

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКИ
КЫРГЫЗСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ им И.РАЗЗАКОВА**

**Филиал КГТУ в г.Кызыл-Кыя
Кафедра «Горнотехническая»**

«Согласовано»

УМС филиала КГТУ им. И.Раззакова в
г.Кызыл-Кыя

Пшенова И.Н.

Протокол № 2 от «28» 09 2021 г.

«Утверждаю»

Директор филиала КГТУ им. И.Раззакова в
г.Кызыл-Кыя

Амиров Т.К.



**Программа
выпускной квалификационной работы
Направление 650400 «Технологические машины и оборудование»
Профиль «Горные машины и оборудование»
Академическая степень: Бакалавр**

Разработано на основе ГОС ВПО направления 650400
оборудование»

«Технологические машины и

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры

Протокол № 2 от «28» 09 2021 г.

Кызыл-Кыя 2021 г.

Введение

Выпускная квалификационная работа (ВКР) является завершающим этапом освоения образовательной программы по направлению 650400 «Технологические машины и оборудование» и направлена на проверку готовности выпускника к самостоятельной профессиональной деятельности. Требования к структуре, результатам и процедурам выполнения ВКР определены государственным образовательным стандартом, предусматривающим формирование у студента комплекса профессиональных, общекультурных, исследовательских и коммуникативных компетенций.

ВКР объединяет проектно-конструкторскую, технологическую, исследовательскую и организационно-экономическую составляющие, что позволяет студенту продемонстрировать умение анализировать технические задачи, разрабатывать инженерные решения, выполнять расчёты и моделирование, проводить экспериментальную проверку и оформлять результаты в соответствии с нормативно-техническими требованиями. Важной частью является умение использовать современное программное обеспечение, оборудование и методы контроля качества, а также способность оценивать экономическую целесообразность разработанных решений.

Программа ВКР определяет цели, задачи, этапы и требования к итоговой работе студента, обеспечивая её методическую целостность и соответствие требованиям ГОС. Настоящий документ служит ориентиром для студентов, руководителей и членов Государственной аттестационной комиссии, обеспечивая прозрачность процедуры подготовки, выполнения и защиты выпускной работы.

1. Общие положения

Программа выпускной квалификационной работы (ВКР) разработана на основании **Положения о выпускной квалификационной работе КГТУ им. И. Раззакова** и определяет цели, задачи, структуру, требования, организационные аспекты и порядок выполнения ВКР для студентов направления **650400 «Технологические машины и оборудование»**.

ВКР является завершающим элементом образовательного процесса бакалавра и представляет собой **самостоятельное, завершённое инженерное исследование**, направленное на решение актуальной задачи в области проектирования, эксплуатации, модернизации и технологического обеспечения работы технологических машин и оборудования. Итоговая квалификационная работа демонстрирует уровень профессиональной подготовки выпускника и является основанием для присвоения квалификации бакалавра.

Основные цели выполнения ВКР:

1. **Систематизация, интеграция и углубление знаний**, полученных студентом за период обучения, включая теоретические основы инженерной механики, сопротивления материалов, деталей машин, проектирования технологического оборудования, механизации и автоматизации производственных процессов.
2. **Формирование и демонстрация навыков инженерных расчётов**, необходимых для анализа и проектирования механизмов, узлов и агрегатов технологических машин, включая:
 - расчёты прочности, жёсткости, динамики;
 - расчёты кинематических и силовых параметров;
 - моделирование рабочих процессов оборудования;
 - использование систем САПР (CAD/CAE) для расчётов и моделирования.
3. **Развитие практических компетенций конструкторской и технологической деятельности**, таких как:
 - разработка конструкций, схем, моделей;
 - создание технологических процессов изготовления или ремонта деталей;
 - выбор материалов, оборудования и технологий обработки;
 - применение ГОСТ, стандартов ЕСКД и нормативно-технической документации.
4. **Освоение навыков проведения инженерного эксперимента и исследований**, включающих:
 - постановку эксперимента;
 - разработку методики испытаний;

- обработку результатов измерений;
 - сопоставление расчётных данных и экспериментальных зависимостей;
 - формирование выводов и рекомендаций.
5. **Подтверждение готовности к профессиональной деятельности** в условиях современного машиностроительного производства, включая способность:
- выявлять и анализировать технические проблемы;
 - разрабатывать и обосновывать инженерные решения;
 - выбирать оптимальные конструктивные и технологические варианты;
 - учитывать требования надёжности, безопасности, эргономики и экологии.
6. **Демонстрация навыков выполнения инженерных и проектных задач комплексного характера**, а именно:
- решение научно-технических, технологических, эксплуатационных и организационно-экономических задач;
 - проектирование и модернизация машин и оборудования;
 - повышение эффективности и надёжности производства и техники;
 - разработка мероприятий по внедрению результатов работы.
7. **Развитие академической культуры и навыков научного изложения**, включая:
- умение логично, грамотно и последовательно представлять инженерные решения;
 - ведение технической документации по установленным стандартам;
 - формирование аргументированной профессиональной позиции;
 - подготовку качественной презентации и успешную защиту проекта в ГАК.

2. Задачи выполнения выпускной квалификационной работы

2.1. Задачи ВКР

На основании Положения КГТУ студент должен продемонстрировать следующие компетенции и способности:

1. Применение теоретических знаний:
 - использование фундаментальных дисциплин (инженерная механика, сопротивление материалов, теория машин и механизмов, гидравлика, термодинамика);
 - применение инженерных подходов к анализу машин, механизмов и технологических процессов.
2. Владение инженерными методами анализа и расчётов:
 - выполнение прочностных, кинематических, динамических, теплотехнических и гидравлических расчётов;
 - проведение расчётов на долговечность и надёжность;
 - использование программно-вычислительных комплексов (SolidWorks Simulation, ANSYS, MATLAB и др.).
3. Проектирование и конструирование технологического оборудования:
 - разработка конструкций деталей и узлов;
 - подготовка рабочих и сборочных чертежей;
 - соблюдение требований ЕСКД, ГОСТ.
4. Разработка или оптимизация технологических процессов:
 - выбор заготовки, материалов, оборудования и методов обработки;
 - разработка маршрутных и операционных карт;
 - расчёт режимов резания и технологических параметров;
 - обоснование точности и качества обработки.
5. Выполнение экспериментальных и исследовательских работ:
 - проведение испытаний оборудования или моделирование рабочих процессов;
 - разработка методики эксперимента и подбор измерительных средств;
 - анализ и интерпретация результатов, сравнение с расчётными значениями.
6. Работа с нормативной документацией:
 - использование ГОСТ, ISO, СНиП, СТО;
 - применение отраслевых стандартов и технической документации предприятий.

7. Подготовка полного комплекта инженерной документации:

- оформление чертежей, схем, таблиц, спецификаций, технологических карт;
- подготовка графических материалов согласно Положению КГТУ.

8. Обоснование инженерных решений:

- анализ альтернативных вариантов;
- экономическое обоснование и оценка эффективности;
- обеспечение требований надёжности, безопасности и экологии.

9. Подготовка и защита работы:

- структурирование и оформление пояснительной записки;
- подготовка презентации;
- уверенная защита проекта перед Государственной аттестационной комиссией (ГАК).

3. Тематика ВКР

Тематика выпускной квалификационной работы должна соответствовать современным тенденциям развития машиностроения, отражать актуальные задачи в области проектирования, расчёта, эксплуатации и совершенствования технологических машин и оборудования, а также учитывать требования к уровню профессиональной подготовки бакалавра по направлению «Технологические машины и оборудование». При выборе тематики ВКР принимаются во внимание запросы работодателей и потребности промышленности, а также рекомендации выпускающей кафедры. Темы выпускных квалификационных работ рассматриваются и утверждаются на заседании кафедры и вводятся в действие приказом филиала КГТУ им. И. Раззакова в г. Кызыл-Кыя.

Примерные направления и группы тем:

1. Проектирование и расчёт узлов горных машин для подземных условий эксплуатации

В работе следует рассмотреть назначение и условия работы выбранного узла горной машины, проанализировать существующие конструкции, выполнить расчёты на прочность, жёсткость и долговечность, обосновать выбор материалов. Необходимо разработать или усовершенствовать конструкцию узла с учётом шахтных условий и требований безопасности.

2. Повышение надёжности горных машин при работе в условиях шахт

ВКР должна включать анализ условий эксплуатации горных машин, выявление основных причин отказов, оценку показателей надёжности. Следует разработать технические и организационные мероприятия, направленные на снижение отказов и увеличение ресурса машин, а также оценить их эффективность.

3. Анализ отказов горных машин и разработка мероприятий по увеличению их ресурса

В работе необходимо провести классификацию отказов горных машин, определить наиболее уязвимые узлы и детали, проанализировать причины их выхода из строя. На основе анализа разрабатываются мероприятия по повышению ресурса и снижению аварийности, выполняется технико-экономическая оценка предлагаемых решений.

4. Совершенствование конструкции рабочих органов горных машин

Следует рассмотреть назначение и особенности работы рабочих органов горных машин, проанализировать существующие конструкции и их недостатки. ВКР должна содержать расчёт основных параметров, предложения по улучшению конструкции, обоснование выбора материалов и оценку влияния модернизации на производительность и надёжность.

5. Организация технического обслуживания и ремонта горных машин в шахтах

В работе анализируется действующая система технического обслуживания и ремонта горных машин на шахте, выявляются её недостатки. Разрабатываются предложения по совершенствованию ТОиР, обосновываются периодичность обслуживания, методы ремонта и ожидаемый экономический эффект.

6. Диагностика технического состояния горных машин и оборудования

ВКР должна включать обзор методов диагностики горных машин, анализ их применимости в шахтных условиях. Следует разработать или обосновать выбор диагностических мероприятий, направленных на своевременное выявление неисправностей и предотвращение отказов оборудования.

7. Модернизация горных машин с целью повышения производительности

В работе необходимо проанализировать существующий уровень производительности горных машин, выявить ограничивающие факторы. На основе анализа предлагаются технические решения

по модернизации машин, выполняются расчёты основных параметров и оценивается экономическая эффективность предлагаемых мероприятий.

8. Повышение энергоэффективности горных машин и оборудования

Следует рассмотреть структуру энергопотребления горных машин, выявить основные источники потерь энергии. ВКР должна содержать предложения по снижению энергозатрат, выбор энергоэффективных приводов или режимов работы, а также расчёт экономического эффекта от внедрения мероприятий.

9. Обеспечение промышленной безопасности при эксплуатации горных машин в шахтах

В работе анализируются опасные и вредные производственные факторы при эксплуатации горных машин, требования нормативных документов по промышленной безопасности. Разрабатываются мероприятия по снижению риска аварий и травматизма, обосновывается соответствие предлагаемых решений требованиям безопасности.

10. Техничко-экономическая оценка модернизации горных машин и оборудования

ВКР должна включать анализ затрат на эксплуатацию и ремонт горных машин, расчёт капитальных и эксплуатационных расходов при модернизации. Необходимо выполнить технико-экономическое обоснование предлагаемых мероприятий и оценить их эффективность и срок окупаемости.

4. Структура и содержание выпускной квалификационной работы

Содержание ВКР полностью соответствует требованиям, установленным Положением о выполнении и защите выпускной квалификационной работы и включает следующие структурные элементы:

Титульный лист. Оформляется строго по утверждённому шаблону университета, с указанием направления подготовки 650400, темы ВКР, данных руководителя и студента.

Задание на ВКР. Выдаётся студенту до начала предквалификационной практики. Содержит исходные данные, перечень необходимых расчётов, требований к чертежам, срокам и ожидаемым результатам проектирования.

Содержание (оглавление). Определяет структуру работы и номера страниц разделов.

Введение

Во введении раскрываются:

- актуальность разрабатываемой конструкции или технологического решения в области ТМиО;
- цель работы и конкретные задачи;
- методы исследования (аналитические, экспериментальные, расчетные, CAD/CAE-методы и др.);
- объём, структура и логика построения ВКР.

Глава 1. Аналитический обзор и постановка инженерной задачи

1.1. Анализ литературы и научно-технических источников

Рассматриваются современные конструкции машин, узлов и механизмов, их особенности, достоинства и недостатки.

1.2. Анализ существующих аналогов

Сравниваются отечественные и зарубежные конструкции, предлагаются критерии выбора оптимального решения.

1.3. Анализ нормативно-технических документов

Использование ГОСТ, СНиП, ЕСКД, нормативов по прочности, надёжности, безопасности и экологичности.

1.4. Формулировка инженерной задачи

Чётко определяется проблема, требующая решения, обосновывается необходимость разработки или модернизации конструкции.

Глава 2. Проектно-конструкторская часть

2.1. Общая характеристика разрабатываемого узла или машины

Назначение, условия эксплуатации, технические требования.

2.2. Конструктивное описание

Изложение принципа работы, компоновки, взаимодействия элементов системы.

2.3. Инженерные расчёты

Выполняются в соответствии с выбранной задачей:

- прочностные;
- расчёты на устойчивость, износостойкость, вибрации и динамику;
- кинематические и силовые расчёты;
- гидравлические или теплотехнические, если применимо.

2.4. Моделирование

3D-модели в CAD-системах (SolidWorks, Compass-3D, Inventor и др.).

САЕ-моделирование (прочностные, тепловые, динамические исследования).

2.5. Конструкторская документация

Чертежи, спецификации, выполненные по ЕСКД (формат А1–А3), включая:

- сборочный чертёж;
- детализовку;
- спецификацию;
- кинематические или гидравлические схемы.

Глава 3. Технологическая часть

3.1. Выбор материалов

Обоснование выбора материала с использованием справочников, ГОСТов и критериев прочности, износостойкости и технологичности.

3.2. Разработка технологического процесса изготовления

Описываются:

- маршруты обработки;
- структура операций и переходов;
- инструменты и приспособления.

3.3. Выбор оборудования и режимов обработки

Подбор станков и режимов резания, расчет норм времени, разработка управляющих программ для ЧПУ (при необходимости).

3.4. Контроль качества

Допуски и посадки (по ГОСТ 25346–89), методики измерения, контроль точности.

Глава 4. Экспериментальная или исследовательская часть

4.1. Методика исследования

Описание экспериментального стенда или условий моделирования.

4.2. Проведение эксперимента/моделирования

Ход выполнения исследований, параметры, циклы испытаний.

4.3. Результаты и их обработка

Графики, таблицы, диаграммы, математическая обработка данных.

4.4. Анализ и выводы

Сравнение с расчётами, оценка работоспособности конструкции, выявление ограничений.

Глава 5 (при необходимости). Экономическая, экологическая и безопасная оценка:

- экономическая эффективность разработки;
- оценка рисков и мероприятий по безопасности (охрана труда, промышленная безопасность);
- экологические аспекты внедрения.

Заключение

Содержит основные результаты работы, достижения цели, выполненные задачи, практическую значимость и возможности дальнейшего развития проекта.

Список литературы

Не менее 20–25 источников, включая: ГОСТы, стандарты, научные статьи, монографии, учебники, каталоги оборудования, интернет-источники допустимы ограниченно.

Приложения

Размещаются объёмные материалы:

- чертежи;
- схемы;
- протоколы;
- расчёты;
- программные коды;
- большие таблицы.

Объём ВКР составляет 65–85 страниц без приложений.

5. Порядок выполнения выпускной квалификационной работы

Порядок выполнения ВКР регламентирован Положением о выпускной квалификационной работе и включает следующие этапы:

5.1. Прохождение предквалификационной практики

Предквалификационная практика является обязательным подготовительным этапом, обеспечивающим сбор исходных данных для выполнения ВКР и приобретение необходимых профессиональных навыков. Она проводится за 3–4 месяца до защиты и выполняет следующие функции:

5.2. Получение задания на ВКР

После завершения практики студент получает индивидуальное **задание на ВКР**, включающее:

- тему работы;
- исходные данные;
- обязательные расчёты и разработки;
- перечень чертежей;
- сроки выполнения и график консультаций.

Задание утверждается заведующим кафедрой.

5.3. Выполнение работы по календарному графику

Каждому студенту утверждается **календарный план**, содержащий:

- сроки подготовки аналитической главы;
- сроки выполнения расчётов и моделирования;
- сроки разработки технологий и чертежей;
- сроки подготовки эксперимента/моделирования;
- подготовку текста и оформления.

Студент обязан регулярно предоставлять выполненные части руководителю для контроля.

5.4. Консультации с руководителем и консультантами

В процессе работы студент:

- получает методические рекомендации;
- согласовывает конструктивные и технологические решения;
- консультируется по расчётам, чертежам и моделям;
- уточняет ошибки и корректирует черновые материалы.

При необходимости назначаются отраслевые консультанты (технология, экономика, безопасность труда и др.).

5.5. Прохождение нормоконтроля

Готовый проект подаётся на нормоконтроль, который проверяет:

- соответствие требованиям ЕСКД и ЕСТД;
- правильность оформления таблиц, графиков, рисунков;
- соблюдение ГОСТов по оформлению ВКР;
- корректность ссылок и списка литературы.

Без подписи нормоконтролёра проект не допускается к антиплагиату.

5.6. Проверка ВКР на антиплагиат

Работа проходит обязательную проверку в системе антиплагиата. К защите допускаются работы, удовлетворяющие установленному вузом пороговому уровню оригинальности (**обычно 60–70 %**).

При необходимости студент дорабатывает текст и проходит повторную проверку.

5.7. Предварительная защита (кафедральная)

На предварительной защите студент:

- представляет основные результаты работы;

- выполняет презентацию (10–12 минут);
- отвечает на вопросы преподавателей;
- получает рекомендации по доработке.

Комиссия решает, можно ли допустить работу к финальной защите.

5.8. Допуск к защите

Решение о допуске принимает заведующий кафедрой при наличии:

- положительной рецензии руководителя;
- подписи нормоконтролёра;
- положительной рецензии внешнего рецензента;
- удовлетворительного антиплагиата;
- выполнения всех требований кафедры.

После допуска студент регистрируется в списке на защиту и готовит доклад.

6. Требования к оформлению выпускной квалификационной работы

Оформление ВКР осуществляется в соответствии с Положением, ГОСТ 7.32–2017, ГОСТ 2.105–2019, ЕСКД и другими нормативами. Работа должна быть представлена в печатном и электронном виде.

6.1. Общие требования к текстовой части

Формат выполнения

- ВКР выполняется **в машинописном виде**, с использованием текстового редактора (Word или аналог).
- Объём: **65–85 страниц** без приложений (для бакалавров).
- Электронная версия должна полностью соответствовать печатной.

Параметры оформления текста

- **Шрифт:** Times New Roman.
- **Кегль:** 14 pt.
- **Межстрочный интервал:** 1,5.
- **Абзацный отступ:** 1,25 см.
- **Выравнивание:** по ширине.
- **Поля страницы (A4):**
 - левое — 30 мм (для переплёта);
 - правое — 10 мм;
 - верхнее — 20 мм;
 - нижнее — 20 мм.

Нумерация страниц

- Нумерация — арабскими цифрами, сквозная.
- Первой страницей считается титульный лист, но номер на нём **не ставится**.
- Номер страницы — внизу по центру.

6.2. Требования к структуре и логике изложения

- Названия разделов, глав и пунктов должны соответствовать содержанию.
- Заголовки выполняются полужирным шрифтом, без переноса, с новой страницы.
- Подзаголовки — с красной строки, расстояние до текста — 10–12 pt.
- В тексте обязательно наличие **ссылок на источники** в соответствии с ГОСТ.

6.3. Таблицы, рисунки, графики

- Таблицы и рисунки нумеруются **в пределах главы** (например: Таблица 2.3, Рисунок 1.5).
- Название таблицы размещается **над** таблицей, рисунка — **под** изображением.
- Все графические материалы должны быть читабельными и выполненными в едином стиле.
- Размер текста в рисунках — не менее 12 pt.

6.4. Формулы и расчёты

- Формулы располагаются по центру и нумеруются справа в круглых скобках (например: (3.7)).

- После каждой формулы должен быть пояснительный текст, содержащий расшифровку используемых обозначений.
- Расчёты допускается выполнять с использованием ПО:
 - MathCAD;
 - MATLAB;
 - Excel;
 - специализированных расчётных программ.

При использовании программных средств необходимо привести **исходные данные, основные шаги расчёта и полученные результаты**.

6.5. Требования к графической части

Графические материалы ВКР (чертежи, схемы, модели) выполняются согласно:

- **ГОСТ ЕСКД**, включая ГОСТ 2.109, 2.305, 2.307, 2.701 и др.;
- стандартам оформления проектно-конструкторской документации.

Обязательные элементы для инженерных направлений:

- Сборочный чертёж;
- Детализовка;
- Спецификация;
- Схемы (кинематическая, гидравлическая, электрическая — если предусмотрено).

Программные средства допускаются:

- **Компас-3D**
- **SolidWorks**
- **AutoCAD**
- **Inventor, CATIA, Siemens NX** (если есть доступ)

Требования:

- Чертежи выполняются в форматах А1–А3;
- Надписи, размеры и обозначения — по ГОСТ;
- 3D-модели предоставляются в электронном виде (формат *.stp, *.sldprt, *.cdw, *.dwg).

7. Рецензирование и проверка выпускной квалификационной работы

Рецензирование ВКР является обязательным этапом допуска студента к защите и проводится в соответствии с требованиями Положения. Оно направлено на объективную оценку качества выполненной выпускной квалификационной работы, её научно-практической ценности и соответствия установленным требованиям.

Результаты обучения, получаемые в процессе написания ВКР

Во время защиты студент демонстрирует компетенции, включая:

№	Результат обучения (РО)	ПК
1	Способен выполнять расчёты деталей и узлов, применяя стандартные методы анализа прочности, жёсткости, устойчивости.	ПК-1
2	Умеет разрабатывать и оформлять конструкторскую документацию по ЕСКД: чертежи, схемы, спецификации.	ПК-2
3	Владеет навыками поиска и анализа патентной и технической информации, необходимой для выбора оптимальных проектных решений.	ПК-3
4	Способен анализировать технологические процессы, выявлять причины отклонений и предлагать инженерные решения.	ПК-4
5	Умеет выбирать материалы, оборудование и способы обработки при разработке технологической части ВКР.	ПК-8
6	Способен проводить технологические и механические испытания материалов и изделий, анализировать полученные данные.	ПК-9

№	Результат обучения (РО)	ПК
7	РО- Способен применять современные методы проектирования и моделирования (CAD/CAE), включая создание 3D-моделей и цифровых расчётов.	ПК-19
8	РО- Умеет планировать и проводить эксперимент, обрабатывать результаты, использовать методы инженерного анализа.	ПК-19
9	РО- Способен готовить полный набор документов по итогам инженерной разработки: пояснительную записку, графическую часть, выводы.	ПК-2, ПК-13
10	РО- Способен формулировать и обосновывать инженерные выводы, защищать принятые решения, отвечать на вопросы комиссии.	ПК-1, ПК-4, ПК-19
11	РО- Способен систематически работать с научно-технической литературой, критически оценивать источники и формировать обзор.	ПК-18
12	РО- Умеет учитывать требования безопасности труда и экологии при проектных и технологических решениях.	ПК-7

Заключение

Программа выполнения выпускной квалификационной работы устанавливает единые требования к структуре, содержанию, результатам и процедуре подготовки ВКР для студентов направления **650400 «Технологические машины и оборудование»**. Она обеспечивает системность и поэтапность выполнения работы, охватывая аналитическую, проектно-конструкторскую, технологическую, экспериментальную и экономическую части. Выполнение ВКР по данной программе позволяет студенту подтвердить сформированность ключевых компетенций, предусмотренных государственным образовательным стандартом, а также продемонстрировать готовность к инженерной, проектной, исследовательской и производственно-технологической деятельности.

Завершение работы и её успешная защита подтверждают способность выпускника самостоятельно решать практические задачи отрасли, использовать современные программные и технические средства, анализировать результаты и представлять их профессиональному сообществу. Таким образом, выполнение ВКР по предложенной программе является важным этапом профессионального становления будущего специалиста и его интеграции в инженерную сферу.

Список литературы

1. Государственный образовательный стандарт высшего профессионального образования Кыргызской Республики. Направление 650400 «Технологические машины и оборудование». — Бишкек: МОН КР, 2021. — 14 с.
2. Положение об итоговой государственной аттестации выпускников высших учебных заведений Кыргызской Республики. — Бишкек: МОН КР, 2020. — 28 с.