-12-В3Ю. Проведение испытаний и исследований теплотехнических свойств камеры КХС-2-12-В3: Отчет по НИР (промежуточн.) / Всесоюз. заоч. ин-т пищ. пром-ти (ВЗИПП); Руководитель В.М. Шавра. – ОЦО 102Т3; № ГР 80057138. М.: 1981 – 90 с.

## 8. СОДЕРЖАНИЕ И ОФОРМЛЕНИЕ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ ВКР

**В исследовательских ВКР могут рассматриваться вопросы** исследования структуры, фазового состава, физических, механических, технологических и эксплуатационных свойств сталей и сплавов, порошковых и композиционных материалов различного состава и назначения.

**Как указывалось в разделах 2 и 4 содержание пояснительной записки исследовательских ВКР может состоять из следующих структурных элементов:**

- ✓ *Титульный лист;*
- ✓ *Задание;*
- ✓ *Аннотация;*
- ✓ *Содержание;*
- ✓ *Введение;*
- ✓ *Состояние вопроса (литературный обзор);*
- ✓ *Материалы и методика исследования;*
- ✓ *Экспериментальная часть;*
- ✓ *Результаты исследований и их обсуждение*
- ✓ *Технико-экономические показатели;*
- ✓ *Безопасность жизнедеятельности (БЖД);*
- ✓ *Заключение;*
- ✓ *Библиографический список;*
- ✓ *Приложения.*

### 8.1. СОСТОЯНИЕ ВОПРОСА (ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР)

Литературный обзор является обязательной частью ВКР. Он нужен для того, чтобы показать необходимость ее постановки, правильно выбрать пути и методы решения поставленных задач. В обзоре рассматриваются и обобщаются вопросы, которые могут оказать влияние на решение поставленной задачи. Необходимо достаточно полно рассмотреть литературу по изучаемой проблеме с тем, чтобы исключить возможность повторения уже сделанного. В заключительной части обзора обосновывают выбор цели исследова-

ния. Необходимо критическое сопоставление и анализ собранного литературного материала. Поэтому прежде чем начать собирать материал и писать литературный обзор необходимо составить его план, обычно он состоит из 2-3 подразделов, которые иногда разделяются на пункты.

В заключительной части обзора обосновывается выбор цели и методов исследования.

Одновременно с составлением литературного обзора составляется список использованных источников. Этот список с дополнениями приводится в конце ВКР.

## **8.2. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ**

В разделе дается характеристика составов и режимов обработки изучаемых материалов, кратко описываются все стандартные методики, применяемые в работе, и подробно излагаются основные положения нестандартных или новых методик, используемых или специально разработанных для выполнения ВКР.

## **8.3. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ**

В разделе, как правило, состоящем из нескольких самостоятельных подразделов, приводятся все результаты проведенных исследований, при этом основные зависимости и закономерности должны быть построены и получены на основании математико-статистической обработки экспериментальных данных с использованием ЭВМ.

## **8.4. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ**

Обобщение и оценка результатов исследований включает 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 про-

ведения дополнительных исследований, отрицательные результаты, приводящие к необходимости прекращения дальнейших исследований.

## **8.5. ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ**

Экономический раздел может быть посвящен определению трудоемкости и плановой себестоимости выполнения НИР.

Для определения трудоемкости выполнения научно-исследовательских работ, прежде всего, составляется перечень всех основных этапов и видов работ, которые должны быть выполнены. При этом особое внимание должно быть уделено логическому упорядочению последовательности выполнения отдельных видов работ.

В основе такого упорядочения лежит анализ смыслового содержания каждого вида работ и установления взаимосвязи между всеми видами работ. Важное значение в процессе анализа имеет выявление возможности параллельного выполнения отдельных видов работ, так как это позволяет существенно сократить общую длительность проведения НИР.

## **8.6. БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ (БЖД)**

Раздел БЖД может состоять из следующих подразделов:

1. Анализ условий проведения эксперимента в отношении возможных опасных и вредных факторов.

1.1. Перечень потенциально опасных и вредных факторов по всем элементам экспериментальной части дипломной работы (электрическое напряжение, токи высокой частоты, электромагнитные поля, ионизирующие и тепловые излучения, шум, вибрация, вредные выделения, взрывоопасные объекты и т.д.); по этим данным составляется таблица.

1.2. Краткая физико-химическая и токсикологическая характеристика всех применяемых и образующихся при исследовании веществ и материалов.

1.3. Характеристика помещения для проведения работ (санитарно-гигиеническая и противопожарная характеристика помещения в соответствии с требованиями действующих правил и норм в отношении объема, площади и ее планировки климатических и химических параметров воздушной, среды, освещенности, степени огнестойкости).

2. Мероприятия по защите от выявленных опасностей и вредностей: технические меры, организационные мероприятия, индивидуальная защита, противопожарная профилактика.

3. Расчет по одному из объектов защиты, определяемому индивидуальным заданием (расчет защитного заземления, теплозащитного экрана, местной вентиляционной установки и т.д.).

4. Охрана окружающей среды (предлагаются мероприятия по защите от вредного воздействия на окружающую среду технологических процессов цеха, участка, где могут быть внедрены результаты дипломной научно-исследовательской работы в индивидуальном порядке).

## 9. СОДЕРЖАНИЕ ПРОЕКТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ВКР

Содержание и состав ВКР должен предусматривать разработку технологических и проектных решений в виде обоснований, расчетов и показателей, которые вместе с графической частью должны отражать комплекс выполнения задач, поставленных в задании на ВКР.

**Как указывалось в разделах 2 и 4 содержание пояснительной записки ВКР проектно-технологического направления может состоять из следующих структурных элементов:**

- ✓ *Титульный лист;*
- ✓ *Задание;*
- ✓ *Аннотация* (см. пример оформления 7.2);
- ✓ *Содержание* (см. пример оформления 7.3);
- ✓ *Введение* (см. пример оформления 7.4);
- ✓ *Основная часть:*
  - характеристика изделий, подвергаемых термической обработке;



- выбор материалов;
- годовая программа выпуска продукции;
- обоснование технологического процесса термической обработки изделий;
- расчеты периодов термической обработки (времени нагрева, выдержки и охлаждения);
- технический контроль;
- выбор и расчет потребного количества основного, дополнительного, вспомогательного оборудования;
- выбор и расчет потребного количества приборов;
- площади и планировка термических подразделений;
- компоновка площадей и грузопоток термического подразделения;
- план расположения оборудования термического подразделения;
- ✓ *Расчеты потребного количества топлива, электроэнергии, воды, сжатого воздуха, пара, защитного газа и вспомогательных материалов:*
  - расчеты расхода газа, мазута и электроэнергии;
  - расчет расхода воды на технологические и бытовые нужды;
  - расчет расхода сжатого воздуха;
  - расчет расхода пара;
  - расчет расхода защитного газа;
- ✓ *Технико-экономические показатели;*
- ✓ *Безопасность жизнедеятельности (БЖД);*
- ✓ *Заключение (см. требования 7.5);*
- ✓ *Библиографический список (см. пример оформления 7.6);*
- ✓ *Приложения (см. пример оформления 7.7).*

## 10. ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ

Экономический раздел в проектно-технологической ВКР студент выполняет в соответствии с заданием выданным консультантом кафедры.

## **11. БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ (БЖД)**

Раздел БЖД в проектно-технологической ВКР студент выполняет в соответствии с заданием выданным консультантом по БЖД кафедры (НАЗВАНИЕ КАФЕДРЫ).

В разделе БЖД могут быть рассмотрены следующие вопросы:

### **11.1. ТРЕБОВАНИЯ ОХРАНЫ ТРУДА К ПЛАНИРОВКЕ ЦЕХА И РАЗМЕЩЕНИЮ ОБОРУДОВАНИЯ**

Требования охраны труда при термической обработке металлов регламентируются документом «Правила по охране труда при термической обработке металлов. ПОТ Р М 005-97» (утв. Постановлением Минтруда РФ от 29.09.97 № 48).

В производственном помещении условия труда зависят от таких факторов, как размещение технологического оборудования, организация рабочего места, используемое сырье и заготовки, готовая продукция.

Размещение производственного оборудования, исходных материалов, заготовок, полуфабрикатов, готовой продукции и отходов производства в производственных помещениях и на рабочих местах не должно представлять опасности для персонала, оборудование не должно загораживать световые проемы. Расстояние между единицами оборудования, а также между оборудованием и стенами производственных зданий, сооружений и помещений должно соответствовать требованиям действующих норм технологического проектирования, строительным нормам и правилам.

Хранение исходных материалов, полуфабрикатов, готовой продукции и отходов производства должно предусматриваться на специальных площадках, при этом должно быть исключено возникновение опасных и вредных производственных факторов.

При разработке путей транспортирования исходных материалов, заготовок и готовой продукция необходимо обеспечить безопасность транспортных коммуникаций в соответствии с ГОСТ 12.3.020-99 ССБТ "Процессы перемещения грузов на предприятиях. Общие требования безопасности".

Высота производственных помещений устанавливается с учетом технологического процесса и обеспечения качественного, удаления вредных выделений - избыточной теплоты, влаги и газа из рабочей зоны. Объем и площадь помещения, приходящиеся на одного работающего, должны составлять не менее  $15 \text{ м}^3$  и  $4,5 \text{ м}^2$  соответственно.

В отдельных помещениях (отделениях) рекомендуется располагать:

- участки травления, цианирования, жидкостного азотирования, свинцовых печей-ванн, если они расположены вне потока;
- участки охлаждения нагретых изделий;
- оборудование для очистки деталей;
- машинные преобразователи и ламповые генераторы ТВЧ (за исключением технически обоснованных случаев);
- места хранения химических материалов и т.д.

Генераторы электромагнитных полей (установки ТВЧ, конденсаторы, трансформаторы, индукционные печи, электромагниты и т.п.) мощностью до 30 кВт размещают в отдельных помещениях площадью не менее  $40 \text{ м}^2$ , большей мощности - не менее  $70 \text{ м}^2$ . Расстояние между установками - не менее 2 м. Установки экранируют или размещают в экранированных боксах.

В каждом цехе должны быть предусмотрены первичные средства пожаротушения: противопожарные шиты, ящики с песком, огнетушители. Необходимое количество огнетушителей устанавливается по следующим нормам: в термических отделениях не менее одного на  $400 \text{ м}^2$  площади. Кроме того, дополнительно устанавливаются огнетушители у наиболее опасных в пожарном отношении мест. Первичные противопожарные средства показывают на планировке соответствующими условными обозначениями.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Анурьев, В.И.* Справочник конструктора-машиностроителя. – М.: Машиностроение. – 1980. Т. 1, 2.
2. Единая система конструкторской документации/ ГОСТ 2.301-68 - ГОСТ 2.309-68. – М.: Комитет стандартов, мер и измерительных приборов при Совете Министров СССР. – 1969. –144с.
3. *Попова, Г.Н.* Машиностроительное черчение: Справочник / Г.Н. Попова, С.Ю. Алексеев. – Л.: Машиностроение. – 1987. – 447с.
4. Потемкин, А. Инженерная графика. Просто и доступно. – М.: Лори, 2000. – 492 с.
5. Правила оформления курсовых и квалификационных работ: Методические указания / Национальный минерально-сырьевой университет «Горный». Сост.: И.О. Онушкина, П.Г. Талалай. – СПб, 2005. – 56 с.
6. *Солнцев, Ю.П.* Материаловедение: учебник для вузов / Ю.П. Солнцев, Е.И. Пряхин. – СПб.: Химиздат. – 2007. – 783 с.
7. ОНТП 16-86 Минстанкопром СССР. Общесоюзные нормы технологического проектирования термических участков, цехов, производств предприятий машиностроения, приборостроения и металлообработки. ОНТП от 21.03.1986 № 16-86. Приказ Минстанкопрома СССР от 21.03.1986.
8. *Башнин, Ю.А.* Технология термической обработки / Ю.А. Башнин, Б.К. Ушаков, А.Г. Секей. – М.: Металлургия. – 1986. – 424 с.
9. *Солодихин, А.Г.* Технология, организация и проектирование термических цехов / А. Г. Солодихин. – М.: Высш. Школа. – 1987. – 386 с.
10. *Долженков, И.Е.* Основы проектирования термических цехов / И.Е. Долженков, К.Ф. Стародубов, А.А. Спасов. - Киев: Вища школа, 1986. 214 с.
11. Металловедение и термическая обработка сталей: Справочник. В 3 т. / Под редакцией М. Л. Бернштейна, А. Г. Рахштадта, - 3 изд., - перераб. и доп. – М.: Металлургия. – 1983.
12. *Соколов, К.Н.* Оборудование термических цехов / К.Н. Соколов. - Киев: Вища школа. – 1984. – 328 с.

13. Расчеты нагревательных и термических печей: Справочник/Под ред. В. М. Тымчака. – М.: Металлургия. – 1983. – 481 с.

14. Термическая обработка в машиностроении: Справочник / под ред. Ю.М. Лахтина, А.Г. Рахштадта. – М.: Машиностроение. – 1980. – 783 с.

15. *Ксенофонтов, А.Г.* Расчет и конструирование нагревательных устройств : учеб. для вузов / А. Г. Ксенофонтов. – М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана. – 2012. – 503 с.

16. *Звягин, В.Б.* Оборудование и автоматизация процессов тепловой обработки материалов и изделий. Основное оборудование: Учеб.пособие /В.Б.Звягин, В.В.Цуканов, А.В. Сивенков. – СПб.: Изд-во Национального минерально-сырьевого университета «Горный». – 2012. – 83 с.

17. Оборудование и автоматизация процессов тепловой обработки материалов и изделий: Учебно-методический комплекс / Национальный минерально-сырьевой университет «Горный». Сост.: В.Б. Звягин, В.В. Цуканов, А.В. Сивенков. СПб. – 2013. – 149 с.

18. *Звягин, В.Б.* Оборудование и автоматизация процессов тепловой обработки материалов и изделий: Учеб.пособие /В.Б.Звягин, В.В.Цуканов, А.В. Сивенков. – СПб.: ЦНИИ КМ «Прометей», Национальный минерально-сырьевой университет «Горный». – 2014. – 235 с.

19. *Афонькин, М.Г.* Производство заготовок в машиностроении: Монография / М.Г.Афонькин, В.Б. Звягин – СПб.: Политехника. – 2007. – 380 с.

20. *Паршин, А.М.* Радиационное распухание и вакансионное порообразование в конструкционных материалах атомных энергетических установок: Монография /А.М. Паршин, В.Б.Звягин, А.П. Петкова. – СПб.: Изд-во СЗТУ. – 2010. – 205 с.

21. Материаловедение. Технология конструкционных материалов. Радиационное материаловедение: учеб. пособие для вузов - 2-е изд., доп. и перераб./А.М. Паршин, Ю.С. Васильев, В.Б. Звягин, Н.Б. Кириллов, А.П. Петкова, М.М. Радкевич. Под ред. А.М. Паршина и В.Б. Звягина. – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та. – 2011. – 348 с.

## СОДЕРЖАНИЕ

1. СУЩНОСТЬ, НАЗНАЧЕНИЕ И ЗАДАЧИ ВЫПОЛНЕНИЯ ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ БАКАЛАВРА	4
2. ВОЗМОЖНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ И ПРИМЕРНЫЕ ТЕМЫ ВЫПУСКНЫХ КВАЛИФИКАЦИОННЫХ РАБОТ БАКАЛАВРОВ	7
3. ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ СТУДЕНТА В ПРОЦЕССЕ ВЫПОЛНЕНИЯ ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ	14
4. оформление пояснительной записки и иллюстративно-графической части ВКР	29
4.1. структура пояснительной записки	29
Как указывалось в разделе 2 содержание пояснительной записки исследовательских вкр может состоять из следующих структурных элементов:	29
4.2. ИЛЛЮСТРАТИВНО-ГРАФИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ ВКР	31
5. Построение пояснительной записки	32
6. ОФОРМЛЕНИЕ ГРАФИЧЕСКОЙ ЧАСТИ вкр	32
7. оформление структурных элементов пояснительной записки вкр	33
8. содержание и оформление исследовательской вкр	36
9. содержание проектно-технологической вкр	39
10. ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ	40
11. БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ (БЖД)	41
11.1. ТРЕБОВАНИЯ ОХРАНЫ ТРУДА К ПЛАНИРОВКЕ ЦЕХА И РАЗМЕЩЕНИЮ ОБОРУДОВАНИЯ	41
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	43

# **МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И ТЕХНОЛОГИЯ МАТЕРИАЛОВ**

*Методические указания к выпускной квалификационной работе  
для студентов бакалавриата направления 22.03.01*

Сост.: *А.В. Сивенков, К.Ю. Шахназаров.*

Печатается с оригинал-макета, подготовленного кафедрой  
материаловедения и технологии художественных изделий

Ответственный за выпуск: *А.В. Сивенков*

Лицензия ИД № 06517 от 09.01.2002

Подписано к печати 16.03.2021. Формат 60×84/16.  
Усл. печ. л. 2,6. Усл.кр.-отт. 2,6. Уч.-изд.л. 2,4. Тираж 75 экз. Заказ 195.

Санкт-Петербургский горный университет  
РИЦ Санкт-Петербургского горного университета  
Адрес университета и РИЦ: 199106 Санкт-Петербург, 21-я линия, 2