

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
ДОНЕЦКОЙ НАРОДНОЙ РЕСПУБЛИКИ
ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ПРИНЯТО
решением Учёного совета
ГОУВПО «ДОННТУ»



УТВЕРЖДАЮ:

Ректор

А.Я. Аноприенко

протокол № 2 от «31» 03 2023 года «31» 03 2023 года

ПРОГРАММА ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ

Направление подготовки: 15.04.06 «Мехатроника и робототехника»
(код и наименование направления / специальности)
Направленность (профиль): Системы управления
робототехническими комплексами
(наименование профиля / магистерской программы / специализации)
Программа: магистратура
(бакалавриат, магистратура, специалитет)
Форма обучения: очная
(очная, заочная, очно-заочная)

Донецк, 2023г.

Программа выпускной квалификационной работы разработана в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 15.04.06 «Мехатроника и робототехника», утвержденного приказом МОН Российской Федерации от 14.08.2020 №1023, на основании учебного плана основной образовательной программы высшего образования ГОУВПО «ДОННТУ» по направлению подготовки 15.04.06 «Мехатроника и робототехника», направленность (профиль) «Системы управления робототехническими комплексами» для 2023 года приёма по очной форме обучения.

Составители:

1. Заведующий кафедрой
«Электропривод и автоматизация
промышленных установок», к.т.н., доцент  Розкаряка П.И.

2. Доцент кафедры
«Электропривод и автоматизация
промышленных установок», к.т.н., доцент  Борисенко В.Ф.

3. Доцент кафедры
«Электропривод и автоматизация
промышленных установок», к.т.н., доцент  Мирошник Д.Н.

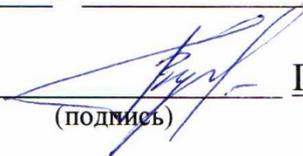
Программа выпускной квалификационной работы **рассмотрена и принята** на заседании кафедры «Электропривод и автоматизация промышленных установок».

Протокол от «07» 03 2023 года № 9.

Заведующий кафедрой  Розкаряка П.И.
(подпись) (Ф.И.О.)

Программа выпускной квалификационной работы **одобрена учебно-методической комиссией** ДОННТУ по направлению подготовки 15.04.06 «Мехатроника и робототехника».

Протокол от «16» 03 2023 года № 4

Председатель  Гусев В.В.
(подпись) (Ф.И.О.)

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Выполнение и защита выпускной квалификационной работы является видом государственной итоговой аттестации и проводится с целью установления соответствия результатов освоения обучающимся основной образовательной программы высшего профессионального образования требованиям Государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования по направлению подготовки 15.04.06 «Мехатроника и робототехника», магистерская программа «Системы управления робототехническими комплексами».

К выполнению и защите выпускной квалификационной работы допускаются обучающиеся, успешно завершившие теоретическое обучение и практическую подготовку в соответствии с основной образовательной программой высшего профессионального образования ГОУВПО «ДОННТУ».

Для программы магистратуры выпускная квалификационная работа выполняется в форме магистерской диссертации.

Трудоемкость выполнения и защиты выпускной квалификационной работы составляет 9 зачётных единиц.

При условии успешной защиты выпускной квалификационной работы выпускнику ГОУВПО «ДОННТУ» присваивается соответствующая квалификация и выдается диплом государственного образца о высшем профессиональном образовании.

2. КОМПЕТЕНЦИИ, ОЦЕНИВАЕМЫЕ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ЗАЩИТЫ ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ

ФГОС ВО и программа магистратуры устанавливает следующие универсальные компетенции (таблица 1).

Таблица 1 – Универсальные компетенции выпускников и индикаторы их достижения

Категория (группа) УК	Код и наименование УК	Код и наименование индикатора достижения УК
Системное и критическое мышление	УК-1. Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, выработать стратегию действий	УК-1.1 Знать: процедуры критического анализа, методики анализа результатов исследования и разработки стратегий проведения исследований, организации процесса принятия решения. УК-1.2 Уметь: принимать конкретные решения для повышения эффективности процедур анализа проблем, принятия решений и разработки стратегий. УК-1.3 Владеть: методами установления причинно следственных связей и определения наиболее значимых среди них; методиками постановки цели и определения способов ее достижения; методиками разработки стратегий действий при проблемных ситуациях.
Разработка и реализация проектов:	УК-2. Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла	УК-2. 1 Знать: методы управления проектами; этапы жизненного цикла проекта. УК-2. 2 Уметь: разрабатывать и анализировать альтернативные варианты проектов для достижения намеченных

Категория (группа) УК	Код и наименование УК	Код и наименование индикатора достижения УК
		<p>результатов; разрабатывать проекты, определять целевые этапы и основные направления работ.</p> <p>УК-2. 3 Владеть навыками: разработки проектов в избранной профессиональной сфере; методами оценки эффективности проекта, а также потребности в ресурсах.</p>
Командная работа и лидерство.	УК-3. Способен организовывать и руководить работой команды, выработывая командную стратегию для достижения поставленной цели	<p>УК-3.1 Знать: методики формирования команд; методы эффективного руководства коллективами.</p> <p>УК-3.2 Уметь: разрабатывать командную стратегию; организовывать работу коллективов; управлять коллективом; разрабатывать мероприятия по личностному, образовательному и профессиональному росту.</p> <p>УК-3.3 Владеть: методами организации и управления коллективом, планированием его действий</p>
Коммуникация	УК-4. Способен применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном(ых) языке(ах), для академического и профессионального взаимодействия	<p>УК-4.1 Знать: современные коммуникативные технологии на государственном и иностранном языках; закономерности деловой устной и письменной коммуникации.</p> <p>УК-4.2 Уметь: применять на практике коммуникативные технологии, методы и способы делового общения.</p> <p>УК-4.3 Владеть: методикой межличностного делового общения на государственном и иностранном языках, с применением профессиональных языковых форм и средств.</p>
Межкультурное взаимодействие.	УК-5. Способен анализировать и учитывать разнообразие культур в процессе межкультурного взаимодействия	<p>УК-5.1 Знать: сущность, разнообразие и особенности различных культур, их соотношение и взаимосвязь.</p> <p>УК-5.2 Уметь: обеспечивать и поддерживать взаимопонимание между обучающимися - представителями различных культур и навыки общения в мире культурного многообразия.</p> <p>УК-5.3 Владеть: способами анализа разногласий и конфликтов в межкультурной коммуникации и их разрешения.</p>
Самоорганизация и саморазвитие (в том числе здоровьесбережение).	УК-6. Способен определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности и способы её совершенствования на основе самооценки.	<p>УК-6.1 Знать: основные принципы профессионального и личностного развития, исходя из этапов карьерного роста и требований рынка труда; способы совершенствования своей деятельности на основе самооценки.</p> <p>УК-6.2 Уметь: решать задачи собственного профессионального и личностного развития, включая задачи изменения карьерной траектории; расставлять приоритеты.</p> <p>УК-6.3 Владеть: способами управления своей познавательной деятельностью и ее совершенствования на основе самооценки и принципов образования в течение всей</p>

Категория (группа) УК	Код и наименование УК	Код и наименование индикатора достижения УК
		жизни.

ФГОС ВО и программа магистратуры устанавливают следующие общепрофессиональные компетенции (таблица 2).

Таблица 2 – Общепрофессиональные компетенции выпускников и индикаторы их достижения

Код и наименование ОПК	Код и наименование индикатора достижения ОПК
ОПК-1. Способен применять естественнонаучные и общепрофессиональные знания, методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности	ОПК-1.1 Знать содержание естественнонаучных и общепрофессиональных дисциплин, методов математического анализа и моделирования, составляющих теоретическую основу модулей профильной подготовки. ОПК-1.2 Уметь применять естественнонаучные и общепрофессиональные дисциплины, методы математического анализа и моделирования для решения производственных задач, относящихся к профессиональной области. ОПК-1.3 Владеть основными методами решения производственных задач, относящихся к профессиональной области с применением естественнонаучных и общепрофессиональных знаний.
ОПК-2. Способен применять основные методы, способы и средства получения, хранения, переработки информации в области машиностроения	ОПК-2.1 Знать основные методы, способы и средства получения, хранения, переработки информации при решении задач в области машиностроения. ОПК-2.2 Уметь применять основные методы, способы и средства получения, хранения, переработки информации при решении задач в области машиностроения. ОПК-2.3 Владеть навыками применения основных методов, способов и средств получения, хранения, переработки информации при решении задач в области машиностроения.
ОПК-3. Способен осуществлять профессиональную деятельность с учетом экономических, экологических, социальных и других ограничений на всех этапах жизненного цикла	ОПК-3.1 Знать экономические, экологические, социальные и другие ограничения на всех этапах жизненного уровня для осуществления профессиональной деятельности. ОПК-3.2 Уметь осуществлять профессиональную деятельность с учетом экономических, экологических, социальных и других ограничений на всех этапах жизненного уровня. ОПК-3.3 Владеть навыками профессиональной деятельности с учетом экономических, экологических, социальных и других ограничений на всех этапах жизненного уровня.
ОПК-4. Способен использовать современные информационные технологии и программные средства при моделировании технологических процессов	ОПК-4.1 Знать принципы работы современных информационных технологий и программные средства при моделировании технологических процессов. ОПК-4.2 Уметь применять современные информационные технологии и программные средства при моделировании технологических процессов. ОПК-4.3 Владеть навыками работы с современными информационными технологиями и программными средствами при моделировании технологических процессов.
ОПК-5. Способен разрабатывать нормативно-техническую документацию, связанную с	ОПК-5.1 Знать нормативно-техническую документацию, связанную с профессиональной деятельностью, с учетом

Код и наименование ОПК	Код и наименование индикатора достижения ОПК
<p>профессиональной деятельностью, с учетом стандартов, норм и правил.</p>	<p>стандартов, норм и правил. ОПК-5.2 Уметь работать с нормативно-технической документацией, связанной с профессиональной деятельностью, с учетом стандартов, норм и правил. ОПК-5.3 Владеть навыками работы с нормативно-технической документацией, связанной с профессиональной деятельностью, с учетом стандартов, норм и правил.</p>
<p>ОПК-6. Способен решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий, документации машиностроительных производств</p>	<p>ОПК-6.1 Знать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий, документации машиностроительных производств. ОПК-6.2 Уметь решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий, документации машиностроительных производств. ОПК-6.3 Владеть навыками решения стандартных задач профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий, документации машиностроительных производств.</p>
<p>ОПК-7. Способен разрабатывать современные экологичные и безопасные методы рационального использования сырьевых и энергетических ресурсов в машиностроении, подготовке машиностроительных производств</p>	<p>ОПК-7.1 Знать: современные экологичные и безопасные методы рационального использования сырьевых и энергетических ресурсов в машиностроении, подготовке машиностроительных производств. ОПК-7.2 Уметь применять современные экологичные и безопасные методы рационального использования сырьевых и энергетических ресурсов в машиностроении, подготовке машиностроительных производств. ОПК-7.3 Владеть навыками применения современных экологичных и безопасных методов рационального использования сырьевых и энергетических ресурсов в машиностроении, подготовке машиностроительных производств.</p>
<p>ОПК-8. Способен оптимизировать затраты на обеспечение деятельности производственных подразделений</p>	<p>ОПК-8.1 Знать методы и способы оценки затрат на обеспечение деятельности производственных подразделений. ОПК-8.2 Уметь - проводить анализ затрат на обеспечение деятельности производственных подразделений. ОПК-8.3 Владеть навыками проведения анализа затрат на обеспечение деятельности производственных подразделений.</p>
<p>ОПК-9. Способен разрабатывать и осваивать новое технологическое оборудование</p>	<p>ОПК-9.1 Знать способы разработки, характеристики, принцип работы нового технологического оборудования. ОПК-9.2 Уметь разрабатывать и осваивать новое технологическое оборудование. ОПК-9.3 Владеть навыками разработки и освоения нового технологического оборудования.</p>
<p>ОПК-10. Способен разрабатывать методики контроля и обеспечения производственной и экологической безопасности на рабочих местах</p>	<p>ОПК-10.1 Знать методы разработки контроля и обеспечения производственной и экологической безопасности на рабочих местах. ОПК-10.2 Уметь разрабатывать методики контроля и обеспечения производственной и экологической безопасности на рабочих местах. ОПК-10.3 Владеть навыками разработки контроля и обеспечения производственной и экологической безопасности на рабочих местах.</p>
<p>ОПК-11. Способен организовать</p>	<p>ОПК-11.1 Знать методы разработки алгоритмов и современные</p>

Код и наименование ОПК	Код и наименование индикатора достижения ОПК
<p>разработку и применение алгоритмов и современных цифровых программных методов расчетов и проектирования отдельных устройств и подсистем мехатронных и робототехнических систем с использованием стандартных исполнительных и управляющих устройств, средств автоматики, измерительной и вычислительной техники в соответствии с техническим заданием, разрабатывать цифровые алгоритмы и программы управления робототехнических систем</p>	<p>цифровые программные методы расчетов и проектирования отдельных устройств и подсистем мехатронных и робототехнических систем с использованием стандартных исполнительных и управляющих устройств, средств автоматики, измерительной и вычислительной техники в соответствии с техническим заданием, цифровые алгоритмы и программы управления робототехнических систем. ОПК-11.2 Уметь организовать разработку и применение алгоритмов и современных цифровых программных методов расчетов и проектирования отдельных устройств и подсистем мехатронных и робототехнических систем с использованием стандартных исполнительных и управляющих устройств, средств автоматики, измерительной и вычислительной техники в соответствии с техническим заданием, разрабатывать цифровые алгоритмы и программы управления робототехнических систем. ОПК-11.3 Владеть навыками организации разработки и применения алгоритмов и современных цифровых программных методов расчетов и проектирования отдельных устройств и подсистем мехатронных и робототехнических систем с использованием стандартных исполнительных и управляющих устройств средств автоматики, измерительной и вычислительной техники в соответствии с техническим заданием, разработки цифровых алгоритмов и программ управления робототехнических систем.</p>
<p>ОПК-12. Способен организовывать монтаж, наладку, настройку и сдачу в эксплуатацию опытных образцов мехатронных и робототехнических систем, их подсистем и отдельных модулей</p>	<p>ОПК-12.1 Знать методику и способы монтажа, наладки, настройки и сдачи в эксплуатацию опытных образцов мехатронных и робототехнических систем, их подсистем и отдельных модулей. ОПК-12.2 Уметь организовывать монтаж, наладку, настройку и сдачу в эксплуатацию опытных образцов мехатронных и робототехнических систем, их подсистем и отдельных модулей. ОПК-12.3 Владеть навыками проведения монтажа, наладки, настройки и сдачи в эксплуатацию опытных образцов мехатронных и робототехнических систем, их подсистем и отдельных модулей.</p>
<p>ОПК-13. Способен использовать основные положения, законы и методы естественных наук и математики при формировании моделей и методов исследования мехатронных и робототехнических систем</p>	<p>ОПК-13.1 Знать основные положения, законы и методы естественных наук и математики при формировании моделей и методов исследования мехатронных и робототехнических систем. ОПК-13.2 Уметь использовать основные положения, законы и методы естественных наук и математики при формировании моделей и методов исследования мехатронных и робототехнических систем. ОПК-13.3 Владеть основными положениями, законами и методами естественных наук и математики при формировании моделей и методов исследования мехатронных и робототехнических систем.</p>
<p>ОПК-14. Способен организовывать и осуществлять профессиональную подготовку по образовательным программам в области машиностроения</p>	<p>ОПК-14.1 Знать методические основы деятельности по профессиональной подготовке и повышению квалификации кадров в области машиностроения; аналитические методы оценки потребности в кадрах. ОПК-14.2 Уметь проводить анализ целесообразности повышения квалификации кадров в подразделении предприятия. ОПК-14.3 Владеть навыками подготовки и проведения занятий в области профессиональной деятельности.</p>

Программа магистратуры устанавливает следующие профессиональные

компетенции (таблица 3).

Таблица 3 – Профессиональные компетенции и индикаторы их достижений

Задача ПД	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК	Основание (ПС, анализ опыта)
Тип профессиональной деятельности: научно-исследовательский			
Способность применять методы создания и анализа моделей	ПК1 Способен применять методы создания и анализа моделей, позволяющих прогнозировать свойства и поведение отдельных устройств и подсистем мехатронных и робототехнических систем	ПК-1.1 Знать основные методы создания и анализа моделей, позволяющих прогнозировать свойства и поведение отдельных устройств и подсистем мехатронных и робототехнических систем; ПК-1.2 Уметь подбирать необходимые методы создания и анализа моделей, позволяющих прогнозировать свойства и поведение отдельных устройств и подсистем мехатронных и робототехнических систем; ПК-1.3 Владеть навыками практического применения создания и анализа моделей, позволяющих прогнозировать свойства и поведение отдельных устройств и подсистем мехатронных и робототехнических систем.	ПС 40.011, Анализ опыта
Тип профессиональной деятельности: проектно-конструкторский			
Умение выбирать серийные и проектировать новые объекты	ПК-2 Способен выбирать серийные и проектировать новые объекты автоматизации и робототизации	ПК-2.1 Знать методики выбора серийного оборудования и проектировать новые объекты автоматизации и робототизации. ПК-2.2 Уметь выбирать серийное оборудование и проектировать новые объекты мехатронных и робототехнических систем. ПК-2.3 Владеть навыками выбора серийного оборудования и проектирования новых объектов мехатронных и робототехнических систем.	ПС 29.003, Анализ опыта
Тип профессиональной деятельности: сервисно-эксплуатационный			
Эксплуатация и ремонт мехатронных и робототехнических систем	ПК-3 Способен эксплуатировать и проводить ремонт мехатронных и робототехнических систем и их элементов	ПК-3.1 Знать правила технической эксплуатации и обслуживания мехатронных и робототехнических систем, включая: повседневную эксплуатацию и техническое обслуживание в процессе работы оборудования, плановые осмотры и ремонты. ПК-3.2 Уметь осуществлять эксплуатацию и техническое обслуживание мехатронных и робототехнических систем в соответствии с действующими правилами. ПК-3.3 Владеть навыками проведения испытания и ремонта мехатронных и робототехнических систем.	ПС 22.006, Анализ опыта

3 ТЕМАТИКА И СОДЕРЖАНИЕ ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ

Для программы магистратуры выпускная квалификационная работа (магистерская диссертация) представляет собой самостоятельное и логически завершённое научное (прикладное) исследование, связанное с решением задач, направленных на совершенствование систем управления робототехническими машинами и комплексами (объект профессиональной деятельности - ОПД).

В зависимости от поставленной цели магистерская диссертация может быть направлена на решение одной из следующих задач:

- выполнение теоретических и (или) экспериментальных исследований с целью получения научных результатов, направленных на расширение существующих научных теорий и методов исследования – поисковое научное исследование ОПД;

- решение актуальной практической задачи, отвечающей современным интересам и потребностям области практической деятельности в отрасли по направлению подготовки – практико-ориентированное научное исследование ОПД.

При выборе темы магистерской диссертации следует учитывать:

- актуальность и перспективность выбранного направления исследования, базирующегося на научной школе выпускающей кафедры и соответствующего современному уровню развития науки, техники и технологий с учётом направления подготовки;

- результаты научных исследований, выполненных ранее в процессе обучения в бакалавриате;

- степень разработанности и освещённости научной проблемы в литературе;

- возможность получения экспериментальных данных в процессе научно-исследовательской работы над магистерской диссертацией с учётом наличия фактических ресурсов (материалы, оборудование, программное обеспечение и т.п.);

- потребности и интересы предприятий, организаций и учреждений, на практических материалах которых будет подготовлена магистерская диссертация.

Рекомендуется следующая примерная тематика выпускных квалификационных работ:

1. Анализ алгоритмов управления мехатронным модулем на точность движения.

2. Разработка робототехнического (мехатронного модуля).

3. Разработка и исследование прототипа мобильного робота (манипулятора, другого варианта мехатронного устройства).

4. Обучение нейросетей для усовершенствования технологического процесса.

Требования к содержанию и структуре выпускной квалификационной работы устанавливаются выпускающей кафедрой по согласованию с учебно-методической комиссией по направлению подготовки.

Выпускная квалификационная работа должна иметь следующую структуру (может быть изменена с учетом специфики темы работы):

пояснительная записка ВКР

титульный лист;
задание;
реферат (на русском и английском языках);
содержание;
введение;
основная часть (разделы и подразделы);
заключение;
список использованных источников;
приложения;
графическая часть ВКР.

Основная часть пояснительной записки должна содержать:
Обоснование актуальности темы магистерской диссертации.

Обзор литературных источников по теме исследования (проектирования).
Формулировка цели и задач исследования (проектирования).

Результаты исследований или (и) проектных работ.

Подтверждение правильности полученных результатов с помощью математического моделирования или испытаний макетного образца.

Выводы по результатам работы и рекомендации по их применению.

Рекомендуемый объём текстовой части – 70-80 страниц.

Графическая часть выпускной квалификационной работы должна содержать чертежи, схемы и другие материалы, в наибольшей степени отражающие сущность разработки и предлагаемых технических решений. При этом должна обеспечиваться взаимосвязь отдельных частей графического материала (листов) с содержательной частью пояснительной записки. Конкретный перечень листов графического материала (чертежей) определяется руководителем ВКР. Графическая часть выполняется в соответствии с заданием на листах формата А3.

Требования к оформлению пояснительной записки и графической части ВКР регламентируются методическими рекомендациями к выполнению ВКР и должны соответствовать действующим стандартам и ЕСКД.

Порядок подготовки выпускной квалификационной работы и процедура её защиты регламентируется Положением о государственной итоговой аттестации выпускников ГОУВПО «ДОННТУ» и Положением о магистерской диссертации.

4 ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ

Критерии и шкалы для интегрированной оценки уровня сформированности компетенций

Составляющая компетенции – полнота знаний

- нулевой уровень: неверные, не аргументированные, с множеством грубых ошибок ответы на вопросы. Уровень знаний ниже минимальных требований;
- минимальный уровень: даны не полные, неточные и неаргументированные ответы на вопросы. Допущено много грубых ошибок. Уровень знаний ниже минимальных требований;
- пороговый уровень: даны недостаточно полные, точные и аргументированные ответы на вопросы. Плохо знает термины, определения и понятия; основные закономерности, соотношения, принципы. Допущено много негрубых ошибок;

- средний уровень: даны достаточно полные, точные и аргументированные ответы на вопросы. В целом знает термины, определения и понятия; основные закономерности, соотношения, принципы. Допущено несколько негрубых ошибок;
- продвинутый уровень: даны полные, точные и аргументированные ответы на вопросы. Знает термины, определения и понятия; основные закономерности, соотношения, принципы. Допущено несколько негрубых ошибок;
- высокий уровень: даны полные, точные и аргументированные ответы на вопросы. Знает термины, определения и понятия; основные закономерности, соотношения, принципы. Допущено несколько неточностей.

Составляющая компетенции – умения

- нулевой уровень: полное отсутствие понимания сути методики решения задачи, допущено множество грубейших ошибок / задания не выполнены вообще;
- минимальный уровень: слабое понимание сути методики решения задачи, допущены грубые ошибки. Решения не обоснованы. Не умеет использовать нормативно-техническую литературу. Не ориентируется в специальной научной литературе;
- пороговый уровень: достаточное понимание сути методики решения задачи, допущены ошибки. Решения не всегда обоснованы. Умеет использовать нормативно-техническую литературу. Слабо ориентируется в специальной научной литературе;
- средний уровень: в целом понимает суть методики решения задачи, допущены ошибки. Решения не всегда обоснованы. Умеет использовать нормативно-техническую и специальную научную литературу;
- продвинутый уровень: в целом понимает суть методики решения задачи, допущены неточности. Способен обосновать решения. Умеет использовать нормативно-техническую и специальную научную литературу;
- высокий уровень: понимает суть методики решения задачи. Способен обосновать решения. Умеет использовать нормативно-техническую и специальную научную литературу, передовой опыт.

Составляющая компетенции – владение навыками

- нулевой уровень: не демонстрирует владение навыками выполнения профессиональных задач. Не может выполнить задания;
- минимальный уровень: не демонстрирует владение навыками выполнения профессиональных задач. Испытывает существенные трудности при выполнении отдельных заданий;
- пороговый уровень: владеет навыками выполнения профессиональных задач на пороговом уровне. Задания выполняет медленно и некачественно;
- средний уровень: владеет навыками выполнения профессиональных задач. Задания выполняет на среднем уровне по скорости и качеству;
- продвинутый уровень: владеет уверенными навыками выполнения профессиональных задач. Быстро и качественно выполняет задания, иногда допуская незначительные погрешности;
- высокий уровень: владеет уверенными навыками выполнения профессиональных задач. Быстро и качественно выполняет задания, при необходимости демонстрируя творческий подход.

Обобщенная оценка сформированности компетенций

- нулевой уровень: на нулевом уровне сформированы: все составляющие; одна или две из трёх, остальные – на более высоком уровне;
- минимальный уровень: на минимальном уровне сформированы: все составляющие; одна или две из трёх, остальные – на более высоком уровне;
- пороговый уровень: на пороговом уровне сформированы: все составляющие; одна или две из трёх, остальные – на более высоком уровне;
- средний уровень: на среднем уровне сформированы: все составляющие; одна или две из трёх, остальные – на более высоком уровне;
- продвинутый уровень: на продвинутом уровне сформированы: все составляющие; одна или две из трёх, остальные – на высоком уровне;
- высокий уровень: на высоком уровне сформированы все составляющие компетенций.

Критерии оценивания результатов защиты выпускной квалификационной работы

Оценка выпускной квалификационной работы производится членами государственной аттестационной комиссии по результатам публичной защиты с учетом качества представленной пояснительной записки и графического материала, а также представленных рецензий.

Основными критериями при оценке выполнения и защиты ВКР являются:

- актуальность и важность выбранной темы ВКР для науки и производства (интервал баллов от и до для оценивания);
- выполнение ВКР по заказу производства, либо по предложению вуза в соответствии с научными направлениями выпускающей кафедры (интервал баллов от и до для оценивания);
- полнота раскрытия темы ВКР: соответствие темы ее содержанию; структурированность работы, логика построения и качество стилистического изложения; обоснованность и достоверность полученных результатов и выводов, содержащихся в ВКР, их научное и практическое значение; степень самостоятельности выполнения ВКР и уровень аргументированности суждений при изложении темы; объем и глубина проработки темы: проведение экспериментальных, лабораторных и производственных испытаний; количество и полнота охвата информационных библиографических источников, использование иностранной литературы в оригинале, международных стандартов по теме исследования; использование пакетов прикладных программ; наличие концептуального, комплексного, системного подхода; качественный уровень обобщения и анализа информации; научно-технический уровень результатов ВКР, эффективность предлагаемых решений, возможность их практической реализации; апробирование результатов исследования: выступления на конференциях, научных семинарах, наличие опубликованных научных статей по теме исследования, патентов на полезные модели (изобретения), актов, справок о внедрении результатов исследования (интервал баллов для оценивания от 40 до 70);
- качество оформления ВКР: соответствие объема ВКР рекомендуемым

требованиям внутривузовских стандартов; соответствие оформления таблиц, графиков, формул, ссылок, рисунков, правил цитирования, библиографических ссылок и списка использованной литературы требованиям внутривузовских образовательных стандартов и ГОСТов (интервал баллов для оценивания от 10 до 20);

- уровень грамотности и степень понимания обсуждаемых вопросов при защите ВКР: представление работы (содержательность доклада и презентации; наличие раздаточных и иллюстративных материалов; умение профессионально представлять результаты исследования с соблюдением правил профессиональной этики), понимание и адекватность ответов на вопросы и замечания рецензента, демонстрация при ответах углубленной фундаментальной и профессиональной подготовки (интервал баллов для оценивания от 5 до 10).

Оценивание результатов защиты выпускной квалификационной работы производится по государственной шкале, балльной шкале и шкале ECTS в соответствии со следующей шкалой:

Итоговая оценка, баллы	0-59	60-69	70-74	75-79	80-89	90-100
Оценка по государственной шкале	Неудовлетворительно	Удовлетворительно		Хорошо		Отлично
Оценка по шкале ECTS	F	E	D	C	B	A

5. РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ И ЗАЩИТЫ ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ

Основная литература:

1. Положение о государственной итоговой аттестации выпускников ГОУ ВПО ДонНТУ от 03 июля 2017 г. – 7.7 Мб. – Донецк : ДОННТУ, 2017. – 1 файл – Систем. требования: Acrobat Reader.

http://donntu.org/sites/default/files/documents/polozhenie_o_gosudarstvennoy_itogovy_u_attestacii.pdf

2. Системы автоматического управления, мехатроники и робототехники : монография / С.В. Каменский [и др.].. — Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2017. — 211 с. — ISBN 978-5-7782-3136-8. — Текст : электронный // IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/91524.html> .— Режим доступа: для авторизир. пользователей.

3. Электротехнические системы в мехатронике и транспортно-технологических машинах : учебное пособие / С.И. Попов [и др.].. — Ростов-на-Дону : Донской государственный технический университет, 2022. — 144 с. — ISBN 978-5-7890-2077-7. — Текст : электронный // IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/130469.html> .— Режим доступа: для авторизир. пользователей.

4. Баршутина М.Н. Микромехатроника : учебное пособие / Баршутина М.Н.. — Тамбов : Тамбовский государственный технический университет, ЭБС АСВ,

2014. — 219 с. — ISBN 978-5-8265-1293-7. — Текст : электронный // IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/63870.html> . — Режим доступа: для авторизир. пользователей.

Дополнительная литература:

5. ЕСКД. Нормоконтроль: ГОСТ 2.111-2013. – Взам. ГОСТ 2.111-68; введ. 2014-06-01. - Москва: Стандартинформ , 2014. – 12 с.

6. ЕСКД. Библиографическая запись. Сокращение слов на русском языке. Общие требования и правила: ГОСТ 7.12- 93. – Взам. ГОСТ 7.12- 77; введ. 1995-07-01. - Москва: Издательство стандартов, 2001. – 12 с.

7. ЕСКД. Отчет о научно-исследовательской работе : ГОСТ 7.32-2017. – Взам. ГОСТ 7.32-2001 ; введ. 2018-07-01. - Москва : Издательство стандартов, 2017. – 29 с.

8. ЕСКД. Библиографическая запись. Библиографическое описание. Общие требования и правила составления: ГОСТ 7.1 – 2003. – Взамен ГОСТ 7.1-84 , ГОСТ 7.16-79 , ГОСТ 7.18-79 , ГОСТ 7.34-81 , ГОСТ 7.40-82; введ. 2014-07-01. – Москва; Издательство стандартов , 2004. - 166 с.

9. ЕСКД. Общие требования к текстовым документам: ГОСТ 2.105-2019; введ. 2019-04-29. - Москва: Стандартинформ , 2019. – 32 с.

10. ЕСКД. Обозначения буквенные: ГОСТ 2.321-84. – Взамен ГОСТ 3452-59; введ. 1985-01-01. – Москва: Стандартинформ , 2017. – 2 с.

11. Бирюков В.В. Энергетические аспекты функционирования транспортных систем : монография / Бирюков В.В.. — Новосибирск : Новосибирский государственный технический уни-верситет, 2014. — 264 с. — ISBN 978-5-7782-2538-1. — Текст : электронный // IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/45210.html> . — Режим до-ступа: для авторизир. пользователей

12. Анучин А.С. Системы управления электроприводов [Электронный ресурс] : учебник для вузов / А.С. Анучин. - 19 Мб. - М. : МЭИ, 2015. - 1 файл. - Режим доступа: доступ через личный кабинет студента.

13. Петин В.А. Создание умного дома на базе Arduino / Петин В.А.. — Москва : ДМК Пресс, 2018. — 180 с. — ISBN 978-5-97060-620-9. — Текст : электронный // IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/125010.html> . — Режим доступа: для авторизир. пользователей.

14. Герман-Галкин С.Г. Модельное проектирование электромеханических мехатронных модулей движения в среде SimInTech / Герман-Галкин С.Г., Карташов Б.А., Литвинов С.Н.. — Москва : ДМК Пресс, 2021. — 494 с. — ISBN 978-5-97060-693-3. — Текст : электронный // IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/124562.html> . — Режим доступа: для авторизир. пользователей

15. Системы автоматического управления, мехатроники и робототехники : монография / С.В. Каменский [и др.]. — Новосибирск : Новосибирский государственный технический универ-ситет, 2017. — 211 с. — ISBN 978-5-7782-3136-8. — Текст : электронный // IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/91524.html> . — Режим доступа: для авторизир. пользователей

16. Системы искусственного интеллекта в мехатронике : учебное пособие /

А.А. Большаков [и др.].. — Саратов : Саратовский государственный технический университет имени Ю.А. Гагарина, ЭБС АСВ, 2014. — 252 с. — ISBN 978-5-733-2690-7. — Текст : электронный // IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/80117.html> . — Режим доступа: для авторизир. пользователей.

17. Махов А.А. Средства автоматизации и управления. Управление электродвигателями в Arduino-проектах : учебное пособие / Махов А.А., Корнеев П.Е., Французова Л.С.. — Москва : Ай Пи Ар Медиа, 2023. — 125 с. — ISBN 978-5-4497-2190-7. — Текст : электронный // IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/130268.html> .— Режим доступа: для авторизир. пользователей.

18. Петин В.А. 77 проектов для Arduino / Петин В.А.. — Москва : ДМК Пресс, 2020. — 356 с. — ISBN 978-5-97060-697-1. — Текст : электронный // IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/124532.html> .— Режим доступа: для авторизир. пользователей

19. Лисяк В.В. Основы компьютерной графики: 3D-моделирование и 3D-печать : учебное пособие / Лисяк В.В.. — Ростов-на-Дону, Таганрог : Издательство Южного федерального университета, 2021. — 109 с. — ISBN 978-5-9275-3825-6. — Текст : электронный // IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/117159.html>.

6 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ВЫПОЛНЕНИЯ И ЗАЩИТЫ ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ

Учебно-методические издания, разработанные в ДонНТУ:

1 Методические указания по выполнению выпускной квалификационной работы магистра / ГОУВ- ПО «ДОННТУ», Каф. электропривода и автоматизации промышленных установок; сост.: А. В. Светличный, И. Н. Хрипко. - 855 Кб. – Донецк : ДОННТУ, 2020. – 1 файл – Систем. требования: Acrobat Reader. <http://ed.donntu.org/books/21/m6064.pdf>.

Электронно-информационные ресурсы

ЭБС ДОННТУ – <http://donntu.org/library>

ROS - Robot operation system - <https://www.ros.org/>

7 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРОВЕДЕНИЯ ПУБЛИЧНОЙ ЗАЩИТЫ ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ

1. Специализированная лаборатория №8104 учебный корпус 8 для проведения лабораторных работ и индивидуальных консультаций. Специализированное оборудование: программируемый логический контроллер Modicon Premium, программируемый логический контроллер Modicon Twido, ПЧ Altivar 71, двигатель 550 Вт. Компьютеры P-4-3,0 iP4-3,0Ghz/O3Y512Mb/80Gb, (ОС - Windows XP Professional x86 и Windows 7 (академическая подписка DreamSparkPremium), LibreOffice 3.3.0.4 (бесплатная версия); программное обеспечение: для работы с ПЧ фирмы Schneider Electric – SoMove (FDT Standalone) V2.8.3), ATV71

Communication parameters manuals (бесплатная версия); специализированная мебель: доска аудиторная, столы аудиторные, стулья ученические; демонстрационные стенды и плакаты.

2. Специализированная лаборатория №8105, учебный корпус 8, для проведения лабораторных работ, групповых и индивидуальных консультаций. Специализированное оборудование: Лабораторный стенд «Электропривод и система управления мостового крана», в составе действующего макета моста, тележки и грузоподъемного механизма, ПЛК Zelio SR3XT101BD, модули SR3261BD, SR3MBU61BB, SR3XT101BD, преобразователи SPD 1260, SPD 2460 AC/DC converter. Лабораторный стенд «Электропривод и система управления пассажирского лифта», в состав которого входят действующий макет пассажирского лифта, ПЛК Unitronics V570 со встроенной HMI-панелью оператора, преобразователи SPD 1260, SPD 2460 AC/DC converter. Лабораторный стенд «Электропривод и система управления шахтной подъемной установки», в состав которого входят действующий макет шахтной подъемной установки, интерфейсный модуль IM VIPA 053-1DP00 с поддержкой Profibus-DP, в сборе с модулем питания 007-0AA00, преобразователи SPD 1260, SPD 2460 AC/DC converter, ПЛК VIPA-315 SB, ПЛК Unitronics Jazz. Мультимедийное оборудование: экран Sopar Platinum, проектор NP-M260.XG; компьютеры Core.i3.3.0.Ghz/2Gb/500Gb, объединенные в сеть Ethernet с выходом в Интернет, (ОС - Windows XP Professional x86 и Windows 7 (академическая подписка DreamSparkPremium), LibreOffice 3.3.0.4 (бесплатная версия). Программное обеспечение: для работы с ПЛК Zelio-Logic фирмы Schneider Electric – Zelio Soft2 (бесплатная версия); для работы со SCADA Zenon фирмы COPA-DATA – Zenon Editor 6.22, Zenon RunTime (бесплатная версия); для работы с ПЛК фирмы Unitronics – U90Ladder, V6.1.7 (бесплатная версия). Специализированная мебель: доска аудиторная, столы аудиторные, стулья ученические; демонстрационные стенды и плакаты, доска маркерная.

3. Учебная лаборатория №8107 учебный корпус 8 для проведения лабораторных работ, групповых и индивидуальных консультаций. Специализированное оборудование: промышленный контроллер MicroPC фирмы Octagon (процессорная плата 5066-586; плата видеоадаптера 5420; сетевая плата 5500; плата аналог. ввода/вывода 5710; плата цифр. ввода/вывода 5600; клавиатура KP-1; ж-к. дисплей LCD 4x20); лабораторный стенд «Частотно-регулируемый электропривод насосной установки» в составе действующей модели насосной установки на базе насоса PEDROLLO с приводным электродвигателем 0,37 кВт, ПЧ Lenze 8200 Vector, датчик давления IFM PN3004, счетчик холодной воды KB -1,5, ПЧ Altivar-21, электромеханический клапан TAC Forta M400, датчик давления PA-22 PS. Сервер на базе ПК IMD 2800, 1,6GGC, компьютер IMD Atlon 64x2 5000+, RAM 2Gb. (ОС – QNX (бесплатная версия) и Windows 7 (академическая подписка DreamSparkPremium), LibreOffice 3.3.0.4 (бесплатная версия). Специализированная мебель: доска передвижная, столы аудиторные, стулья ученические.

4. Специализированная лаборатория №8.109, корпус 8 для проведения лабораторных занятий, групповых и индивидуальных консультаций. Специализированное оборудование: Стенд 1. Лабораторный стенд для исследования систем управления тепловыми процессами и энергетических режимов работы оборудования. Программный регулятор ОВЕН ТРМ 151, измеритель-регулятор ОВЕН ТРМ 202, цифровой мультиметр LOVATO DMK3, программируемый логический кон-

троллер VIPA 313SC, преобразователь частоты Danfoss VLT 5000, физическая модель приточной нагревательной установки, содержащая датчик температуры TN-2531, датчик температуры TAD961, вентилятор SUNON DP200A2123XBT, нагреватель NOMACON P=300 Вт, твердотельные реле CARLO GAVAZZI RM1E23AA25. Макет помещения, содержащий термопреобразователь сопротивления TCM 1-3 50M L80, датчик влажности, вентилятор SUNON DP200A2123XBT, нагревательный элемент. Стенд 2. Лабораторный стенд для исследования систем позиционирования и регулирования скорости: стартовый комплект SPEED7.800-7DK20 (центральный процессор CPU313SC VIPA 313-5BF03), датчик емкостной CA18 CLN 12PA, датчик индуктивный IA18 DSN 14 PO, фотодатчик PA 18 CSD 02 PA, модуль питания SPD2460, монитор FA1, монитор FD1, преобразователь частоты Lenze 8200 Vector, сервопозиционер Lenze 9300 EV9321-EP. Стенд 3. Лабораторный стенд для исследования шаговых электроприводов и устройств плавного пуска: преобразователь частоты Unidrive SP 1401, устройство плавного пуска Softstarter PFE-16, модуль питания SPD 2406. AC/DC Converter 24 V, драйвер шагового двигателя MD5 MF15, 5-ти фазный шаговый двигатель A16K-M569W, программируемый логический контроллер VIPA CPU314ST. Стенд 4. Лабораторный стенд для исследования частотно-регулируемых электроприводов при векторном и скалярном управлении: электродвигатель 1LA7073-2AA10 0,55 кВт, преобразователь частоты Unidrive SP 1401 (0.75кВт), преобразователь частоты Comander SK (1.1 кВт). Стенд 5. Лабораторный стенд для исследования регулируемых электроприводов постоянного и переменного тока: силовой преобразователь постоянного тока Mentor II Digital DC Drive, возбудитель FMX5 Field Controller, преобразователь частоты Unidrive SP 1404 (3кВт), двигатель постоянного тока (P=3 кВт), синхронный двигатель с постоянными магнитами, модули расширения, резольвер, энкодер. Стенд 6. Лабораторный стенд для исследования электроприводов постоянного тока с двухзонным регулированием: тиристорный преобразователь DCS 800 (ABB), электродвигатель ПБСТ-42 (P=2,4 кВт), электродвигатель ПБСТ-43 (P=2,8 кВт), управляемый выпрямитель ЭТ-6, датчик фотоимпульсный ПДФ-3У2, датчик кодовый КД-3. Стенд 7. Лабораторный стенд для управления частотно-регулируемым электроприводом от программируемого контроллера: программируемый логический контроллер ОБЕН ПЛК100, программируемый логический контроллер VIPA CPU 314ST, преобразователь частоты Lenze 8400, преобразователь SPD 2406. Стенд 8. Лабораторный стенд для исследования частотно-регулируемого электропривода вентилятора: преобразователь частоты Altivar 312HO18M2, электродвигатель асинхронный MEBSA 632-4 (0,18 кВт), вентилятор Soler&Palau CMT/4-180/0.75, многофункциональный измерительный прибор Power Logic PM700.

Приборное обеспечение: 16-канальный регистратор параметров Рекон-08, генератор сигналов Г6-26.

Компьютерное обеспечение: компьютеры Celeron-3,06Ghz/2Gb/400Gb, (ОС - Windows XP Professional x86 и Windows 7 (академическая подписка DreamSparkPremium), LibreOffice 3.3.0.4 (бесплатная версия), программное обеспечение: для работы с ПЛК VIPA – WinSPS-S7 V5 (бесплатная версия); для работы с преобразователями частоты Unidrive и Comander фирмы Control Technique – STSoft V1.16.0.3, Sypt PRO V 2.5.3, CT Scope V1.1.4 (бесплатная версия); для работы с преобразователями частоты фирмы Lenze – Global Drive Control V4.14.1.0 (бесплатная версия); для работы с ПЛК ОБЕН – CoDeSys V2.3 (бесплатная вер-

сия); для работы с регистратором параметров Рекон – WinRec MC (бесплатная версия); для работы с цифровым мультиметром LOVATO DMK3 – DMK Remote Control (бесплатная версия); для работы с ПЛК Zelio-logic фирмы Schneider Electric – Zelio Soft2 (бесплатная версия); для работы со SCADA Zenon фирмы COPA-DATA – Zenon Editor 6.22, Zenon RunTime (бесплатная версия). Мультимедийный проектор Epson Emp-S52, экран проекционный, специализированная мебель: доска передвижная, столы аудиторные, стулья ученические.

5. Учебная аудитория №3.251 учебный корпус 3 для проведения занятий лекционного типа, практического типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля (мультимедийное оборудование: ноутбук (ОС - Windows XP Professional x64 (академическая подписка DreamSparkPremium), LibreOffice 3.3.0.4 (бесплатная версия), мультимедийный проектор, экран; специализированная мебель: доска аудиторная, столы аудиторные, стулья ученические; демонстрационные стенды и плакаты).

6. Помещения для самостоятельной работы с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации: читальные залы, учебные корпуса 2,3 (компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду (ЭИОС ДОННТУ) и электронно-библиотечную систему (ЭБС IPRbooks), а также возможностью индивидуального неограниченного доступа обучающихся в ЭБС и ЭИОС посредством Wi-Fi с персональных мобильных устройств. ОС- Microsoft Windows 7, OpenOffice 2.0.3 - общественная лицензия MPL 2.0, Grub loader for ALT Linux - лицензия GNU LGPL v3, Mozilla Firefox - лицензия MPL2.0, Moodle (Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment) - лицензия GNU GPL).

7. Учебная аудитория №8.303 учебный корпус 8 для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля (мультимедийное оборудование: компьютер Intel Celeron E1200, операционная система Windows XP Professional x86/64 (академическая подписка DreamSparkPremium), LibreOffice 4.3.2.2, Google Slides (бесплатная версия), мультимедийный проектор, экран; специализированная мебель: доска аудиторная, столы аудиторные, стулья ученические; демонстрационные стенды и плакаты).

8. Помещения для самостоятельной работы с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации: читальные залы, учебные корпуса 2,3 (компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду (ЭИОС ДОННТУ) и электронно-библиотечную систему (ЭБС IPRbooks), а также возможностью индивидуального неограниченного доступа обучающихся в ЭБС и ЭИОС посредством Wi-Fi с персональных мобильных устройств. ОС- Microsoft Windows 7, OpenOffice 2.0.3 - общественная лицензия MPL 2.0, Grub loader for ALT Linux - лицензия GNU LGPL v3, Mozilla Firefox - лицензия MPL2.0, Moodle (Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment) - лицензия GNU GPL).