

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Алейник Станислав Николаевич

Должность: Ректор

Дата подписания: 20.07.2026 13:25:24

Уникальный программный ключ

5258223550ea9f0ab23776e1608b644b37d8886ab62558916288f9137c1751fae

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ имени В.Я.ГОРИНА»**



**УТВЕРЖДАЮ**

И.о. декана инженерного факультета  
кандидат технических наук, доцент

А.Н. Макаренко

27.05.2026 г.

**ПРОГРАММА ГОСУДАРСТВЕННОЙ ИТОГОВОЙ  
АТТЕСТАЦИИ**

**«ВЫПОЛНЕНИЕ И ЗАЩИТА ВЫПУСКНОЙ  
КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ»**

Направление подготовки: 35.03.06 – Агроинженерия

Направленность (профиль): Электрооборудование и электротехнологии

Квалификация: бакалавр

Год начала подготовки: 2026

Майский, 2026

## **СОДЕРЖАНИЕ**

|   |                                                                                                                                                        |    |
|---|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1 | ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ.....                                                                                                                                   | 3  |
| 2 | ТРЕБОВАНИЯ К ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ПОДГОТОВЛЕННОСТИ<br>ВЫПУСКНИКА.....                                                                                      | 6  |
| 3 | ФОРМЫ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ.....                                                                                                         | 13 |
| 4 | СОДЕРЖАНИЕ И ОРГАНИЗАЦИЯ ЗАЩИТЫ ВЫПУСКНОЙ<br>КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ.....                                                                              | 13 |
| 5 | ОСОБЕННОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ГОСУДАРСТВЕННОЙ<br>ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ В ФОРМЕ ЗАЩИТЫ ВКР ДЛЯ<br>ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ<br>ЗДОРОВЬЯ..... | 31 |

## 1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1. Программа итоговой государственной аттестации составлена в соответствии с:

Федеральный государственный образовательный стандарт по направлению подготовки 35.03.06 Агроинженерия (уровень бакалавриата), утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 23 августа 2017 г. №813;

Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры, утвержденного приказом Министерства образования и науки РФ от 06.04.2021 № 245;

Приказ Минобрнауки России от 29.06.2015 № 636 «Об утверждении Порядка проведения государственной итоговой аттестации по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета и программам магистратуры» в редакции от 28 апреля 2016 года (Зарегистрировано в Минюсте России 24.05.2016 № 42233);

Профессиональный стандарт «Специалист в области механизации сельского хозяйства», утвержденного Приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 2 сентября 2020 года № 555н;

Устав Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина.

1.2. Государственная итоговая аттестация (ГИА) проводится государственной экзаменационной комиссией в целях определения соответствия результатов освоения обучающимся основной образовательной программы бакалавриата направления 35.03.06 – Агроинженерия (профиль «Электрооборудование и электротехнологии») требованиям федерального государственного образовательного стандарта.

1.3. Для проведения государственной итоговой аттестации приказом ректора создается государственная экзаменационная комиссия направления подготовки 35.03.06 – Агроинженерия (основная профессиональная образовательная программа профиля «Электрооборудование и электротехнологии») не позднее чем за 1 месяц до даты начала государственной итоговой аттестации.

В состав государственной экзаменационной комиссии входят председатель, утвержденный Министерством сельского хозяйства РФ, и 5 членов указанной комиссии. Три члена государственной экзаменационной комиссии являются ведущими специалистами – представителями работодателей.

Председатель государственной экзаменационной комиссии организует и контролирует деятельность комиссии, обеспечивает единство требований, предъявляемых к обучающимся при проведении государственной итоговой аттестации. Заседание комиссии проводит председатель комиссии. На основании заявления (служебной записки) председателя государственной экзаменационной комиссии приказом ректора назначается заместитель

председателя государственной экзаменационной комиссии из числа членов государственной экзаменационной комиссии.

На период проведения государственной итоговой аттестации для обеспечения работы государственной экзаменационной комиссии приказом ректора назначается секретарь указанной комиссии. Секретарь обеспечивает работу государственной экзаменационной комиссии, представляет материалы для защиты, ведет протоколы государственных аттестационных испытаний.

Заседание комиссии правомочно, если в ней принимает участие 4 человека, т.е. не менее двух третей от числа лиц, ходящих в состав комиссии. Решение комиссия принимает простым большинством голосов от числа лиц, входящих в состав комиссии и участвующих в заседании. При равном числе голосов председатель комиссии обладает правом решающего голоса.

1.4. Материалы, представляемые секретарем государственной экзаменационной комиссии для проведения государственного аттестационного испытания - государственного экзамена:

- копия приказа об утверждении председателя государственной экзаменационной комиссии;
- копия приказа об утверждении состава государственной экзаменационной комиссии;
- копия приказа о создании апелляционной комиссии;
- программа государственной итоговой аттестации;
- копия приказа о допуске обучающихся к защите выпускной квалификационной работы;
- копия приказа о закреплении тем выпускных квалификационных работ, назначении руководителя;
- протоколы результатов государственного аттестационного испытания (защиты выпускной квалификационной работы) для заседания государственной экзаменационной комиссии;
- сводная ведомость обучающихся с итогами освоения выпускниками ОПОП ВО (средний балл, итоговая оценка по дисциплинам, включенным в итоговую аттестацию с примечаниями о возможности получения диплома с отличием);
- зачетные книжки обучающихся (оформленные и подписанные деканом);
- сводный бланк оценки результатов защиты выпускной квалификационной работы обучающихся с указанием среднего балла за период обучения (один экземпляр);
- бланк оценки результатов защиты выпускной квалификационной работы обучающихся (количество экземпляров по числу членов комиссии);
- бланки для записи вопросов членами государственной экзаменационной комиссии;
- выпускная квалификационная работа обучающегося в одном экземпляре.

- бланки для записи вопросов членами государственной экзаменационной комиссии

1.5. Для рассмотрения апелляций по результатам государственной итоговой аттестации приказом ректора создается апелляционная комиссия. В состав апелляционной комиссии входят председатель и три члена указанной комиссии. Состав апелляционной комиссии формируется из числа лиц, относящихся к профессорско-преподавательскому составу университета и не входящих в состав государственной экзаменационной комиссии.

1.6. Обучающийся, не прошедший государственной итоговой аттестации в связи с неявкой на государственное аттестационное испытание по уважительной причине (временная нетрудоспособность, исполнение общественных или государственных обязательств, вызов в суд, транспортные проблемы (отмена рейса, отсутствие билетов, погодные условия, дорожно-транспортное происшествие)), вправе пройти ее в течение 6 месяцев после завершения государственной итоговой аттестации. Обучающийся должен представить документ, подтверждающий причину его отсутствия.

Обучающийся, не прошедший государственной итоговой аттестации в связи с неявкой на государственное аттестационное испытание по неуважительной причине или в связи с получением оценки «неудовлетворительно», отчисляется из университета с выдачей справки об обучении, как не выполнивший обязательства по добросовестному освоению образовательной программы и выполнению учебного плана.

1.7. По результатам государственных аттестационных испытаний обучающийся имеет право подать апелляцию. Апелляция подается в апелляционную комиссию обучающимся лично в письменной форме с указанием конкретных фактов нарушения установленной процедуры проведения государственного аттестационного испытания и (или) несогласия с ее результатами не позднее следующего рабочего дня после объявления результатов государственного аттестационного испытания. Апелляция рассматривается не позднее 2 рабочих дней со дня подачи апелляции.

## **2 ТРЕБОВАНИЯ К ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ПОДГОТОВЛЕННОСТИ ВЫПУСКНИКА**

### **2.1 Область профессиональной деятельности выпускника**

Область профессиональной деятельности бакалавров включает: эффективное использование и сервисное обслуживание сельскохозяйственной техники, машин и оборудования, средств электрификации и автоматизации технологических процессов при производстве, хранении переработке продукции растениеводства и животноводства, а также разработку технических средств для технологической модернизации сельскохозяйственного производства.

### **2.2 Сферы профессиональной деятельности**

Сферы профессиональной деятельности выпускников, освоивших программы бакалавриата, включают:

- эффективное использование и сервисное обслуживание сельскохозяйственной техники, машин и оборудования, средств электрификации и автоматизации технологических процессов при производстве, хранении и переработке продукции растениеводства и животноводства;
- разработку технических средств для технологической модернизации сельскохозяйственного производства.

Выпускники могут работать руководителями и организаторами производства в аграрном секторе экономики, технологами и менеджерами предприятий технического сервиса, переработки сельскохозяйственной продукции, по механизации процессов сельскохозяйственного производства, специалистами по электрификации и автоматизации, электро-, тепло-, газо- и водоснабжению объектов сельского хозяйства, заниматься вопросами охраны окружающей среды.

### **2.3 Объекты профессиональной деятельности**

Объектами профессиональной деятельности выпускников, освоивших программу бакалавриата, являются:

- машинные технологии и системы машин для производства, хранения и транспортирования продукции растениеводства и животноводства, технологии и средства производства сельскохозяйственной техники, технологии технического обслуживания, диагностирования и ремонта машин и оборудования, методы и средства испытания машин, машины, установки, аппараты, приборы и оборудование для хранения и первичной переработки продукции растениеводства и животноводства, а также технологии и технические средства перерабатывающих цехов и предприятий;
- электрифицированные и автоматизированные сельскохозяйственные технологические процессы, электрооборудование, энергетические установки и средства автоматизации сельскохозяйственного и бытового назначения;
- энергосберегающие технологии и системы электро-, тепло-,

водоснабжения сельскохозяйственных потребителей.

## **2.4 Виды профессиональной деятельности выпускника**

Бакалавр по направлению подготовки 35.03.06 - Агроинженерия готовится к следующим видам профессиональной деятельности: научно-исследовательская, проектная, производственно-технологическая, организационно-управленческая.

## **2.5 Задачи профессиональной деятельности выпускника**

Выпускник, освоивший программу бакалавриата в соответствии с видом видами) профессиональной деятельности, на который (которые) ориентирована программа бакалавриата, готов решать следующие профессиональные задачи:

*проектная деятельность:*

- участие в проектировании технологических процессов производства, хранения и переработки сельскохозяйственной продукции, технического обслуживания и ремонта сельскохозяйственной техники на основе современных методов и технических средств;

- участие в проектировании технических средств, систем электрификации и автоматизации технологических процессов и объектов инфраструктуры сельскохозяйственных предприятий;

*производственно-технологическая деятельность:*

- эффективное использование сельскохозяйственной техники и технологического оборудования для производства и первичной переработки продукции растениеводства и животноводства на предприятиях различных организационно-правовых форм;

- применение современных технологий технического обслуживания, хранения, ремонта и восстановления деталей машин для обеспечения постоянной работоспособности машин и оборудования;

- осуществление производственного контроля параметров технологических процессов, контроля качества готовой продукции и оказываемых услуг технического сервиса;

- организация метрологической поверки основных средств измерений для оценки качества производимой, перерабатываемой и хранимой сельскохозяйственной продукции;

- монтаж, наладка и поддержание режимов работы электрифицированных и автоматизированных сельскохозяйственных технологических процессов, машин и установок, в том числе работающих непосредственно в контакте с биологическими объектами;

- техническое обслуживание, ремонт электрооборудования, энергетических сельскохозяйственных установок, средств автоматики и связи, контрольно-измерительных приборов, микропроцессорных средств и вычислительной техники; эксплуатация систем электро-, тепло-, водоснабжения;

- ведение технической документации, связанной с монтажом, наладкой

и эксплуатацией оборудования, средств автоматики и энергетических установок сельскохозяйственных предприятий;

## **2.6. Формируемые компетенции**

В результате освоения вида итоговой аттестации «Защита выпускной квалификационной работы», включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты у выпускника должны быть сформированы следующие компетенции:

УК-1.1. Анализирует задачу, выделяя ее базовые составляющие; осуществляет поиск информации; определяет и ранжирует информацию, требуемую для решения поставленной задачи.

УК-1.2. Проводит оценку информации, ее достоверность, строить логические умозаключения на основании поступающих информации и данных, в том числе с применением философского понятийного аппарата.

УК-1.3. Применяет системный подход для решения поставленных задач.

УК-2.1. Определяет цель проекта и формулирует совокупность задач, решение которых напрямую связано с достижением цели проекта и определяет связи между поставленными задачами и ожидаемыми результатами их решения.

УК-2.2. Проектирует решение конкретной задачи проекта, выбирая оптимальный способ ее решения, исходя из действующих правовых норм и имеющихся ресурсов и ограничений.

УК-2.3. Оценивает решение поставленных задач в зоне своей ответственности в соответствии с запланированными результатами контроля, при необходимости корректирует способы решения задач.

УК-3.1. Понимает эффективность использования стратегии сотрудничества для достижения поставленной цели, определяет свою роль в команде.

УК-3.2. Понимает особенности поведения выделенных групп людей, с которыми работает/взаимодействует, учитывает их в своей деятельности.

УК-3.3. Эффективно взаимодействует с другими членами команды, в т.ч. участвует в обмене информацией, знаниями и опытом, и презентации результатов работы команды.

УК-4.1. Выбирает на государственном и иностранном (-ых) языках коммуникативно приемлемые стиль делового общения, вербальные и невербальные средства взаимодействия с партнерами.

УК-4.2. Использует информационно-коммуникационные технологии при поиске необходимой информации в процессе решения стандартных коммуникативных задач на государственном и иностранном (-ых) языках.

УК-4.3. Ведет деловую переписку, учитывая особенности стилистики официальных и неофициальных писем, в том числе демонстрирует умение выполнять перевод профессиональных текстов с иностранного (-ых) на государственный язык и обратно.

УК-5.1. Находит и использует необходимую для саморазвития и

взаимодействия с другими информацией о культурных особенностях и традициях различных социальных групп.

УК-5.2. Демонстрирует уважительное отношение к историческому наследию и социокультурным традициям различных социальных групп, опирающееся на знание этапов исторического развития России в контексте мировой истории и ряда культурных традиций мира, включая мировые религии, философские и этические учения.

УК-5.3. Конструктивно взаимодействует с людьми с учетом их социокультурных особенностей в целях успешного выполнения профессиональных задач и усиления социальной интеграции.

УК-6.1. Понимает важность планирования перспективных целей собственной деятельности с учетом условий, средств, личностных возможностей, этапов карьерного роста, временной перспективы развития деятельности и требований рынка труда.

УК-6.2. Реализует намеченные цели деятельности с учетом условий, средств, личностных возможностей, этапов карьерного роста, временной перспективы развития деятельности и требований рынка труда.

УК-6.3. Критически оценивает эффективность использования времени и других ресурсов при решения поставленных задач, а также относительно полученного результата.

УК-7.1. Способен поддерживать должный уровень физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности и соблюдает нормы здорового образа жизни.

УК-7.2. Способен использовать основы физической культуры для осознанного выбора здоровые берегающих технологий с учетом внутренних и внешних условий реализации конкретной профессиональной деятельности.

УК-7.3. Поддерживает должный уровень физической подготовленности, включая самоконтроль.

УК-8.1. Обеспечивает безопасные и/или комфортные условия труда на рабочем месте, в т.ч. с помощью средств защиты.

УК-8.2. Выявляет и устраняет проблемы, связанные с нарушениями техники безопасности на рабочем месте.

УК-8.3. Осуществляет действия по предотвращению возникновения чрезвычайных ситуаций (природного и техногенного происхождения) на рабочем месте, в т.ч. с помощью средств защиты.

УК-8.4. Принимает участие в спасательных и неотложных аварийно-восстановительных мероприятиях в случае возникновения чрезвычайных ситуаций.

УК-8.5. Умеет оценивать вероятность возникновения потенциальной опасности и принимать меры по ее предупреждению.

УК-9.1. Понимает базовые принципы функционирования экономики и экономического развития, цели формы участия государства в экономике.

УК-9.2. Критически оценивает экономические последствия действий в различных областях и анализирует информацию, необходимую для принятия

обоснованных экономических решений.

УК-9.3. Имеет опыт применения обоснованных экономических решений.

УК-10.1. Понимает действующее законодательство и нормативные акты в области противодействия коррупции, экстремизму и терроризму; основные понятия, формы и методы предупреждения этих явлений.

УК-10.2. Выявляет признаки коррупционного поведения, проявления экстремистской и террористической идеологии; критически оценивает информацию и ситуации на предмет правовых и этических рисков.

УК-10.3. Принимает решения в соответствии с законом; выражает нетерпимое отношение к правонарушениям и владеет алгоритмами действий при возникновении коррупционных или террористических угроз в профессиональной деятельности.

ОПК-1.1. Использует основные законы математических, естественнонаучных и общепрофессиональных дисциплин для решения типовых профессиональных задач в области агроинженерии.

ОПК-1.2. Способен решать типовые задачи профессиональной деятельности с использованием математического аппарата и современных цифровых технологий, владеет методикой интерпретации результатов, полученных естественнонаучными методами.

ОПК-2.1. Владеет методами поиска и анализа нормативных правовых документов, регламентирующих различные аспекты профессиональной деятельности в области сельского хозяйства.

ОПК-2.2. Соблюдает требования природоохранного законодательства Российской Федерации при работе с энергетическим оборудованием, средствами автоматизации и электрификации сельского хозяйства.

ОПК-2.3. Использует нормативные правовые документы, нормы и регламенты проведения работ в области эксплуатации и ремонта сельскохозяйственной техники и оборудования.

ОПК-2.4. Оформляет специальные документы для осуществления эксплуатации и ремонта энергетического оборудования, средств автоматизации и электрификации сельского хозяйства.

ОПК-3.1. Проводит идентификацию опасностей и оценку рисков на производственных объектах.

ОПК-3.2. Создает безопасные условия труда, обеспечивает проведение профилактических мероприятий по предупреждению производственного травматизма и профессиональных заболеваний.

ОПК-4.1. Осуществляет поиск, подбор и технико-экономическое обоснование выбора современных технологий для решения конкретных профессиональных задач.

ОПК-4.2. Способен проводить оценку эффективности и безопасности внедренных технологий.

ОПК-5.1. Участвует в проведении и оформлении результатов экспериментальных исследований в профессиональной деятельности.

ОПК-5.2. Использует средства и методы работы с нормативно-техническими, библиографическими и архивными источниками.

ОПК-5.3. Использует методологию анализа данных экспериментальных исследований в профессиональной деятельности.

ОПК-6.1. Демонстрирует базовые знания экономики в сфере сельскохозяйственного производства.

ОПК-6.2. Определяет экономическую эффективность применения технологий и средств механизации сельскохозяйственного производства.

ОПК-6.3. Владеет методами организации, планирования и управления ресурсами предприятия.

ОПК-7.1. Понимает принципы работы современных информационных технологий в профессиональной деятельности и использует их для решения задач в профессиональной деятельности.

ОПК-7.2. Использует программно-технические средства обработки данных в профессиональной деятельности.

ОПК-7.3. Пользуется специальными программами и базами данных при разработке и расчете оборудования, средств механизации сельского хозяйства.

ПК-1.1. Владеет способами проведения монтажа и наладки оборудования и приборов.

ПК-1.2. Владеет методами проведения электрических измерений, оценки технического состояния используемого оборудования и приборов.

ПК-1.3. Участвует в проведении лабораторных работ исследовательского характера по общепринятым методикам.

ПК-1.4. Осуществляет планирование и контроль деятельности по эксплуатации энергетического и электротехнического оборудования.

ПК-1.5. Способен организовывать техническое обслуживание и ремонт энергетического и электротехнического оборудования предприятий, организаций и учреждений.

ПК-2.1. Выполняет анализ материалов для эскизного, технического и рабочего проектов (ревизия, выявление несоответствий, оценка совместимости).

ПК-2.2. Выполняет расчеты проектов автоматизированной системы управления технологическими процессами с использованием инструментов моделирования.

ПК-2.3. Оформляет документацию проектов автоматизированной системы управления технологическими процессами.

ПК-3.1. Проводит анализ сведений для документации технического задания (сбор и классификация функциональных, технических, эксплуатационных требований).

ПК-3.2. Анализирует информацию о существующих технических решениях, аналогичных разработке (бенчмаркинг по архитектурам, протоколам, энергоэффективности и стоимости).

ПК-3.3. Разрабатывает комплект конструкторской документации (электрические схемы, чертежи шкафов, спецификации) в CAD/CAE-средах с

экспортом в машиночитаемые форматы (AML).

ПК-4.1. Выполняет сравнительный анализ существующих автоматизированных систем управления технологическими процессами.

ПК-4.2. Разрабатывает конструкторскую документацию для проектного решения автоматизированной системы управления технологическими процессами.

ПК-4.3. Выполняет оптимизацию оборудования для автоматизированных систем управления технологическими процессами.

ПК-5.1. Разрабатывает простые узлы, блоки систем электрификации и автоматизации.

ПК-5.2. Разрабатывает проектные решения отдельных частей систем электрификации и автоматизации.

ПК-6.1. Применяет сквозные цифровые технологии и искусственный интеллект для решения профессиональных задач.

### **3. ФОРМЫ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ**

Государственная итоговая аттестация включает в себя проведение государственного аттестационного испытания, в виде подготовки и защиты выпускной квалификационной работы бакалавра.

Вид выпускной квалификационной работы бакалавра – дипломный проект.

### **4. СОДЕРЖАНИЕ И ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ЗАЩИТЫ ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ**

Объем государственной итоговой аттестации составляет 6 зачетных единиц.

Сроки проведения государственной итоговой аттестации в форме защиты выпускной квалификационной работы (ВКР) установлены учебным планом основной профессиональной образовательной программы.

Выпускающий факультет по программе подготовки 35.03.06 - Агроинженерия для профиля «Интеллектуальные машины и оборудование в АПК» – инженерный.

Перечень тем выпускных квалификационных работ бакалавра формируется руководителем основной профессиональной образовательной программы, деканатом инженерного факультета и доводится до сведения обучающихся.

Руководитель выпускной квалификационной работы бакалавра назначается из числа профессоров, доцентов, ведущих преподавателей инженерного факультета по заявлению студента и согласованию с руководителем основной профессиональной образовательной программы. Руководителями выпускных квалификационных работ, выполняемых по целевому заданию сельскохозяйственных предприятий всех форм собственности, могут быть назначены высококвалифицированные специалисты этих предприятий, имеющие высшее инженерное образование по сельскохозяйственному профилю и большой производственный опыт. За одним руководителем может быть закреплено в год не более восьми обучающихся бакалавриата выпускного курса.

Время, выделяемое руководителям выпускных квалификационных работ бакалавра на руководство, устанавливается в соответствии с принятыми в ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ нормами времени.

Руководитель выпускной квалификационной работы бакалавра является и консультантом основной части. Для выпускных квалификационных работ, выполняемых по целевому заданию сельскохозяйственных предприятий всех форм собственности, приказом декана инженерного факультета может быть назначен консультант из числа руководителей этого предприятия.

Перед началом производственной практики обучающиеся бакалавриата третьего курса в соответствии с представлением руководителя основной профессиональной образовательной программы предварительно закрепляются за преподавателями, как за руководителями выпускной квалификационной работы бакалавра. Обучающиеся, отбывающие на практику, обсуждают возможные темы работ, с учетом мест производственной практики и тематики исследований факультета. После производственной практики (в течение 7-го семестра) обучающиеся окончательно определяются с темами и руководителями выпускной квалификационной работы бакалавра. На основании заявлений обучающегося с визами руководителя выпускной квалификационной работы бакалавра и руководителя основной профессиональной образовательной программы деканат формирует приказ о закреплении тем и руководителей.

В соответствии с темой руководитель ВКР бакалавра выдает обучающемуся задание на выпускную квалификационную работу бакалавра, которое утверждается руководителем основной профессиональной образовательной программы, и определяет вопросы по сбору необходимого дополнительного материала в период подготовки выпускной квалификационной работы. Учитывая сложность инженерных задач, темы и конструкторские разработки для выпускной квалификационной работы могут быть предложены обучающимся в период работы над курсовыми проектами по специальным дисциплинам.

Процесс выполнения выпускной квалификационной работы бакалавра должен содержать следующие этапы:

1. Обзор, систематизация и анализ литературных источников и патентов на изобретения по теме работы, обоснование темы выпускной квалификационной работы.
2. Выполнение необходимых расчетов, усовершенствование или разработка конструкции сельскохозяйственной машины, оборудования или их рабочих органов в соответствии с выбранной технологией.
3. Разработка мероприятий по безопасным методам работы применительно к проектируемой машине, оборудованию, технологии.
4. Определение технико-экономических показателей разработки.
5. Подготовка окончательного варианта расчетно-пояснительной записки и выполнение необходимых чертежей.
6. Проверка всех материалов на соответствие ГОСТам (нормоконтроль).
7. Проверка готовой работы на объем заимствования в системе «Антиплагиат».
8. Получение в письменной форме отзыва руководителя.
9. Предзащита с участием руководителя работы, руководителя основной профессиональной образовательной программы и преподавателей инженерного факультета.

10. Получение допуска к защите от руководителя основной профессиональной образовательной программы.

12. Передача работы в государственную экзаменационную комиссию для защиты в соответствии с установленным расписанием защиты ВКР.

Ответственность за своевременное выполнение выпускной квалификационной работы бакалавра в установленном объеме, принятые технические решения, правильность всех вычислений и оформления несет обучающийся – автор выпускной квалификационной работы.

За соответствие выпускной квалификационной работы бакалавра тематике научных исследований факультета / университета и актуальность ответственность несет руководитель основной профессиональной образовательной программы.

По завершению выполнения выпускной квалификационной работы бакалавра руководитель ВКР составляет письменный отзыв о работе обучающегося – автора и назначает дату предварительной защиты выпускной квалификационной работы бакалавра. В отзыве руководитель отмечает уровень подготовленности обучающегося к самостоятельной работе, проявленную обучающимся инициативу, его отношение к выполнению полученного задания, творческую активность, личный вклад обучающегося в разработку оригинальных технических решений, умение решать инженерные задачи, работать с технической литературой.

Выпускные квалификационные работы бакалавра, выполненные по заявкам предприятий, должны иметь отзыв предприятия (заверенный печатью) с оценкой качества выполнения и возможности внедрения разработок в производство.

Подписанная руководителем и консультантами выпускная квалификационная работа направляется на нормоконтроль.

Руководитель основной профессиональной образовательной программы на основании предварительной защиты решает вопрос о допуске обучающегося к защите на заседании государственной экзаменационной комиссии.

Если обучающийся не допускается к защите ВКР (этот вопрос решается на заседании совета факультета с участием руководителя), то протокол заседания представляется в деканат.

Выпускная квалификационная работа и отзыв руководителя передаются руководителем основной профессиональной образовательной программы в деканат инженерного факультета для защиты не позднее, чем за два дня до ее защиты.

Выпускная квалификационная работа и отзыв руководителя передаются деканатом в государственную экзаменационную комиссию для защиты в сроки, установленные расписанием государственных аттестационных испытаний – защиты выпускной квалификационной работы.

При необходимости передачи материалов выпускной квалификационной работы бакалавра предприятию, с их снимается копия и составляется акт передачи.

Процедура защиты выпускной квалификационной работы включает в себя:

- представление секретарем государственной экзаменационной комиссии выпускной квалификационной работы обучающегося;
- краткое изложение обучающимся материалов в виде доклада членам государственной экзаменационной комиссии с представлением графического и (или) презентационного, и (или) наглядного материалов в течении 10...15 минут;
- ответы на вопросы членов государственной экзаменационной комиссии, определяющих уровень компетентности обучающегося (5...10 минут);
- предоставление присутствующим на защите выпускной квалификационной работы возможности задать вопросы по теме работы, т.к. защита выпускной квалификационной работы является публичной;
- представление секретарем государственной экзаменационной комиссии отзыва руководителя выпускной квалификационной работы обучающегося;
- предоставление слова обучающемуся по завершению процедуры защиты выпускной квалификационной работы.

По завершении государственного аттестационного испытания – защиты ВКР государственная экзаменационная комиссия на закрытом заседании обсуждает ее результаты, ответы и пояснения обучающегося и выставляет ему коллегиально принятую простым большинством голосов состава комиссии, участвующих в заседании, итоговую оценку, руководствуясь критериями выставления оценок по результатам защиты ВКР.

Итоговая оценка по результатам защиты ВКР сообщается обучающемуся в этот же день и оформляется протоколом государственного аттестационного испытания.

#### **4.1 Требования к ВКР, порядку ее выполнения**

Выпускная квалификационная работа бакалавра выполняется в соответствии с заданием и предполагает изучение и анализ материала по литературным и другим источникам (учебным пособиям, монографиям, нормативным документам, описаниям изобретений и патентов, периодическим изданиям, компьютерным базам данных и др.). Выпускная квалификационная работа бакалавра состоит из расчетно-пояснительной записки (ПЗ) и графической части.

Рекомендуемый объем ПЗ (без приложений) ВКР бакалавра составляет 40...60 страниц компьютерного набора (шрифт Times New Roman, размер 14, интервал полуторный).

Графический материал необходимо органически увязывать с содержанием расчетно-пояснительной записки, он должен в наглядной форме иллюстрировать основные положения анализа объектов, технологических и конструкторских решений. Объем графического материала должен составлять пять листов формата А1, в том числе, не менее трех листов по тематике конструкторской разработки. Один лист формата А1 должен быть посвящен актуальности и обоснованию темы, ее значимости (ориентировочно 50% (формат А2)) и достигнутым технико-экономическим показателям (ориентировочно 50% (формат А2)). Общая структура графической части определяется автором выпускной квалификационной работы бакалавра и его руководителем.

## **4.2 Структура расчетно-пояснительной записки**

Расчетно-пояснительная записка к выпускной квалификационной работе бакалавра должна раскрывать принятую тему; содержать необходимые сведения для обоснования актуальности работы; цели и задачи выпускной квалификационной работы бакалавра, описания принятых технологических и конструкторских решений и мероприятий; методов исследований, проведенных экспериментов; соответствующие расчеты, анализ результатов, технико-экономическую оценку сравниваемых вариантов; выводы; необходимые иллюстрации (графики, эскизы, диаграммы, схемы, фотографии) и таблицы.

Расчетно-пояснительная записка включает:

- титульный лист;
- задание на выпускную квалификационную работу бакалавра;
- отзыв руководителя;
- ведомость ВКР;
- аннотацию;
- содержание;
- введение;
- основную часть (структурированную по разделам и подразделам в соответствии с заданием на ВКР);
- заключение;
- список использованных источников;
- приложения.

Наименование темы ВКР бакалавра, указанное на титульном листе, а также в остальных текстовых и графических материалах ВКР, должно совпадать с наименованием, утвержденным приказом ректора. После подписания приказа ректором, изменение темы ВКР бакалавра не допускается.

Задание на ВКР бакалавра выдает руководитель, который определяет круг вопросов, подлежащих разработке в соответствии с темой. В задании также указываются консультанты по соответствующим разделам. Консультант, при необходимости, дополняет задание для лучшего раскрытия

темы. Календарный план заполняется при выдаче задания с указанием сроков выполнения отдельных разделов.

В ведомости выпускной квалификационной работы необходимо перечислить сначала текстовые, а затем графические материалы в соответствии с ГОСТ 2.106-96.

Перечисление графических материалов дается с указанием обозначения листа чертежа и названия в основной надписи. Последовательность записи графического материала приведена в ГОСТ 2.106-96.

Аннотация должна содержать: сведения об объеме ВКР (количество страниц, иллюстраций и таблиц), перечень ключевых слов и текст.

Текст аннотации должен быть предельно лаконичным и информативным. Он должен содержать:

- задачи и цели квалификационной работы;
- актуальность, новизну и эффективность;
- выводы, рекомендации по использованию результатов работы в производстве, научных исследованиях, учебном процессе.

В содержание пояснительной записки включаются:

- введение;
- обозначение и наименование всех разделов, подразделов, пунктов (если они имеют наименование);
- заключение;
- список использованных источников;
- все приложения (при их наличии) с указанием присвоенных им обозначений и наименований.

Слово «Содержание» записывают в виде заголовка (симметрично тексту) с прописной буквы. Наименования, включенные в содержание, записывают строчными буквами, начиная с прописной буквы. В крайних правых позициях строк указываются номера страниц, на которых размещается начало соответствующего материала. Не включают в содержание титульный лист, задание, рецензию, отзыв, ведомость ВКР, аннотацию.

Во введении должны быть отражены следующие моменты:

- актуальность темы квалификационной работы, ее происхождение;
- цель проектирования и задачи, которые необходимо решить для ее реализации;
- обоснование структуры ВКР;
- основные методы исследования, источники информации;
- краткое перечисление основных результатов, полученных в ходе проектирования и выносимых на защиту.

Содержание основной части пояснительной записки зависит от специфики темы ВКР. Основная часть пояснительной записки ВКР бакалавра, как правило, должна содержать следующие разделы: обоснование темы ВКР бакалавра на базе анализа отечественного и зарубежного опыта

(10% объема расчетно-пояснительной записки), технологическая часть с рассмотрением нескольких вариантов решений (35 % объема), конструкторская часть (35 % по объему) с обязательным подразделом по электробезопасности, применительно к предлагаемой разработке, экономическая часть (15%). Каждый раздел оканчивается выводами, в которых кратко излагают полученные результаты.

Заключение (5% от объема пояснительной записки) основывается на выводах по разделам, отражает сущность выполненной работы, содержит ответы на поставленные задачи, оценку полученных результатов и рекомендации производству. Если определение технико-экономической эффективности невозможно, необходимо указать народнохозяйственную, научную, социальную значимость работы. Общие выводы должны быть четко сформулированы, иметь цифровое выражение и быть понятными без чтения основного текста пояснительной записки.

Список использованных источников должен содержать сведения об источниках, использованных при выполнении ВКР, и на которые сделаны ссылки в основной части работы. Сведения об источниках приводятся в соответствии с требованиями ГОСТ 7.1-2003, ГОСТ 7.80-2000, ГОСТ 7.82-2001.

Список использованных источников составляется в порядке появления ссылок на источники в тексте пояснительной записки, источники нумеруются арабскими цифрами с точкой и печатаются с абзацного отступа.

В приложения рекомендуется включать материалы, которые по каким-либо причинам не могут быть включены в основную часть. В тексте на все приложения должны быть даны ссылки. Приложения делятся на обязательные и информационные. Информационные приложения имеют рекомендательный или справочный характер и могут включать в себя:

- материалы, дополняющие ВКР бакалавра;
- промежуточные математические доказательства, формулы и расчеты;
- таблицы, иллюстрации вспомогательного характера;
- акты внедрения, протоколы испытаний;
- описания задач, решаемых на ЭВМ;
- описания патентов и др.

Обязательными приложениями являются спецификации, перечни элементов схем, экспликации помещений и перечни оборудования и другие текстовые документы, выполненные в соответствии с требованиями ЕСКД к графической части ВКР. Объем приложений не ограничивается.

### **4.3 Основные разделы пояснительной записки и их примерное содержание**

#### **4.3.1 Обоснование темы выпускной квалификационной работы**

Первый раздел основной части ВКР содержит литературный обзор и посвящен раскрытию теоретических и практических положений избранной темы выпускной квалификационной работы. На основе изучения публикаций отечественных и зарубежных авторов излагается сущность исследуемой проблемы, рассматриваются различные подходы к ее решению, а также дается их критическая оценка с позиций студента. Результаты анализа и обоснование темы, в виде таблиц, диаграмм, графиков, обязательно представляются в графической части работы.

Если ВКР выполняется по заказу какого-либо предприятия, то раздел может называться «Анализ производственной деятельности предприятия и обоснование темы ВКР». Тогда здесь приводится производственная характеристика предприятия, анализируется состояние производства, техники или технологий. Результаты анализа излагаются в виде таблиц с пояснениями, а в графической части работы - представляются в виде диаграмм или графиков. Для отражения динамики показателей анализ необходимо проводить не менее чем за три последних года. В зависимости от темы ВКР, описываются условия, для которых ведется проектирование. Вместе со специалистами предприятия устанавливаются причины выявленных недостатков и намечаются пути для их устранения. Эти данные являются основным материалом при разработке конкретных рекомендаций для предприятия, модернизации отдельных устройств, реконструкций, составлению бизнес-плана и т.д. В этом же разделе могут быть приведены бизнес-справка о предприятии, а также результаты маркетинговых исследований.

В результате проведенного анализа формулируются конкретные цели и задачи работы.

#### **4.3.2 Технологическая часть**

В зависимости от темы выпускной квалификационной работы бакалавра технологическая часть содержит решения ключевых электротехнологических, электротехнических, организационно-управленческих, экспериментальных и проектно-технологических задач с акцентом на применение электрооборудования и средств автоматизации в агропромышленном комплексе.

Для работ, ориентированных на электрификацию и автоматизацию технологических процессов в растениеводстве, в этой части разрабатывается система электроснабжения участка или объекта, обосновывается выбор электрооборудования (электродвигателей, пускозащитной аппаратуры, шкафов управления и т. п.), рассчитывается электрическая нагрузка и

подбирается сечение кабелей и защитных аппаратов. Приводится схема электроснабжения (однолинейная или принципиальная), разрабатывается схема автоматизации и управления технологическим процессом, выполняется расчёт и выбор датчиков, исполнительных механизмов, средств контроля и регулирования. В составе технологической документации формируется карта наладки и ввода в эксплуатацию электрооборудования, а также операционная карта на типовую операцию обслуживания или контроля параметров.

Если работа посвящена вопросам электрификации и автоматизации в животноводстве, то в разделе могут быть представлены: расчёт электрических нагрузок фермы или отдельного производственного помещения; обоснование системы электроснабжения и схемы распределения электроэнергии; расчёт и выбор электрооборудования для систем микроклимата (вентиляция, отопление, освещение, ионизация, ультрафиолетовое облучение и т. д.); проектирование системы управления микроклиматом на базе средств автоматизации; расчёт освещённости точечным или иным методом с подбором светильников и источников света; расчёт энергопотребления и оценка энергоэффективности предлагаемых решений; обоснование выбора электрооборудования для технологических линий (кормление, навозоудаление, доение и др.) с учётом режимов работы и требований электробезопасности; разработка мероприятий по молниезащите, заземлению и защите от поражения электрическим током; определение потребности в электроэнергии, топливе и ресурсах на годовой цикл эксплуатации.

В работах, связанных с эксплуатацией, диагностикой и ремонтом электрооборудования, в технологической части разрабатывается прогрессивная технология технического обслуживания и ремонта электроустановок, система планово-предупредительных ремонтов (ППР) и диагностики состояния оборудования. Выбираются и обосновываются методы и средства диагностики (тепловизионный контроль, измерение сопротивления изоляции, анализ параметров работы электродвигателей и т. п.), подбирается метрологическое и испытательное оборудование. Рассчитываются трудоёмкость работ, численность персонала, количество рабочих мест и необходимое оборудование; определяются площади и планировка электроремонтного участка или мастерской, компоновка стендов и испытательных установок. Проектируются системы энергообеспечения участка (электроснабжение, освещение, вентиляция, отопление), а также транспортно-логистические решения для перемещения оборудования и материалов.

В рамках технологической части может быть выделена исследовательская составляющая – как теоретическая, так и экспериментальная. Она включает постановку задачи исследования, выбор и обоснование методики, описание экспериментальной установки или программного инструментария (например, моделирование в

специализированных средах, расчёт в CAD/CAE-системах). Результаты исследований представляются в виде таблиц, графиков, аналитических зависимостей, статистических оценок параметров, диаграмм распределения нагрузок, карт тепловых полей (при тепловизионном обследовании) и иных наглядных материалов. Обязательными элементами являются анализ полученных данных, сопоставление расчётных и экспериментальных значений, оценка погрешностей и формулирование выводов, подтверждающих эффективность предложенных технических решений.

#### **4.3.3 Конструкторская часть**

Конструкторская часть должна быть увязана с технологической частью и направлена на инженерное решение по модернизации серийных электроустановок, средств автоматизации и систем управления, по разработке новых электротехнических устройств, шкафов управления, стендов для диагностики, испытательных установок либо по проектированию систем электроснабжения и освещения. Разработки должны вестись на основе анализа опыта эксплуатации электрооборудования в АПК, результатов исследований, а также с учётом требований нормативных документов (ПУЭ, ПТЭЭП, ГОСТ, СП) и экономической целесообразности.

**Содержание конструкторской части.** Анализ существующих технических решений по теме разработки (серийные шкафы управления, станции плавного пуска, системы освещения, устройства защиты и т. п.) с выявлением недостатков по надёжности, энергоэффективности, удобству обслуживания и безопасности. Желательно сопроводить раздел результатами патентного поиска по ключевым техническим решениям, относящимся к разрабатываемому узлу или системе.

Обоснование конструктивных и схемных особенностей предлагаемого варианта: выбор структуры системы (централизованная/распределённая), типа силовой и управляющей схемы, элементной базы (автоматические выключатели, контакторы, преобразователи частоты, контроллеры, датчики), способов коммутации и защиты. Приводится описание принципа работы устройства или системы, правил монтажа, наладки и эксплуатации, включая взаимодействие с технологическим оборудованием и условия срабатывания защит.

Электротехнические и технологические расчёты, в том числе:

- расчёт электрических нагрузок и выбор номинальных параметров оборудования;
- проверка оборудования на термическую и динамическую стойкость, на отключающую способность при токах короткого замыкания;
- расчёт и выбор кабелей и проводов по допустимому нагреву и потере напряжения;
- расчёт уставок защит (токовых, тепловых, дифференциальных) и согласование характеристик срабатывания;
- расчёт освещённости (точечным методом, методом

коэффициента использования и др.) с подбором светильников и источников света;

- определение показателей энергоэффективности (удельное энергопотребление, коэффициент мощности, потери энергии) и обоснование энергосберегающего эффекта от внедрения разработки;
- оценка уровня стандартизации и унификации применяемых изделий, а также совместимости с существующими системами предприятия.
- Расчёты, связанные с безопасностью и надёжностью:
- расчёт заземляющего устройства и проверка сопротивления растеканию тока;
- расчёт молниезащиты здания или площадки размещения оборудования;
- обоснование класса защиты оболочек (IP) и категории размещения оборудования по условиям окружающей среды;
- расчёты по обеспечению электромагнитной совместимости (ЭМС) при применении преобразователей частоты и микропроцессорных устройств.

Для электротехнических разработок прочностные расчёты выполняются только для несущих конструкций (корпуса шкафов, стойки, монтажные рамы, кронштейны крепления светильников и т. п.), если это обосновано условиями эксплуатации (ветровые, снеговые, вибрационные нагрузки). В остальных случаях акцент делается на электротехнические и тепловые расчёты, а также на проверку термической стойкости токоведущих частей.

**Графическая и иллюстративная часть.** Конструкторская часть должна быть хорошо проиллюстрирована и содержать:

- однолинейную схему электроснабжения объекта либо принципиальную электрическую схему разрабатываемого устройства/системы;
- схему автоматизации и управления (функциональную и/или алгоритмическую);
- общий вид конструкции (шкафа, стенда, монтажного узла) с габаритными и установочными размерами;
- чертежи и схемы ответственных узлов (например, монтажная панель шкафа, узел крепления светильника, схема заземления);
- компоновочные решения (размещение оборудования в помещении, трассы прокладки кабелей, план освещения).

Для обеспечения современного уровня проектирования необходимо использовать компьютерные технологии: САПР (AutoCAD, Компас-3D и др.) для чертежей, специализированные программы для электрических расчётов и светотехнических расчётов, среды моделирования (например, для имитации работы системы управления).

**Подраздел по безопасности жизнедеятельности и экологичности.** Обязательным в конструкторской части является разработка вопросов,

связанных с безопасностью жизнедеятельности и экологичностью. Материал представляется в виде отдельного подраздела, который может содержать:

- инструкцию по работе с предлагаемой конструкцией (порядок включения/отключения, проверки исправности, действий при авариях);
- перечень опасных и вредных производственных факторов при эксплуатации и обслуживании устройства;
- мероприятия по охране труда (организация рабочего места, применение средств индивидуальной защиты, блокировка ошибочных операций);
- расчёт заземления оборудования и обоснование мер защиты от поражения электрическим током (зануление, УЗО, двойная изоляция и т. д.);
- расчёт средств молниезащиты и обоснование их параметров;
- санитарно-гигиенические требования к освещённости, пульсации светового потока, коэффициенту дискомфорта;
- предложения по обращению с отходами (утилизация ламп, аккумуляторов, электронных компонентов), а также по снижению электромагнитного воздействия на персонал и окружающую среду.

Если предлагаемые мероприятия по безопасности жизнедеятельности касаются непосредственно технологии применения электрооборудования (режимы работы, блокировки, аварийные алгоритмы), то подраздел размещают в технологической части. Все предлагаемые в подразделе мероприятия должны быть увязаны с темой ВКР и носить конкретный характер – с указанием нормативных ссылок, расчётных значений и технических решений.

#### **4.3.4 Экономическая часть**

Раздел содержит экономическое обоснование проектных предложений по внедрению или модернизации электрооборудования, систем электроснабжения, автоматизации и электротехнологий. В нём даётся сравнительный анализ по технико-экономическим показателям базового и проектируемого вариантов с акцентом на энергопотребление, эксплуатационную надёжность, электробезопасность и энергоэффективность. Расчёты выполняются с применением методик определения экономической эффективности технических решений в АПК, включая оценку энергосберегающего эффекта. Желательно указать возможные источники финансирования реализации проектных предложений (собственные средства предприятия, кредитные линии, лизинг, меры господдержки и др.).

**Примерная структура раздела.** Исходные данные по базе сравнения и предлагаемому варианту. За базу сравнения принимаются:

- при разработке новой системы электроснабжения, освещения, автоматизации — лучшие отечественные и зарубежные технические решения либо типовые проектные решения, применяемые на аналогичных объектах АПК;
- при модернизации электроустановки, шкафа управления,

системы освещения — исходное оборудование до модернизации (с указанием паспортных характеристик, срока службы, показателей надёжности и энергопотребления);

- при выборе электрооборудования (преобразователей частоты, светильников, устройств защиты и пр.) — альтернативные варианты в сопоставимом ценовом сегменте с учётом условий эксплуатации в сельском хозяйстве;

- при проектировании электроремонтного участка или испытательной установки — существующая инфраструктура предприятия и рекомендуемые типовые решения.

**Расчёт затрат.** Выполняется с обязательным определением:

- единовременных затрат (капитальных вложений) — стоимость электрооборудования и материалов, затраты на монтаж и наладку, стоимость проектных работ, транспортные расходы, резерв на непредвиденные работы. При расчёте капитальных вложений указываются возможные источники финансирования и варианты приобретения (покупка, лизинг);

- текущих (эксплуатационных) затрат — расходы на электроэнергию (с учётом тарифов по зонам суток и категории потребителя), техническое обслуживание и планово-предупредительные ремонты, расходные материалы, заработную плату обслуживающего персонала, потери от простоев из-за отказов электрооборудования. Для систем с преобразователями частоты, светодиодным освещением, автоматизацией отдельно учитывается снижение энергопотребления и увеличение межремонтных интервалов.

**Выходные показатели.** В число показателей, отражаемых в расчётах и (при необходимости) в графической части, включаются:

- текущие издержки (себестоимость эксплуатации) по базовому и проектируемому вариантам, в том числе затраты на электроэнергию, обслуживание, расходные материалы и заработную плату;

- экономия (или перерасход) энергоресурсов в натуральном (кВт·ч, Гкал и пр.) и стоимостном выражении;

- удельная энергоёмкость технологического процесса до и после внедрения решения;

- потребность в обслуживающем персонале (чел.), трудозатраты (чел.-ч), производительность труда с учётом автоматизации операций;

- показатели эффективности капитальных вложений: экономический эффект (годовой и за расчётный период), фактический коэффициент эффективности капитальных вложений, срок окупаемости дополнительных капитальных вложений;

- дополнительные показатели: удельная материалоёмкость и степень унификации электрооборудования, коэффициент мощности ( $\cos \varphi$ ) и его изменение, уровень потерь электроэнергии, показатели надёжности (наработка на отказ, среднее время восстановления), уровень снижения риска аварийных ситуаций и ущерба от них.

Эффективность новых электротехнических решений оценивают по их влиянию на конечные показатели производства: снижение себестоимости за счёт экономии электроэнергии и уменьшения простоев, повышение надёжности электроснабжения и качества технологических процессов, улучшение условий труда и электробезопасности, сокращение затрат на обслуживание.

**Показатели сравнительной оценки экономической эффективности.** Основным показателем эффективности является экономический эффект – разница между стоимостной оценкой результатов и затратами на реализацию проекта.

Дополнительными показателями, позволяющими более полно оценить преимущества или недостатки вариантов, служат:

- стоимостные (стоимость оборудования, эксплуатационные расходы, стоимость жизненного цикла);
- трудовые (численность персонала, трудоёмкость обслуживания, производительность труда);
- энергетические (удельное энергопотребление, потери, коэффициент мощности);
- качественные (надёжность, безопасность, соответствие нормативам, удобство эксплуатации);
- технологические (уровень автоматизации, гибкость управления, возможность интеграции в АСУ ТП).

Для технико-экономической оценки конструкторской разработки (шкафа управления, стенда, системы освещения и пр.) определяют:

- затраты на изготовление или модернизацию конструкции;
- ожидаемую общую экономическую эффективность капитальных вложений и срок окупаемости;
- экономию от снижения затрат электроэнергии и эксплуатационных расходов;
- экономию расходов на заработную плату за счёт автоматизации и сокращения ручных операций;
- удельную материалоемкость конструкции и коэффициент унификации комплектующих;
- показатели надёжности и безопасности, влияющие на снижение рисков и ущерба.

**Особенности бизнес-планирования для электротехнических проектов.** Сельскохозяйственные предприятия при выборе электротехнического оборудования и систем автоматизации оценивают отдачу от вложений с учётом специфики эксплуатации: сезонности, агрессивной среды, требований к бесперебойности электроснабжения. В связи с этим большую помощь оказывают бизнес-планы и бизнес-справки, адаптированные под электротехнические проекты.

В бизнес-план целесообразно включать:

- анализ современного состояния энергохозяйства предприятия и

уровня энергоёмкости технологических процессов;

- анализ рынка электрооборудования и решений по автоматизации, сравнение альтернативных вариантов;
- оценку возможных рисков (технические, эксплуатационные, финансовые, тарифные);
- расчёт экономической эффективности с учётом тарифов на электроэнергию, стоимости обслуживания и прогнозируемого срока службы оборудования;
- производственный и организационный план реализации проекта (этапы внедрения, ответственные, график работ);
- обоснование источников финансирования: собственные средства, кредиты при различных процентных ставках, лизинг электрооборудования, меры государственной поддержки (субсидии, льготные тарифы, программы энергоэффективности);
- предложения по привлечению подрядных организаций для монтажа, наладки и сервисного обслуживания.

Бизнес-план служит основным документом для привлечения инвесторов, получения кредитов или участия в программах господдержки. Он особенно целесообразен при разработке комплексных тем: реконструкции электрохозяйства, внедрении систем автоматизированного управления микроклиматом, модернизации освещения с переходом на энергоэффективные решения, создании электроремонтных участков.

При разработке частных решений (замена светильников, установка устройства плавного пуска, модернизация щита освещения) достаточно составить бизнес-справку, которая содержит краткое описание проблемы, предлагаемого решения, расчёт капитальных и эксплуатационных затрат, оценку экономического эффекта и срока окупаемости, а также перечень нормативных документов, на соответствие которым ориентировано решение.

В расчётах удобно опираться на реальные тарифы на электроэнергию в регионе (в т. ч. по зонам суток), паспортные данные оборудования, нормативы ПУЭ/ПТЭЭП и отраслевые методики оценки энергоэффективности – это повышает достоверность и практическую значимость экономической части ВКР.

#### **4.3.5 Содержание графической части работы**

В графическую часть выносятся основные материалы выпускной квалификационной работы, позволяющие студенту наглядно и аргументированно представить членам ГАК цель работы, принятые технические решения, методику исследований и полученные результаты. Объём графической части – 5 листов формата А1 (допускается компоновка отдельных элементов на формате А2 при обоснованной необходимости).

К графическим документам относятся:

- чертежи (общего вида, сборочные, монтажные, планы размещения оборудования);

- электрические и функциональные схемы (однолинейные, принципиальные, автоматизации, управления);
- диаграммы, графики, таблицы — как наглядные материалы для демонстрации расчётов, результатов моделирования и экспериментальных данных;
- компоновочные решения (трассы прокладки кабелей, планы освещения, размещение щитового оборудования).

**Примерный перечень графического материала с акцентом на электрооборудование и электротехнологии.** Графики и диаграммы, отражающие актуальность темы: динамика энергопотребления объекта за последние 3 года; структура затрат на электроэнергию по технологическим участкам; показатели удельной энергоёмкости; графики загрузки электрических сетей по сезонам/сменам; диаграммы потерь электроэнергии или коэффициента мощности ( $\cos \varphi$ ) — для обоснования необходимости модернизации. Для работ по заказу предприятия — результаты анализа производственной и энергетической деятельности хозяйства.

Анализ существующих технических решений: классификационные схемы типов электрооборудования (щиты управления, светильники, устройства плавного пуска, преобразователи частоты и т. п.) по назначению, мощности, степени защиты; сравнительные диаграммы показателей надёжности, энергоэффективности, стоимости жизненного цикла; патентные схемы аналогов (с выделением ключевых отличий).

Результаты научно-исследовательской работы: графики зависимости параметров (например, освещённости от высоты подвеса,  $\cos \varphi$  от нагрузки, температуры нагрева кабеля от тока); диаграммы распределения электрических нагрузок по участкам; результаты тепловизионного обследования (термограммы с отметками критических зон); графики переходных процессов (пуск электродвигателя, работа защит); таблицы с результатами измерений и расчётов, сопоставление расчётных и экспериментальных значений.

Технологические и эксплуатационные материалы: однолинейная схема электроснабжения объекта; план освещения с привязкой светильников и результатами светотехнического расчёта; схема автоматизации и управления технологическим процессом; карты наладки и типовых операций обслуживания электрооборудования; графики планово-предупредительных ремонтов и распределения трудозатрат.

Конструкторская документация: чертёж общего вида шкафа управления/щита/стенда; сборочный чертёж ответственного узла (монтажная панель, узел крепления, кабельный ввод); рабочие чертежи оригинальных деталей (кронштейны, кожухи, монтажные пластины и пр.); компоновочный чертёж размещения оборудования в помещении или на площадке; трасса прокладки кабельных линий с указанием сечений и способов прокладки.

Технико-экономические показатели: диаграммы сравнения капитальных и эксплуатационных затрат базового и проектируемого

вариантов; графики экономии электроэнергии и срока окупаемости; столбчатые диаграммы удельной энергоёмкости, материалоёмкости, показателей унификации; таблицы с выходными экономическими показателями (экономический эффект, коэффициент эффективности, срок окупаемости).

**Примерное распределение листов графической части по разделам работы.**

Лист 1 (А2) – обоснование актуальности и анализ существующего состояния: графики энергопотребления и потерь, диаграммы структуры затрат, классификационные схемы применяемого электрооборудования, сравнительная диаграмма показателей базового варианта.

Лист 1 (А2) – диаграммы и таблицы технико-экономических показателей (затраты, экономия, срок окупаемости, показатели энергоэффективности).

Лист 2 (А1) – технологическая часть: однолинейная схема электроснабжения, план освещения с результатами расчёта, схема автоматизации/управления, карта наладки или типовой операции обслуживания.

Лист 3 (А1) – технологическая часть или результаты исследований и расчётов: графики и диаграммы расчётных и экспериментальных данных, термограммы, таблицы сопоставления параметров, графики переходных процессов или работы защит.

Лист 4,5 (А1) — конструкторская часть (общий вид и компоновка): чертёж общего вида шкафа/стенда/устройства, компоновочный чертёж размещения оборудования, трасса прокладки кабелей или план расстановки светильников с привязкой к нагрузкам.

Приведённое распределение является примерным и может быть скорректировано в соответствии с заданием на ВКР после согласования с руководителем работы и руководителем образовательной программы. Например, при ярко выраженной исследовательской направленности можно выделить отдельный лист под результаты эксперимента, а при акценте на проектирование системы электроснабжения – увеличить долю схем и компоновок.

**Дополнительные демонстрационные материалы.** При необходимости допускается выполнять дополнительные демонстрационные материалы: слайды презентации, фрагменты 3D-моделей, видеоролики работы макета или имитационной модели, скриншоты интерфейсов АСУ ТП. Для каждого члена ГАК необходимо подготовить комплект копий формата А4 со всеми демонстрационными материалами.

**Требования к содержанию и авторству графических материалов.** Графические разработки ВКР должны отражать результаты работы, выполненной студентом самостоятельно либо при его значительном участии. Недопустимо представлять материалы, не содержащие результатов личной работы студента (типовые альбомы, скачанные из интернета схемы без

переработки, автоматически сгенерированные отчёты без авторской интерпретации).

Обязательными для графической части являются:

- однолинейная или принципиальная электрическая схема, отражающая проектное решение;
- чертёж общего вида разрабатываемого электротехнического устройства/шкафа/стенда;
- сборочный чертёж хотя бы одного ответственного узла;
- рабочие чертежи 1–2 оригинальных деталей (если таковые имеются в разработке);
- наглядные материалы (графики, диаграммы, таблицы), подтверждающие расчёты, исследования и экономическую эффективность.

Целесообразно делать упор на схемы, компоновки и графики, которые наглядно показывают эффект от внедрения электротехнических решений: снижение потерь, рост  $\cos \varphi$ , экономию электроэнергии, повышение надёжности и безопасности – это усиливает практическую ценность работы.

## **5 ОСОБЕННОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ В ФОРМЕ ЗАЩИТЫ ВКР ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ**

Для обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья (далее – ОВЗ) ГИА в форме защиты ВКР проводится с учетом особенностей их психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья.

При проведении ГИА в форме защиты ВКР обеспечивается соблюдение следующих общих требований:

- проведение процедуры защиты ВКР для обучающихся из числа инвалидов и лиц с ОВЗ в одной аудитории совместно с обучающимися, не являющимися инвалидами и лицами с ОВЗ, если это не создает трудностей для обучающихся из числа инвалидов и лиц с ОВЗ и иных обучающихся при защите ВКР;

- присутствие в аудитории ассистента (ассистентов), оказывающего обучающимся из числа инвалидов и лиц с ОВЗ необходимую техническую помощь с учетом их индивидуальных особенностей (занять рабочее место, передвигаться, общаться с председателем и членами ГЭК);

- пользование необходимыми обучающимся из числа инвалидов и лиц с ОВЗ техническими средствами при защите ВКР с учетом их индивидуальных особенностей;

- обеспечение возможности беспрепятственного доступа обучающихся из числа инвалидов и лиц с ОВЗ в аудитории, туалетные и другие помещения, а также их пребывания в указанных помещениях.

Программа ГИА (программа защиты ВКР) доводится до сведения обучающихся из числа инвалидов и лиц с ОВЗ в доступной для них форме.

Форма проведения процедуры защиты ВКР для обучающихся из числа инвалидов и лиц с ОВЗ устанавливается с учетом индивидуальных психофизических особенностей (устно, письменно на бумаге, письменно на компьютере).

Для проведения процедуры защиты ВКР для обучающихся из числа инвалидов и лиц с ОВЗ применяются фонды оценочных средств, адаптированные для таких обучающихся и позволяющие оценить достижение ими запланированных в образовательной программе результатов обучения и уровень сформированности всех компетенций, заявленных в образовательной программе.

По письменному заявлению обучающегося из числа инвалидов и лиц с ОВЗ продолжительность выступления обучающегося при защите ВКР может быть увеличена не более чем на 15 минут по отношению к продолжительности, установленной для здоровых обучающихся.

В зависимости от индивидуальных особенностей обучающихся из числа инвалидов и лиц с ОВЗ университет обеспечивает выполнение следующих требований при проведении процедуры защиты ВКР:

а) для слепых:

задания и иные материалы для подготовки и защиты ВКР оформляются рельефно-точечным шрифтом Брайля или в виде электронного документа, доступного с помощью компьютера со специализированным программным обеспечением для слепых, либо зачитываются ассистентом;

– письменные задания могут выполняться обучающимися на бумаге рельефно-точечным шрифтом Брайля или на компьютере со специализированным программным обеспечением для слепых, либо надиктовываются ассистенту;

– при необходимости обучающимся предоставляется комплект письменных принадлежностей и бумага для письма рельефно-точечным шрифтом Брайля, компьютер со специализированным программным обеспечением для слепых;

б) для слабовидящих:

– задания и иные материалы для подготовки и защиты ВКР оформляются увеличенным шрифтом;

– обеспечивается индивидуальное равномерное освещение не менее 300 люкс;

– при необходимости обучающимся предоставляется увеличивающее устройство, допускается использование увеличивающих устройств, имеющихся у обучающихся;

в) для глухих и слабослышащих, с тяжелыми нарушениями речи:

– обеспечивается наличие звукоусиливающей аппаратуры коллективного пользования, при необходимости обучающимся предоставляется звукоусиливающая аппаратура индивидуального пользования;

– по их желанию защита ВКР проводится в письменной форме;

г) для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата (тяжелыми нарушениями двигательных функций верхних конечностей или отсутствием верхних конечностей):

– письменные задания выполняются обучающимися на компьютере со специализированным программным обеспечением или надиктовываются ассистенту;

– по их желанию защита ВКР проводится в устной форме.

Программа рассмотрена на методической комиссии инженерного факультета

Протокол №3-25/26 от 27.05.2026 г.

Председатель методической комиссии  Чехунов О.А.

Программа одобрена советом инженерного факультета

Протокол №15-25/26 от 27.05.2026 г.

Декан факультета  А.Н. Макаренко

Руководитель основной профессиональной образовательной программы

 Мануйленко А.Н.